

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav geologie a pedologie

**Půdní oxidovatelný uhlík a stanovení poměru huminových kyselin a
fulvokyselin vybraných studijních ploch (les, ekoton, orná půda
louka/pastvina)**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Valerie Vranová, Ph.D.

Vypracoval:

Lukáš Sochor

Brno 2016

Zadání

Prohlašuji, že jsem práci: Půdní oxidovatelný uhlík a stanovení poměru huminových kyselin a fulvokyselin vybraných studijních ploch (les, ekoton, orná půda louka/pastvina)

zpracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona c. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon c. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne: 26.4.2015..... podpis studenta

Abstrakt: Cílem této bakalářské práce bylo porovnání množství, kvality a sezónní dynamiky oxidovatelného uhlíku a poměru huminových kyselin a fulvokyselin na vybraných studijních plochách: les, ekoton, orná půda a trvalý travní porost. Půdní vzorky byly odebírány a následně laboratorně analyzovány v měsíčních intervalech po dobu vegetační sezóny roku 2015, na pěti vybraných lokalitách, v transektu o celkové délce 30 m a to v ekotonu, v lese a v trvalém travním porostu (v jednom případně na orné půdě). Naměřené hodnoty byly vyhodnoceny z hlediska sezónní dynamiky procentického obsahu organických látek (Cox) v půdě a jejich kvalitě poměru huminových kyselin k fulvokyselinám (HK:FK), vlivu mezoklimatu na množství a kvalitu organické hmoty v půdě. Více oxidovatelného uhlíku bylo v obou horizontech (A-5cm, B-40cm) v lese. Ekotonový efekt se výrazně projevil pouze na nejstudenější ploše (Proklest). Na nejteplejší ploše se ekotonový efekt projevuje jako pokračování vývoje zemědělské půdy a na ploše nejvlhčí jako pokračování vývoje lesní půdy. Na nejsušší ploše se systematicky neprojevil vůbec.

Klíčová slova:

organická hmota v půdě, oxidovatelný uhlík, HK : FK, ekoton, les, orná půda, louka

Abstract: Target of this bachelor work was to compare quantity, quality and seasonal dynamics of oxidizable carbon and ratio of humic acids and fulvic acids on selected areas of interest: forest, ecoton, arable soil and permanent grassland. Soil samples have been taken for the period of growing season in 2015, on 5 selected localities in 30 m long transect in ecoton, forest and to permanent grassland (eventually arable soil). Results were valorized in the cases of: seasonal dynamics examined variables, content of organic substances (Cox) in soil and their quality (HK:FK), influence of mesoclimate to quantity and quality of organic matter in soil. More oxidizable carbon was in both horizons (A-5cm, B-40cm) in forest. Ecoton effect is markable only on the coldest locality. On the warmest locality we can see, that ecoton effect has the same character of evolution as agricultural soil. On the wettest locality we can see, that ecoton effect has the same character of evolution as forest soil. On the driest locality is not markable ecoton effect.

Key words:

organic matter in soil, oxidizable carbon, HK : FK, ecoton, forest, arable soil, meadow

Obsah

1.	Současný stav řešené problematiky	7
1.1.	Organický uhlík v půdě a jeho formy	7
1.1.1.	<i>Aktivní uhlík</i>	7
1.1.2.	<i>Stabilní uhlík</i>	8
1.1.3.	<i>Volný uhlík</i>	8
1.2.	Organická hmota a humus.....	8
1.2.1.	<i>Klasifikace humusových látek</i>	10
1.2.1.1.	<i>Huminové kyseliny</i>	10
1.2.1.2.	<i>Fulvokyseliny</i>	11
1.2.1.3.	<i>Hymatomelanové kyseliny</i>	11
1.2.1.4.	<i>Huminy a humusové uhlí</i>	11
1.2.2.	<i>HK:FK a množství humusu v orné půdě</i>	12
1.3.	Krajina a ekoton	12
1.4.	Drahanský bioregion	13
1.5.	Klima.....	14
1.6.	Geomorfologie a geologie.....	15
1.7.	Pedologie.....	15
1.7.1.	<i>Studijní plocha 1 – Bukovinka</i>	16
1.7.2.	<i>Studijní plocha 2a - Proklest, orná půda</i>	17
1.7.3.	<i>Studijní plocha 2b - Proklest, louka</i>	18
1.7.4.	<i>Studijní plocha 3 - Rudice</i>	19
1.7.5.	<i>Studijní plocha 4 - Křtiny</i>	20
2.	Metody	21
2.1.	Terénní práce – odběry půdních vzorků	21
2.2.	Základní statistické veličiny použité v práci.....	22
2.3.	Laboratorní postupy	23
2.3.1.	Stanovení poměru huminových kyselin a fulvokyselin.....	23
2.3.2.	<i>Stanovení půdního oxidovatelného uhlíku Cox</i>	24
3.	Výsledky	24
3.1.	Lokalita č.1 – Bukovinka	24
3.1.1.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm</i>	24
3.1.2.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm</i>	26
3.1.3.	<i>Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm</i>	26
3.2.	Popis výsledků z lokality č. 2a – Proklest orná půda.....	27

3.2.1.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm</i>	27
3.2.2.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm</i>	28
3.2.3.	<i>Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm</i>	29
3.3.	Popis výsledků z lokality č.2b – Proklest, trvalý travní porost.....	30
3.3.1.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm</i>	30
3.3.2.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm</i>	31
3.3.3.	<i>Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm</i>	32
3.4.	Popis výsledků z lokality č.3 – Rudice	33
3.4.1.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm</i>	33
3.4.2.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm</i>	34
3.4.3.	<i>Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm</i>	35
3.5.	Popis výsledků z lokality č. 4 – Křtiny	36
3.5.1.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm</i>	36
3.5.2.	<i>Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm</i>	37
3.5.3.	<i>Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm</i>	38
4.	Závěr	40
4.	Sumarry.....	44
5.	Seznam citované literatury.....	45
6.	Přílohy.....	48
6.1.	Mapa – přehled lokalit	48
6.2.	Fotodokumentace	49
6.2.1.	<i>Bukovinka (1)</i>	49
6.2.2.	<i>Proklest orná půda (2a)</i>	51
6.2.3.	<i>Proklest, trvalý travní porost (2b)</i>	53
6.2.4.	<i>Rudice (3)</i>	55
6.2.5.	<i>Křtiny (4)</i>	57
7.3.	Seznam tabulek a obrázků:	59
7.4.	Poděkování:	61

1. Současný stav řešené problematiky

1.1. Organický uhlík v půdě a jeho formy

Organický uhlík v půdě se vyskytuje ve třech formách: stabilní, aktivní a volný (Pospíšilová, 2012). Uhlík je základním strukturním prvkem většiny organických látek. Jediným zdrojem organického uhlíku je uhlík akumulovaný fotosyntézou. Ten je dále heterotrofními organismy zpracováván a rozkládán či přeměňován (Klimo, 1990). Uhlík v půdě má zásadní roli, co se humusu týče, jelikož humusové látky jsou z něj z velké části tvořeny. V následující tabulce (Tab. 1) je pro ilustraci vypsáno, jaké přibližné množství uhlíku se vyskytuje v jednotlivých úložištích.

Tab.1 - množství uhlíku obsažené v hlavních zemských ekosystémech (Vavříček, Kučera, 2015).

Typ úložiště uhlíku na zemi	Obsah uhlíku (miliardy tun)
Humus v půdě	2500
Humus v mořích a oceánech	1000
Rozpuštěný HCO_3^- v moři	38400
Fosilní paliva	10000
Atmosféra	700
Organizmy na souši	830
Organizmy v moři	50
Vápenkové sedimenty	60000000

1.1.1. Aktivní uhlík

Označován i pojmy lehce rozložitelný uhlík, nebo nechráněný uhlík. (Pospíšilová, 2012) Je to organický uhlík, který snadno podléhá oxidaci a mikrobiálnímu rozkladu, proto má velký vliv na uvolňování důležitých živin do půdy. Je významný v tzv. dočasné stabilitě humusu (Tisdall a kol, 1982). Jeho obsah úzce souvisí s obhospodařováním půdy, a téměř veškeré změny v obsahu humusu se týkají výlučně této formy uhlíku. Změny v obsahu aktivního uhlíku probíhají s různou intenzitou, závisí na způsobu hospodaření, klimatických podmínkách, půdní vlhkosti, kvalitě půdní organické hmoty a dalších faktorech (Kalbitz, 1997). Dosažení nové dynamické rovnováhy uhlíku v půdě může trvat běžně i více než 50 let (Korchens,

1996). Jeho vazby v půdě nejsou dostatečně prozkoumány, bylo však doposud zjištěno, že se jedná o organické látky komplexní povahy, tzv. cheláty (kovové komplexy). Na tyto se vážou uhlovodíky, hydroxylové a karboxylové skupiny, amidy (Johns a kol., 1994; Liang a kol., 1998).

1.1.2. *Stabilní uhlík*

Stabilní uhlík se v půdě vyskytuje ve formě specifických humusových látek, které jsou známy jako stabilních sloučeniny huminových kyselin a fulvokyselin (Pospíšilová, 2012). Tyto, huminové kyseliny a fulvokyseliny, přímo ovlivňují půdní chemismus. Stabilní uhlík se příliš neúčastní mineralizačních procesů v půdě, jeho množství a struktura závisí na půdním typu, způsobu hospodaření, hnojení (organické, minerální), vápnění (Pospíšilová a Tesařová, 2009). Obsah stabilního uhlíku závisí také na antropogenních faktorech (krajinný pokryv) na biologických a fyzikálních parametrech půdy (Dixon, 1995; Zaujec a kol., 2009). Vlastní dělení humusových látek bude dále popsáno podrobněji.

1.1.3. *Volný uhlík*

Volný uhlík je někdy též označován jako labilní uhlík. Je to ta část uhlíku v půdě, který je inertní – nehydrolyzuje, nerozpouští se ani jinak nereaguje s minerálním podílem půdy. Není vázán na žádné minerály, a proto se uplatňuje výrazně pouze v globálním koloběhu uhlíku (Gregorich a kol., 1996; Stevenson, 1982). Jeho oběhový cyklus je dlouhý pouze do několika let (Parton a kol., 1987).

1.2. Organická hmota a humus

Primární organická hmota se do půdy dostává opadem stromů, keřů, nižších rostlin, celých odumřelých stromů a v podstatě s tělem veškerých živých organismů (tzv. ektohumus). Skládá se převážně z těchto látek: uhlík, vodík, dusík a kyslík. Organické látky v půdě mají velkou schopnost vázat vodu na svém povrchu (Šantrůčková, 2014). Komplexní organické molekuly po odumření podléhají mikrobiálním přeměnám, během nichž dochází k tzv. primární mineralizaci tj. uvolňování prvků a jednoduchých sloučenin – např.: NH_4^+ , NH_3 , SO_4^{+} , Ca^{2+} , CO_2 ,

oxidy různých prvků atd. (Vavříček a Kučera, 2015). Primární mineralizace je v biologicky aktivním prostředí v aerobních podmínkách poměrně rychlá a můžou se při těchto vhodných podmínkách rozložit prakticky všechny organické látky až na již zmíněné základní komponenty. V této fázi je velká část minerálů vyplavena, asimilována rostlinami nebo se dostává do půdního prostředí. Opačnými procesy jsou uhelnatění nebo rašelinění, které se vyskytují v půdách s omezeným množstvím kyslíku nebo v anaerobních podmínkách. Jedná se o procesy spíše enzymatické a biochemické, při kterých se uplatňují anaerobní bakterie (Vavříček, 2007). Často hrají významnou roli i kyselá půdní reakce, nízká teplota a vysoká vlhkost. Organické látky prošlé těmito procesy jsou bohaté na uhlík. Pro tvorbu humusových látek jsou nutné podmínky, vyhýbající se těmto dvěma extrémům. Proces vzniku humusových látek se nazývá humifikace, která je procesem převážně anaerobním. Rozklad organických látek v půdě je však také nutný, jelikož humusové látky vznikají z meziproductů rozkladu organické hmoty. Jedná se o procesy převážně enzymatické a biochemické (Jandák a kol. 2014; Vavříček a Kučera, 2015). Humusové látky jsou tedy produktem rozkladu a resyntézy organických látek v půdě. Dělí se na nespecifické a specifické humusové látky. První skupina je tvořena látkami organické povahy, snadno rozložitelnými, tvoří energetickou a živinnou zásobu půdy, je tedy podmínkou biologické aktivity půdy. Druhá skupina (specifické humusové látky) je charakteristická vysokomolekulárními látkami velmi rezistentními k rozkladu. Tvoří celkem 85-90% z půdního humusu (Jandák a kol., 2014). Dále se budeme zabývat pouze specifickými humusovými látkami. Působením rozkladných (mineralizačních) procesů tedy v půdě vznikají fenoly a chinony (uhlovodíky s aromatickým jádrem), ty se působením enzymů polymerují a tvoří polyfenoly a polychinony. Vzniklé vysokomolekulární látky dále reagují s dusíkatými (amino) sloučeninami. Vzniklé specifické humusové látky jsou relativně odolné k rozkladu a špatně rozpustné ve vodě (Šimek, 2005).

Humus má v půdě funkce: (Pospíšilová, 2012; Jandák a kol., 2014; Šmelko, 1990)

- Akumulační – schopnost vázat jak potřebné živiny pro výživu rostlin, tak i vodu a aminokyseliny. A poté je uvolňovat pro potřebu rostlin.

- Zásobovací – tvorba komplexních sloučenin s kovy (cheláty) a mikroelementy, které aktivně předávají buňkám živiny. Humus se aktivně podílí na tvorbě půdního sorpčního komplexu.
- Ochranná – sorpce a imobilizace toxických látek a radionuklidů
- Agregáční – humusové látky výrazně ovlivňují agregáční schopnosti půd, přímo tím ovlivňují jejich strukturu. To se projevuje ve zlepšení vodního a vzdušného režimu půd.
- U půd písčitých, nebo jílovitých se působením humusu zlepšují jejich fyzikálně-mechanické vlastnosti. Snižuje se soudržnost u jílovitých půd a zvyšuje u písčitých půd.
- Některé huminové látky mají stimulační vliv na rozvoj kořenového systému rostlin.

1.2.1. Klasifikace humusových látek

Humusové látky se dělí na: huminové kyseliny, hymatomelanové kyseliny, fulvokyseliny, huminy a humusové uhlí (Šmelko, 1990). Tyto jednotlivé skupiny budou níže popsány.

1.2.1.1. Huminové kyseliny

Jsou to organické sloučeniny tmavé barvy, jejichž základní složkou je aromatické jádro fenolického, nebo chinoidního typu s účastí cyklických i alifatických dusíkatých sloučenin. Jsou dobře rozpustné v louhu a roztocích hydrolyticky zásaditých solí (Jandák a kol., 2014). Mají méně výrazný acidifikační charakter (oproti fulvokyselinám) a nenarušují svým působením minerální část půdy. Převládají zejména v černozemích, ale tvoří se i v méně úrodných typech půd. Vznikají v podmínkách vhodných pro transformaci organické hmoty. Huminové kyseliny mají vysokou sorpční kapacitu a často tvoří tmely příznivé pro spojování půdních částic. (Vavříček, Kučera, 2015; Senesi, 1990). Huminové kyseliny jsou považovány za nejhodnotnější produkt humifikačních procesů v půdě, jsou též poměrně odolné vůči mineralizaci (Šály, 1978).

Soli huminových kyselin se nazývají humáty, jsou těžce rozpustné ve vodě. Známá je jejich schopnost vysrážet se na povrchu pevných částic a v pórech (Sotáková, 1982).

1.2.1.2. *Fulvokyseliny*

Jsou to organické sloučeniny zbarvené dohněda, nebo dožluta. Mají oproti huminovým kyselinám méně vyvinuté aromatické jádro a více vyvinutou periferní část, obsahují také méně uhlíku (C) a více kyslíku (O₂). Fulvokyseliny jsou snadno rozpustné ve vodě, díky tomu zvyšují v prostředí koncentraci iontů H⁺, mají proto acidifikační (okyselující) charakter na půdní reakci. Netvoří tmely příznivé pro spojování půdních částic (Vavříček, Kučera, 2015). Jejich soli se nazývají fulváty. Fulvokyseliny vznikají zejména při nízké biologické aktivitě půdy, nízkém Ph (Pospíšilová, 2012).

1.2.1.3. *Hymatomelanové kyseliny*

Svémi vlastnostmi tvoří přechod mezi fulvokyselinami a huminovými kyselinami. Mají podobnou strukturu jako huminové kyseliny, ale mají menší molekulovou hmotnost a skládají se s polykondenzátů s více aromatickými jádry. Ve větší míře vznikají při procesu ulmifikace. Často jsou řazeny do skupiny huminových kyselin. (Vavříček, Kučera, 2015; Jandák a kol., 2014); Lze je oddělit alkoholovou extrakcí (Sotáková, 1982). Někteří autoři je řadí do skupiny huminových kyselin pro jejich vysokou podobnost. (Prát, 1964) Obsahují více uhlíku a -OCH, -OOH, -OH funkčních skupin (Orlov, 1985).

1.2.1.4. *Huminy a humusové uhlí*

Jak huminy, tak humusové uhlí jsou silně karbonizovanou organickou hmotou. Huminy jsou obvykle charakterizovány, jako nerozpustné formy huminových kyselin, jsou pevně vázané na minerální podíl půdy a spolu s jílovými minerály tvoří základ organominerálního (tzv. humusojílového) sorpčního komplexu. Huminy mohou v různých půdách tvořit i více než 50 % celkového podílu humusových látek. Humusové uhlí se nachází v půdním humusu, jako nejstarší konečná fáze produktů humifikace, nezúčastňuje se biochemických reakcí v půdě ani půdotvorného procesu, proto ztrácí pravou funkci humusu (Vavříček, Kučera, 2015; Jandák a kol., 2014). Humusové uhlí již ztrácí pravé funkce humusu (Stevenson, 1982) (funkce humusu - viz odstavec organická hmota, humus - 1.2) .

1.2.2. *HK:FK a množství humusu v orné půdě*

Pro ukázkou poměru HK:FK je zde uvedena následující Tab. 2 kolektivu autorů Jandáka, Pokorného a Praxe z roku 2014. Obecně lze říci, že čím vyšší je podíl huminových kyselin v humusu, tím je kvalitnější.

Tab. 2 – Obsah humusu a HK:FK, konkrétní hodnoty (Jandák a kol, 2014)

Půdní typ	Humus v ornici (%)	HK : FK
Černozem	1,8 - 3,5	2,0 - 3,0
Hnědozem	1,5 - 2,5	1,0 - 1,5
Kambizem	2,0 - 6,0	0,8 - 1,2
Luvizem	1,1 - 2,6	0,5 - 1,0
Rendzina	2,0 - 5,0	2
Černice	2,5 - 6	1,5 - 2,5
Fluvizem	1,5 - 4	0,5 - 1,5
Regozem	0,4 - 1,3	2
Podzol	5,0 - 10,0	0,3

1.3. Krajina a ekoton

Dnešní krajina je čím dál více ovlivňována člověkem, který ovlivňuje i přírodní procesy – klima, geologické podloží, procesy půdotvorné, hydrologické a biotické. Vzhled krajiny je přímo závislý na míře působení jednotlivých činitelů (jejich vzájemného poměru). Krajinu tvoří tři funkčně a prostorově odlišitelné prvky, kterými jsou krajinná matrice, plošky a koridory. Krajinou matricí se nazývá plošně převládající složka v krajině. (např. pole v zemědělské krajině, nebo les v horských oblastech). Krajinná ploška je plochou, která má odlišnou biotu a vývoj, než krajinná matrice. Koridory jsou prostorově protáhlé segmenty krajiny, které spojují jednotlivé krajinné složky a umožňují pohyb bioty (Forman, Godron, 1993).

Ekotony lze definovat jako okraje, či rozhraní jednotlivých krajinných prvků. Jsou to linie vlastního kontaktu těchto prvků, kam proniká vliv všech ploch, které se zde nacházejí. Na ekotonech je výrazný vliv okrajového efektu, který se vyznačuje zejména kolísáním množství dopadajícího světla, teploty, rychlosti větru a vlhkosti. Je zde velmi specifické mikroklima. Ekotony hrají důležitou roli při výměně látek mezi sousedními společenstvy. Flóra a fauna jsou zde druhově rozmanitější, protože se zde vyskytují jak

druhy z jednotlivých prostředí, jež ekoton odděluje, tak také druhy specificky vyhledávající právě ekotonová společenstva. Často je díky tomuto překryvu sousedních ekosystémů zde také vyšší populační hustota druhů (Kilianová a kol., 2009).

Z mnoha pohledů (např. environmentálního, biologického, hospodářského, historického, estetického) mají ekotony v krajině významnou roli. Ekotony mají mnoho funkcí, tyto funkce se vzájemně doplňují a prolínají.

Ekoton v krajině je:

- specifický ekosystém s vyšší druhovou variabilitou a vyšší hustotou populace,
- refugium (útočiště) zvěře a ptactva,
- zdrojem druhů kolonizujících jiné krajinné segmenty,
- koridorem pro migraci druhů, nebo šíření druhů rostlin,
- polopropustnou bariérou pro tok živin, energie a rozmnožovacích částic, ekotony často zachycují dusík a chemické látky vyplavované a přinášené z okolních ploch,
- ochranným prvkem před půdní erozí se zvýšenou retenční schopností v krajině,
- estetickým prvkem v krajině.

Negativně je ekoton vnímán hlavně zemědělci, kteří v něm vidí zdroj šíření plevelů a stanoviště škůdců hospodářských plodin (jak hmyz, tak savce). Tato tvrzení společně s technologickými, společenskými, ekonomickými a technickými požadavky na zemědělství u nás přispěla k rozsáhlému znehodnocení a narušení krajiny ve druhé polovině 20. století. Dnes jsou ekotony vnímány jako velice důležitá část krajiny, díky výše popsaným funkcím, jsou nedílnou součástí krajiny, kterou z velké části utváří (Kilianová a kol., 2009).

1.4. Dražanský bioregion

Studované lokality leží v přírodní oblasti dražanské vrchoviny, přesněji v její jihozápadní části. Dražanská vrchovina se nachází jako geomorfologický celek v dělení České republiky do bioregionů dne Culka (1996) v Dražanském bioregionu.

Tento region leží na pomezí jižní a střední Moravy. Reliéf má charakter členité vrchoviny. Podnebí má výrazný gradient od krajů bioregionu ke středům (proto je

obtížné využít klimatická data z hodnocení bioregionů). V bioregionu je relativně zachovalá fauna přirozených bučin a má poměrně vysokou lesnatost, ta dosahuje hodnoty 46%. Zbytky přirozených bučin jsou zachovány v blízké PR Rakovec, nebo PR Bayerova. Buk je zde podle geobiocenologické typologie krajiny potenciálně nejhojněji zastoupenou dřevinou (Buček, Lacina 2007). Největší zastoupení (59%) mají v aktuálním stavu smrkové porosty, ty však mají nepříznivý okyselující vliv na své prostředí (Vavříček, Kučera 2015), následované jsou borovými porosty (15%), buk zaujímá pouze 8,3% rozlohy. Lze však předpokládat posun druhové skladby v tomto bioregionu směrem k buku (už je to 20 let, kdy Culek mapoval bioregiony), protože celorepublikové hospodaření směřuje na původně bukových stanovištích k většímu zastoupení buků. Ke konci roku 2014 máme v ČR o třetinu více bukových porostů, než v roce 2000 (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České Republiky v roce 2014). Území bioregionu se dále využívá hlavně, jako orná půda (36% bioregionu) a travní porosty (7% bioregionu).

1.5. Klima

Dle Quitta (1971) leží 4 lokality (čísla lokalit: 1,2a,2b,4) v klimatické oblasti MT9 a jedna (číslo lokality: 3) v klimatické oblasti MT10.

Tab. 3 - Klimatické charakteristiky oblasti

klimatická oblast	MT9	MT10
Letní dny	40-50	40-50
Dny s teplotou alespoň 10°C	140-160	140-160
Mrazové dny	110-130	110-130
Ledové dny	30-40	30-40
Průměrná teplota v lednu	-3 - -4	-2 - -3
Průměrná teplota v dubnu	6-7	7-8
Průměrná teplota v červenci	17-18	17-18
Průměrná teplota v říjnu	7-8	7-8
Počet dnů se srážkami alespoň 1mm	100-120	100-120
srážky ve vegetačním období	400-450	400-450
srážky v zimním období	250-300	200-250
počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-80	50-60

Vzhledem k tomu, že Quitt tyto charakteristiky zhotovil na základě dat z let 1901 až 1950, nemusejí už být tolik přesné, vzhledem k tomu, že klima se neustále a postupně otepluje. Hodnoty se tedy budou pohybovat v teplejší části rozpětí. Co se týče sněhové pokrývky, množství srážek a množství srážkových dnů, budou tyto spíše v nižší části tohoto rozpětí. (Žalud, 2010)

1.6. Geomorfologie a geologie

V rámci geomorfologického členění patří studovaná lokalita do Česko-moravské soustavy, Brněnské podsoustavy, celku Dražanská vrchovina, Podcelku Konická vrchovina a Okrsku Mokrská vrchovina. (Demek, 2006)

Na lokalitách č. 1, 2a, 2b, 4 tvoří geologické podloží břidlice, prachovce a droby s lokálními překryvy hlín, písků a štěrků (ty se většinou nenacházejí na dané lokalitě, ale v její blízkosti). Lokalita č. 3 se nachází na vápencovém podloží. (web České geologické služby, 7.3.2016)

1.7. Pedologie

V této části následuje popis půdních profilů na jednotlivých studijních lokalitách.

Vysvětlivky ke zkratkám uvedených v následujících popisech půdních profilů.

Profil Z – zemědělská půda

Profil L – lesní půda

Označení např. YR číslo/číslo – značí popis půdní barvy v Munsellově barevných tabulkách půd

číslo+YR Značí odstín (stranu)

číslo před lomítkem kvalitu dané barvy (řádek)

číslo za lomítkem intenzitu její barevnosti (sloupec)

viz. Webové stránky společnosti Munsell (zdroje)

1.7.1. Studijní plocha 1 – Bukovinka

Profil “L“

Hnědozem oglejená na odvápněné sprašové hlíně s nápadnými, zaoblenými valounky drob (typické pro tuto oblast dražanského kulmu), Obr.18 v přílohách.

humusová forma: typický moder

L	0-2 cm	opad smíšeného lesa, starší opad se známkami rozkladu, odbarvený
Fz	2-4 cm	humusová drť, kyprá
Hh	4-5 cm	nestruturní humusová měl
Ah	5-14 cm	7.5 YR 3/1, tvárná, velmi snadno drobivá, humózní
(Ev1)	14-26 cm	10YR 7/3, tmavší, drobivá, lehce rozpadavá, tvárná, neagregátová
(Ev2)	26-33 cm	2.5Y 8/2, kyprá, písčitohlinitá, neagregátová, velmi lehce rozpadavá, mírně vlhká
Btg	33-60 cm	matrix 10YR 6/4 s výraznými znaky oglejení rezivé barvy, nedrobivá, lepkavá
C	60→ cm	7.5 YR 7/4, soudržná, vazká, nekompaktní, stejnoměrně mírně vlhká

Profil “Z“

Hnědozem oglejená na odvápněné sprašové hlíně s nápadnými, zaoblenými valounky drob (typické pro tuto oblast dražanského kulmu), Obr. 19 v přílohách.

humusová forma: drnový moder

Fz	0-2 cm	nesoudržná, kyprá humusová drť s exkrementy půdní fauny
Hh	2-3 cm	celistvá, velmi tmavě zbarvená, nesouvislá a pomístná humusová měl
Ad	3-9 cm	5YR 4.5/1, silně travním porostem podmíněný charakter světlého humózního horizontu, naprosto nesoudržná, písčitohlinitá
(Ev)	9-27 cm	10YR 7/3, náznaky lístkovité struktury, s rovnoměrně rozptýleným skeletem podložní horniny, nepatrně soudržná
Btg	27-55 cm	7YR 6/4, známky oglejení, s rovnoměrně rozptýleným skeletem podložní horniny, soudržná, hrudovitá
C	55→ cm	10YR 7/6, s nápadnými valounky drob zcela různých rozměrů, s náznaky uléhavosti

1.7.2. Studijní plocha 2a - Proklest, orná půda

Profil "L"

Hnědozem luvická na odvápněné sprašové hlíně s probíhající ilimerizací, Obr. 20 v přílohách

humusová forma: morový moder

L 0-2 cm

Fm 2-5 cm

Hh 5-6 cm velmi tmavá humusová měl, mazlavá, celistvá

Ah 6-10 cm 2.5YR 3/1, výrazně tmavě zbarvená, nevýrazně drobtovitá, čerstvě vlhká, kyprá

(Ev1) 10-26 cm 10YR 7/3, výskyt barevných skvrn po zvětralém skeletu nad 10 mm

(Ev2) 26-50 cm 2.5Y 8/2, světlejší, výskyt barevných skvrn po zvětralém skeletu nad 10 mm,

Bt 50→ 2.5Y 5.5/6, hlinitá, slabě šterkovitá, mírně slehlá, s náznaky kompaktnosti

Profil "Z"

Hnědozem luvická na odvápněné sprašové hlíně bez nadložního humusu, Obr. 21 v přílohách.

Ap 0-28 cm 10YR 3/1, barevně ostře oddělený, výrazně drobtovitá, mírně vlhká, lehce rozpadavá

(Ev) 28-55 cm 2Y7/4, slabě šterkovitá, hlinitopísčítá, drobtovitá, kyprá, výskyt barevných skvrn po zvětralém skeletu nad 10 mm

Bt 55→ cm 10YR 7/6, slabě šterkovitá, velmi mírně slehlá, čerstvě vlhká, nekompatní

1.7.3. Studijní plocha 2b - Proklest, louka

Profil "L"

Hnědozem luvická na odvápněné sprašové hlíně s probíhající ilimerizací, Obr. 22 v přílohách.

humusová forma: typický moder

L	0-1 cm	
Fm	1-3 cm	
Hh	3-4 cm	
Ah	4-9 cm	2.5 Y 4/1, drobtovitá, mírně vlhká, humózní
(Ev)	9-40 cm	2.5Y 8/2 , horizont výrazněji barevně odlišný - albický, jasná hranice vůči Bt, náznaky deskovitosti až lístkovité struktury
Bt	40-60 cm	10YR 6/4, hroudovitá a těžko drolitelná, tendence k tuhosti
C	60→ cm	2.5Y 6/6, prašná

Profil "Z"

Hnědozem luvická na odvápněné sprašové hlíně s probíhající ilimerizací, Obr. 23 v přílohách.

humusová forma: typický moder

L	0-1 cm	
Fa+(Hh)	1-3 cm	
Ad	3-14 cm	2.5 Y 4/1, humózní, nekašovatí mezi prsty, velmi snadno drobitá
(Ev)	14-35 cm	10YR 7/2, přímá a jednoznačně viditelná hranice do Bt, mírně vysvětlená, lehce rozpadavá, tvárná
Bt	35-55 cm	10YR 6/4, hrudkovitá, nekompaktní, čerstvě vlhká, hrudky se lehce drtí
C	55-70 cm	2.5Y 7/6, drobitá
C/D	70→ cm	sprašová hlína s velkými fragmenty jemnozrnné droby, ojediněle až ve velikosti hranáčů

1.7.4. Studijní plocha 3 - Rudice

Profil "L"

Pseudoglej luvický na odvápněné sprašové hlíně s výrazným rezivým mramorováním humusová forma: typický moder Obr. 24 v přílohách.

L	0-1 cm	opad smíšeného lesa, vysoký podíl nerozloženého opadu buku lesního
Fz	1-3 cm	nápadná drť s výrazným podílem půdní fauny
Hh	3-4 cm	místně obsahem i kvalitou proměnlivá humusová měl
Ah1	4-10 cm	10YR 2/1, velmi silně humózní, černá
Ah2	10-20 cm	5YR 5/1, humózní, nepravidelná (kapsovitá) hranice dospodu, šedá
En	20-33 cm	5YR 8/2, písčité až písčitohlinitá, absentující ferrany patrně způsobené laterální vodou
Bmt	33-65 cm	2.5YR 7/8, mimořádně nápadná rezivá barva s vybělenými jazyky, barevně vyznívá dospodu, není zrnitostně těžká, ostře oddělená od En
BCg	65→ cm	7.5YR 7/8, pedogenně zvrstvená odvápněná sprašová hlína se známkami oglejení

Profil "Z"

Pseudoglej luvický na odvápněné sprašové hlíně a výraznými ferrany v eluviálním horizontu, Obr. 25 v přílohách.

humusová forma: drnový moder

F	0-5 cm	
H	4-5 cm	
Ad	5-15 cm	7.5YR 3/1, šedočerná, hlinitopísčité
En	15-35 cm	5YR 7/2, nápadné ferrany, písčitohlinitá
Bmt	35 – 65 cm	5YR 7/8, redoximorfni znaky s převažující rezivou barvou a šedou jazykovitostí, možný vliv laterálně migrující vody
BCg	65→ cm	bez známek vybělení, 7.5YR 7/8

1.7.5. Studijní plocha 4 - Křtiny

Profil "L"

Kambizem rankerová na silně skeletovité zvětralině jílovité břidlice dražanského kulmu
humusová forma: typický moder, Obr. 26 v přílohách.

L	0-2 cm	
Fa	2-3 cm	horizont humusové drti s projevy životní činnosti jak pro lesní půdu, tak i půdní fauny
Hh	3-4 cm	horizont humusové měli, tmavý, kompaktní, neshlehlý
Ah	4-13 cm	10YR 5/1, humózní lesní, nesoudržný, rozpadavé agregáty
Bv	13-50 cm	7YR 7/4, vyšší obsah prachu, hrudkovitá
Cr	50→ cm	10YR 5/2 spolu s fragmenty spodnokarbonské jílovité břidlice

Profil "Z"

Kambizem rankerová na silně skeletovité zvětralině jílovité břidlice dražanského kulmu
humusová forma: drnový moder, Obr. 27 v přílohách.

F + (H)	0-2 cm	sečená louka; pomístná nesouvislá měli s exkrementy půdní fauny
Ad	2-17 cm	10YR 6/1, humózní drnový, s náznaky soudržnosti
Bv	17-40 cm	7YR 7/3, soudržná, těžko drobná
Cr	40→ cm	početné fragmenty spodnokarbonské jílovité břidlice

2. Metody

2.1. Terénní práce – odběry půdních vzorků

Odběry půdních vzorků se prováděly přibližně v polovině každého měsíce od března do listopadu, celkem 9 odběrů sady půdních vzorků. Vzorky byly odebírány na 4 studijních plochách (plochy 1, 2a, 2b, 3 a 4), které se nacházejí na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny. Studijní plochy byly vybrány na rozhraní lesu a louka (nebo pole). Pro každou studovanou plochu se vyčlenil transekt les-ekoton-louka (orná půda), s odběrovými místy každé 3 m. V lese se odebíralo vždy na 5 odběrných místech, poté 1 odběrné místo na ekotonu a 5 odběrných míst na louce. Na každém odběrném místě se odebíral vzorek z hloubky 5 cm a 40 cm. Tedy celkem bylo každý měsíc analyzováno 110 vzorků (A + B horizont) na analýzu Cox a 55 vzorků (pouze A horizont) na analýzu HK:FK. Jednotlivé plochy jsou charakterizovány mezoklimatickými extrémy v rámci Polesí Habrůvka na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny, ty jsou uvedeny spolu s GPS souřadnicemi jednotlivých ploch (Tab. 3). Dále byly na každé lokalitě vykopány dvě půdní sondy, jedna v lesním porostu a druhá na obhospodařované půdě.

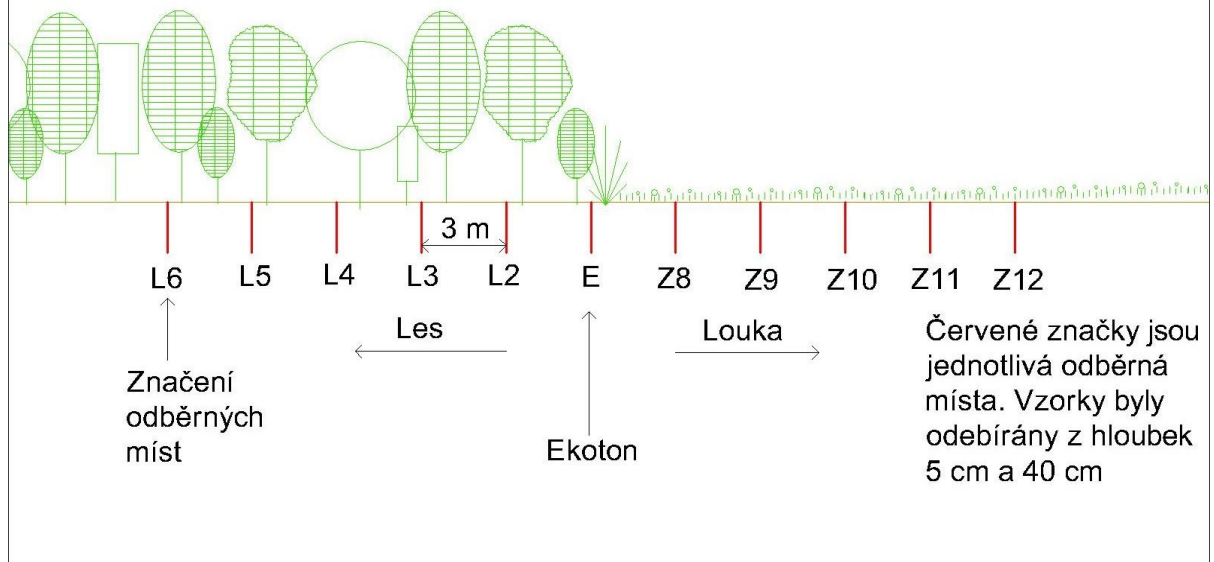
Tab. 4 – GPS souřadnice jednotlivých lokalit a mezoklimatické zařazení

Název lokality	Souřadnice	Mezoklima
1. Bukovinka	49.3018289N, 16.7983258E	Nejvlhčí
2a. Proklest orná půda	49.3162386N, 16.7725872E	Nejchladnější
2b. Proklest, trvalý travní porost	49.3327903N, 16.7560433E	Nejchladnější
3. Rudice	49.3262808N, 16.7282075E	Nejsušší
4. Křtiny	49.2948289N, 16.7503464E	Nejteplejší

První údaj GPS souřadnice je vždy zeměpisná šířka (N = north - severní šířka), druhý údaj označuje zeměpisnou délku (E = east - východní délka). Údaje jsou zaměřeny přístrojem GPS v souřadnicovém systému WG S84.

Následující obrázek 1 schematicky zobrazuje odběrná místa (vytvořeno v programu AutoCAD 2016)

Schematické znázornění odběrných míst



Obr. 1 - Schematické znázornění odběrných míst.

2.2. Základní statistické veličiny použité v práci

Aritmetický průměr: po sečtení hodnot a následném vydělení jejich počtem dostaneme tuto veličinu. Je zde problém s extrémními hodnotami, jelikož ty nám mohou výsledek značně zkreslovat.

Směrodatná odchylka: Je definována jako odmocnina z rozptylu (průměr druhých mocnin vzdálenosti od aritmetického průměru). Je nejlepší a nejpoužívanější charakteristikou variability. Její rozměr je stejný, jako rozměr veličiny, což je její hlavní výhodou.

Medián: Po seřazení hodnot od nejnižších k nejvyšším je modus číslem vyskytující se přesně uprostřed. U souborů se sudým počtem hodnot se medián vypočítá, jako průměr dvou hodnot, které se nacházejí uprostřed souboru. Relativně dobře eliminuje vliv extrémní hodnot (při dostatečném množství dat) (Drápela, 2012).

2.3. Laboratorní postupy

2.3.1. Stanovení poměru huminových kyselin a fulvokyselin

Pro stanovení poměru huminových a fulvokyselin jsem využíval metodiku podle Rejška (1999'), která je založena na měření absorbance při dvou vlnových délkách a následném stanovení kvocientu absorbance, který se převádí na dle tabulky na poměr huminových a fulvokyselin (Javorský, 1987).

Vzorek se analyzuje ve formě jemnozeme I (vysušený a přesátý přes síto 2 mm). Odvážíme 5 g vzorku do 250 ml PE-vzorkovnice a zalije se 200 ml roztoku 0.1 M pyrofosfátu sodného (před analýzou se do roztoku přidá 4 g hydroxidu sodného na 1 l roztoku). Suspenze se 1 hodinu umístí do horizontální třepačky a poté se vzorky nechají extrahovat po dobu 24 hodin. Extrakty se následně přelíjí do centrifugačních baněk, kde jsou centrifugovány. Poté jsou vzorky měřeny při dvou vlnových délkách: 465 nm a 665 nm, proti kalibračnímu vzorku (pouze roztok bez zeminy). Vypočítáme kvocient absorbance ($Q_{4/6}$) jako podíl naměřených hodnot při vlnových délkách 465 nm a 665 nm. Dále podle následující tabulky č. 4 vyjádříme funkcí závislost kvocientu absorbance na poměru huminových kyselin a fulvokyselin (hodnoty vyneseme do grafu a proložíme vhodnou exponenciální funkcí).

Tab. 5 – Závislost huminových kyselin a fulvokyselin na kvocientu absorbance humusových látek (Javorský, 1987).

Tabulka závislosti poměru huminových a fulvokyselin (HK:FK) na kvocientu absorbance humusových látek ($Q_{4/6}$)											
$Q_{4/6}$	3,0	3,5	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8
HK:FK	1,55	1,11	0,83	0,76	0,74	0,71	0,67	0,64	0,61	0,58	0,55
$Q_{4/6}$	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
HK:FK	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	0,4	0,38	0,37	0,35
$Q_{4/6}$	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
HK:FK	0,34	0,32	0,3	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,2	0,19	0,18

Touto funkcí následně výsledky vynásobíme a získáme poměr huminových kyselin a fulvokyselin vyjádřený číslem.

2.3.2. Stanovení půdního oxidovatelného uhlíku Cox

Ke stanovení oxidovatelného uhlíku (dále jen Cox) byla využita metoda oxidace vzorku chromsírovou směsí a následné měření na spektrofotometru. Postupovalo se dle metodiky z publikace Analýza půd III (Zbíral a kol. 2004), místo spalovacích tub byly použity skleněné 100 ml baňky zahříváné na ohřevné desce (místo mineralizačního bloku).

Vzorek se analyzuje ve formě jemnozeme II (vysušený a přesátý přes síto 0,25 mm). Navážka vzorku se odváží do 100 ml baňky, kam se následně pipetou přidá 5 ml roztoku 0.27 M dichromanu draselného. Poté se pipetou přidá 7,5 ml koncentrované kyseliny sírové, obsah baňky se opatrně promíchá a umístí na ohřevnou desku na dobu 30 minut. Po odejmutí z desky doplníme odměrné baňky destilovanou vodou až do 100 ml (po rysku). Obsah baňky se po úpravě objemu pečlivě promíchá. Suspenze se nechá 60 minut usadit a poté se odeberou vzorky do zkumavek, které se odstředí v centrifuze po dobu 10 minut. Měří se pouze dokonale čirý roztok. Spolu se vzorky připravujeme nejméně jeden slepý pokus. Vzorky jsou následně měřeny na spektrofotometru při vlnové délce 585 nm proti kalibračnímu vzorku. Pro získání výsledků je nutné sestavit kalibrační křivku (opakujeme stejný postup, jen místo půdy je použita glukóza), kterou získáme změřením známých navážek glukózy na spektrofotometru. Následně vyneseme hodnoty do grafu a proložíme funkcí závislosti absorbance na obsahu uhlíku (u glukózy je nám obsah uhlíku znám). Funkci vyjádříme rovnicí a tou následně přepočítáme naměřené hodnoty ze spektrofotometru. Získáme obsah oxidovatelného uhlíku ve váhových procentech sušiny. Obsah oxidovatelného uhlíku velice úzce koreluje s obsahem humusových látek v půdě.

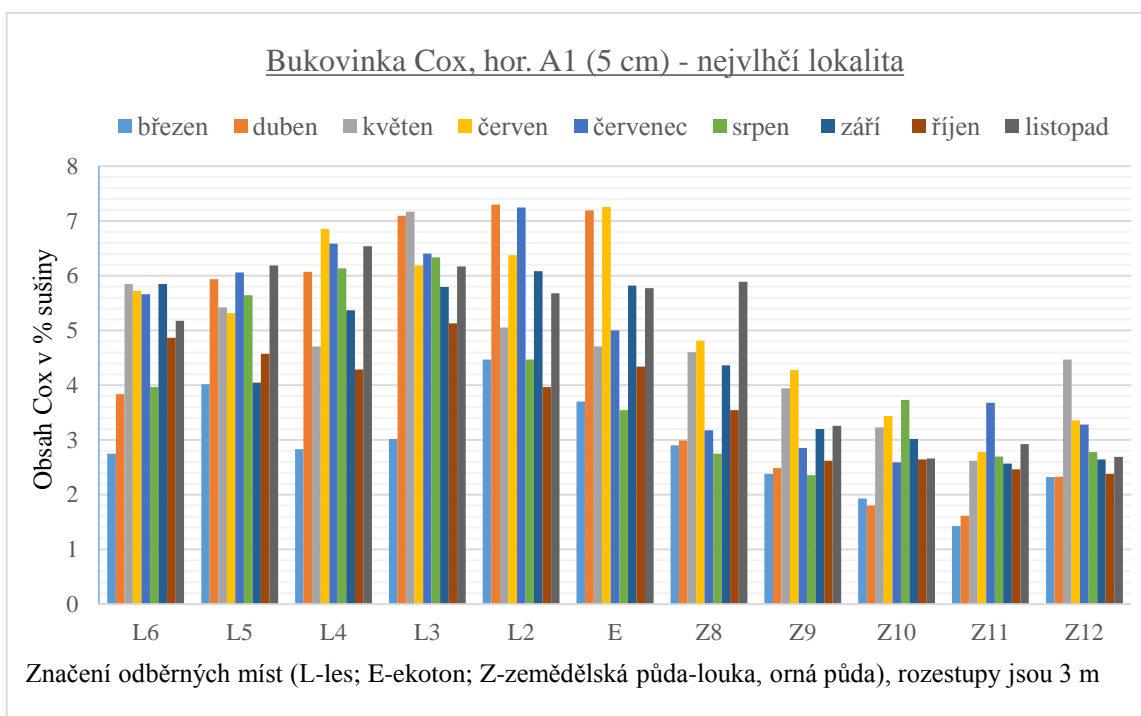
3. Výsledky

3.1. Lokalita č.1 – Bukovinka

3.1.1. Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm

Hodnoty Cox se na této lokalitě pohybují od 3% na trvalém travním porostu až do 7% na lesních půdách (Obr. 2). Z grafu je patrné, že více oxidovatelného uhlíku v A horizontech se nachází v lesních biotopech. Je to pravděpodobně způsobeno větším

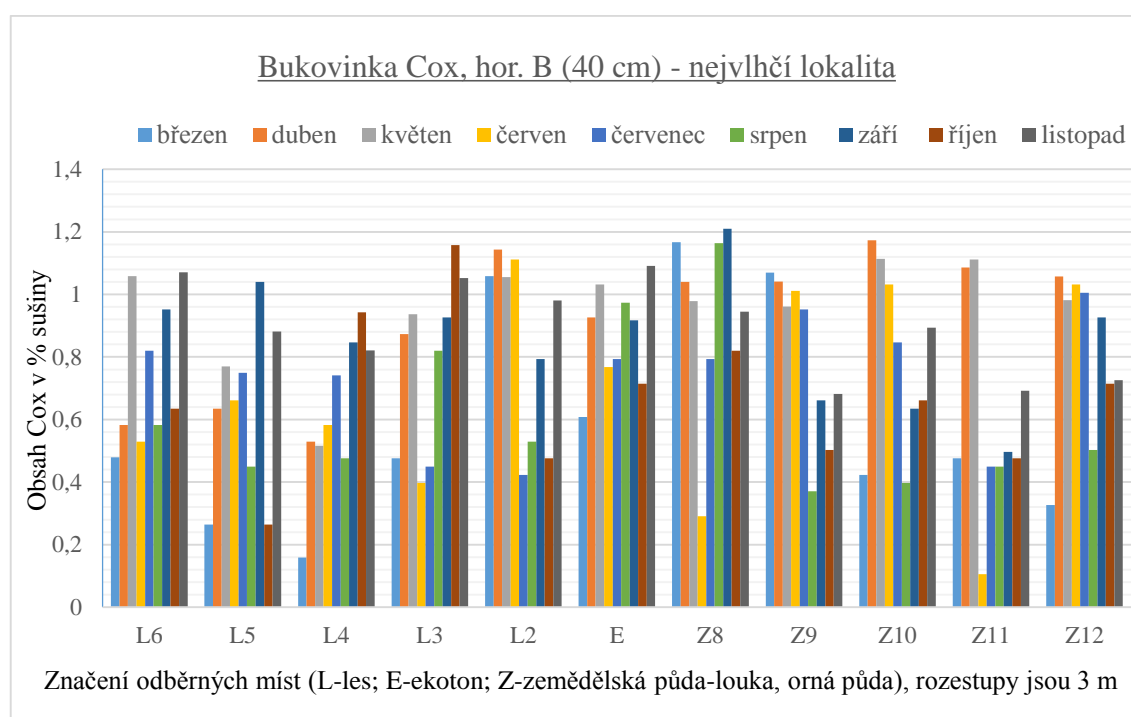
přísunem organické hmoty než na louce opadem asimilačního aparátu lesních dřevin a odumíráním lesních rostlin. To dodává značné množství organické hmoty do svrchních půdních horizontů půdy v lesním prostředí. Na louce je patrné pravidelné odebrání organické hmoty sečením (to se zde provádí 1x ročně), proto se zde organická hmota nedostává v takovém množství do půdního profilu. Je zde pravděpodobně také jistý vliv odebrání vzorků z hloubky 5 cm pro účely projektu, jelikož v lese je poměrně velká vrstva hrabanky a povrchových forem humusu, které mohou mít právě i několik cm. Horizont A se tedy může nacházet u lesní půdy hlouběji, než u louky a celkově má půda jinou stratigrafii, jak lze vidět ze snímků půdních sond v přílohách (Obr. 18, 19). Je zde také zřetelně patrný ekotonový efekt, kdy se nejedná o radikální změnu obsahu oxidovatelného uhlíku v rámci dvou sousedních vzorků, ale změna průběžně probíhá od vzorků L2 přes E až po Z8. Opad stromů přirozeně spadá i na okraj louky, čímž navyšuje množství humusových látek zde se nacházejících. Co se sezónní dynamiky týče, je zde po vytvoření aritmetického průměru z dat jednotlivých měsíců patrný trend nárůstu organické hmoty po opadu listů na podzim a pokles v letních měsících (patrně zvýšená aktivita rozkladných procesů).



Obr. 2 - Nejvlhčí lokalita, Bukovinka. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.1.2. Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm

V horizontu B (odběrná hloubka 40 cm, Obr.3) se hodnoty Cox pohybují v rozmezí 0,2 – 1,2 %, což je řádově několikrát méně, než v A horizontu. Je to logické, protože B horizonty téměř nikdy neobsahují takové množství humusových látek jako A horizonty. Ve větší míře se zde nachází spíše minerální složky půdy. Vzhledem k velmi malým měřeným rozdílům je zde obtížné stanovovat sezónní dynamiku, některé vzorky mají dokonce opačnou sezónní dynamiku. Zdá se, že humus v těchto horizontech podléhá daleko menším sezónním změnám, než v horizontech A.

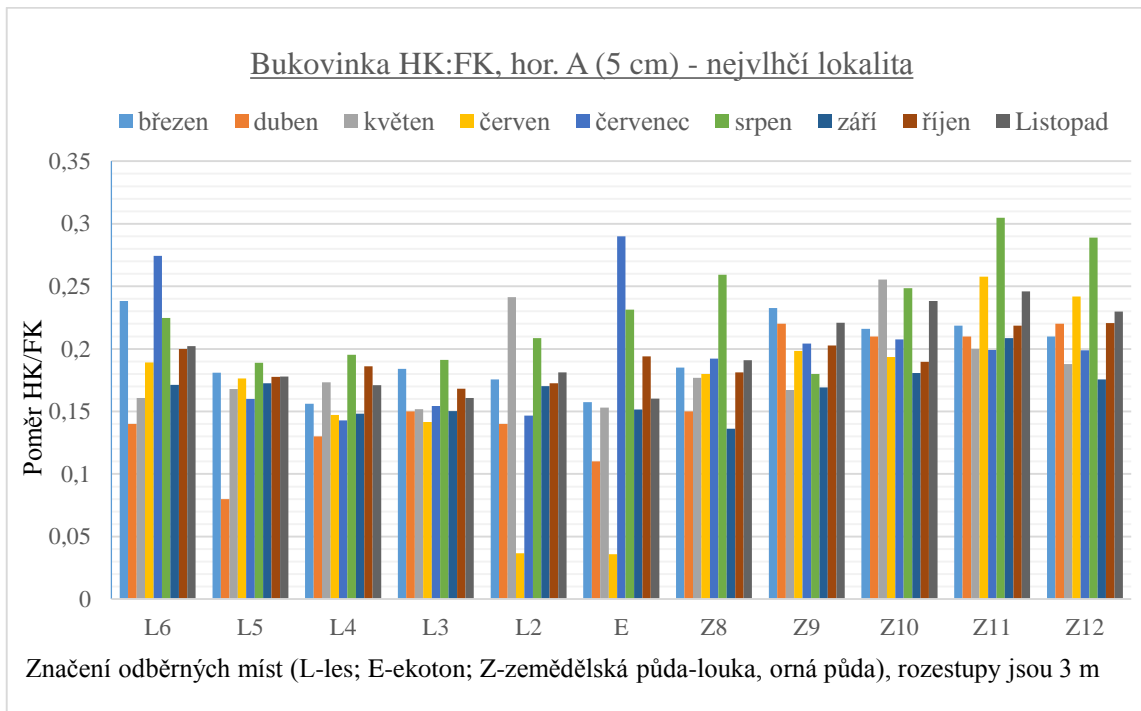


Obr. 3 – Nejvlhčí lokalita, Bukovinka. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.1.3. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm

Z grafu poměru huminových kyselin a fulvokyselin pro horizont A1 (Obr. 4) je patrné, že zemědělská půda má méně humusových látek (Cox), ale zato vyšší kvalitu (příznivější poměr HK:FK). Není zde patrná sezónní dynamika, ostatně humusové látky

jsou většinou stabilní povahy a nemění příliš rychle své složení a charakter během krátké doby.



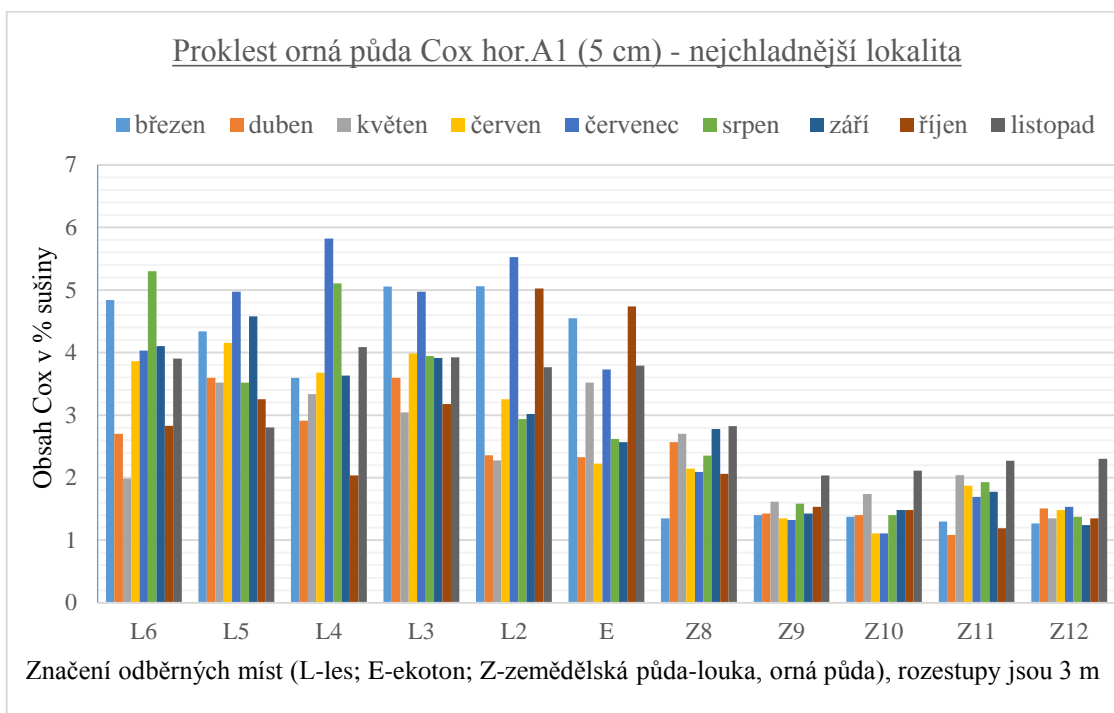
Obr. 4 – Nejvlhčí lokalita, Bukovinka. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.2. Popis výsledků z lokality č. 2a – Proklest orná půda

3.2.1. Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm

Na ploše Proklest (2a) můžeme sledovat obdobný trend v Cox v organominerálním horizontu (Obr. 5), jako v organominerálních horizontech na ploše č. 1 (Obr. 2) Je zde jasně viditelné, jak je orná půda unifikována orbou. Na odběrné místo Z8 má patrně vliv lesní společenstvo svým opadem i příznivějším mikroklimatem, proto je zde více oxidovatelného uhlíku. Celkově je menší množství organické hmoty v hloubce odběru 5 cm na poli patrně způsobeno absencí humusových horizontů (orba) a jejich promícháním (‘‘naředěním’’) do půdního profilu v rozmezí hloubky orby (dle půdní sondy patrně 25-30 cm). Ve vzorcích z lesa (L6 - L2) vycházejí podobné hodnoty oxidovatelného uhlíku, jako u Bukovinky (plocha č. 1). Je zde patrný u všech vzorků pouze listopadový nárůst, což může být pravděpodobně vyvoláno ponecháním

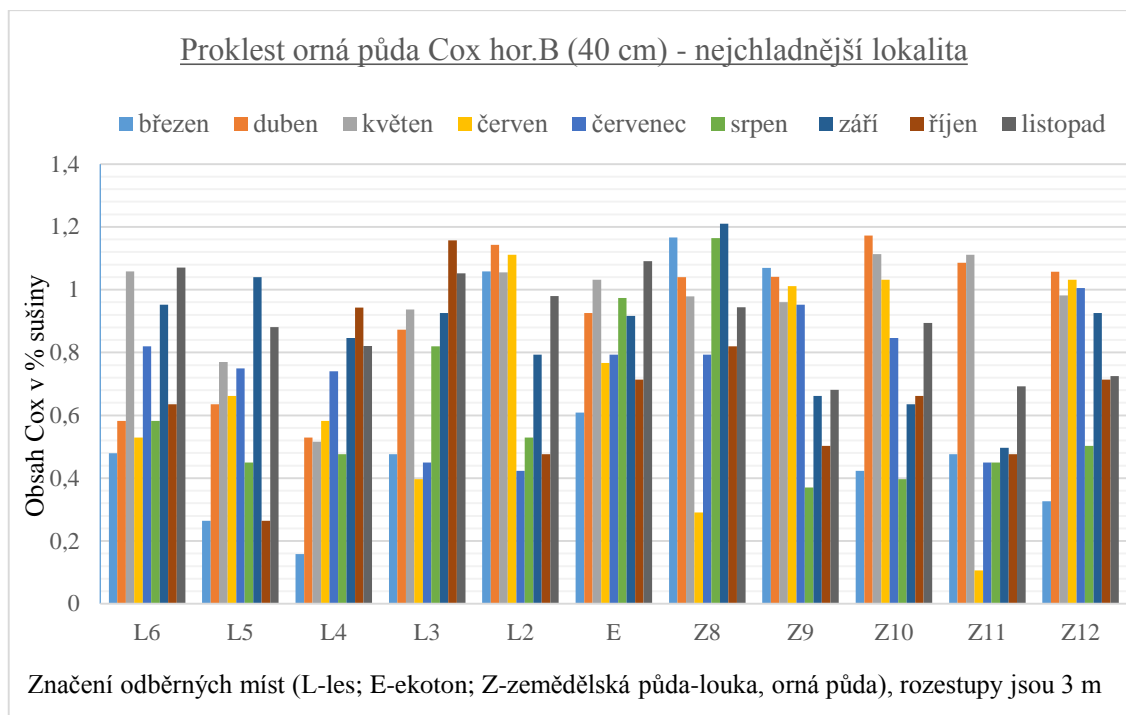
posklizňových zbytků a jejich částečnou mineralizací. Ze starých ortofoto snímků z 50. let z webu české informační agentury životního prostředí je patrné, že malé pole mělo o něco větší výměru do všech stran, než nyní, proto je zde možná ještě v paměti půdy uchováno, že se oralo na místech E a L2, které nabývají lehce nižších hodnot. Les se na ně možná rozšířil až o něco později.



Obr. 5 – Nejchladnější lokalita, proklest orná půda. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.2.2. Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm

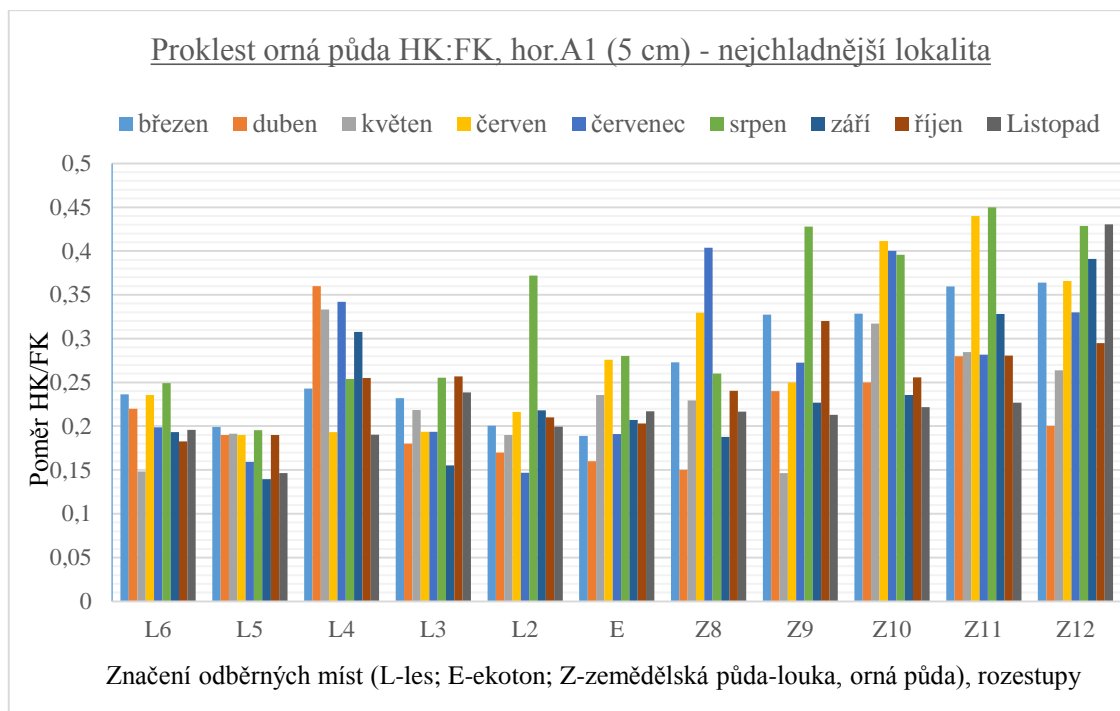
Hodnoty z B horizontů plochy č. 2a (Obr. 6) jsou podobné, jako u plochy č. 1. (Obr. 3) V rámci roku se hodnoty pohybují přibližně od 0,2 do 1,2 %. Dle mediánů jednotlivých měsíců lze sledovat, že nejnižší je březen, poté jsou však hodnoty značně rozkolísané. V těchto hloubkách se však množství organické hmoty mění daleko méně, než v A horizontech. Její obsah je menší a stabilnější.



Obr. 6 – Nejchladnější lokalita, proklest orná půda. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.2.3. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm

Z grafu pro poměr huminových kyselin a fulvokyselin pro horizont A1 a plochu č. 2a (Obr. 7) je patrné, že kvalitnější humus (více huminových kyselin) se vyskytuje na zemědělských půdách. Humusu je zde však téměř dvojnásobně méně (viz. Graf zde musí být číslo grafu nikoli popis grafu). Sezónní dynamika je značně rozkolísaná. V průměru jsou březnové hodnoty 0,27. Následuje pokles (až na 0,22) a postupný růst s kulminací v srpnových 0,32. Poté opět následuje pokles na nižší hodnoty (0,24; 0,24; 0,23).

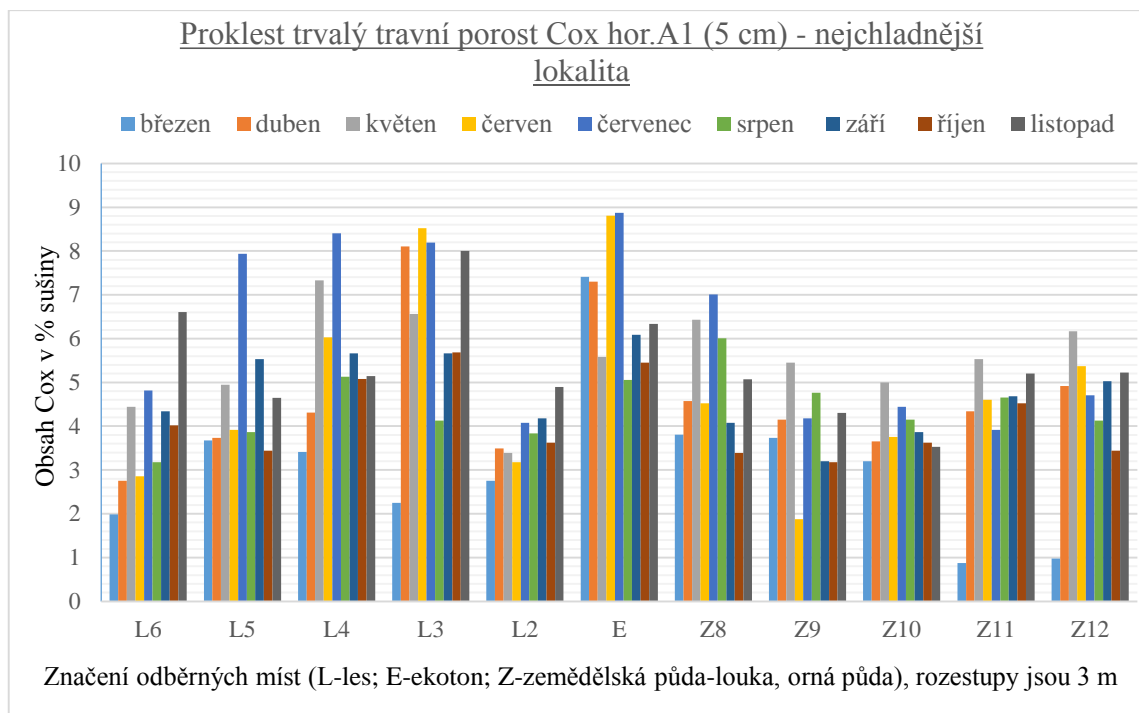


Obr. 7 – Nejchladnější lokalita, proklest orná půda. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.3. Popis výsledků z lokality č.2b – Proklest, trvalý travní porost

3.3.1. Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm

Zde se jedná o plochu s trvalým travním porostem a lesem. Ze statistických charakteristik je zde patrná sezónní dynamika s postupným nárůstem až k červenci (Obr. 8). V srpnu potom následuje výrazný pokles, poté relativní stagnace a v listopadových vzorcích opět znatelný nárůst hodnot. Na leteckých snímcích z 50 let z webových stránek české informační agentury životního prostředí se zde v blízkosti vyskytuje holina. Je však obtížné říci, jestli přesně na odběrných místech, jelikož přesnost těchto map není tak velká. Ve výsledcích není patrná žádná závislost, výsledky jsou značně rozkolísané. Jen na lesních půdách bylo v některých vzorcích výrazně více oxidovatelného uhlíku. Výsledky z trvalého travního porostu jsou těchto extrémů zbaveny a mají vyrovnanější charakter. Na zde se vyskytující louce se odebírá organická hmota 1x ročně sečením.

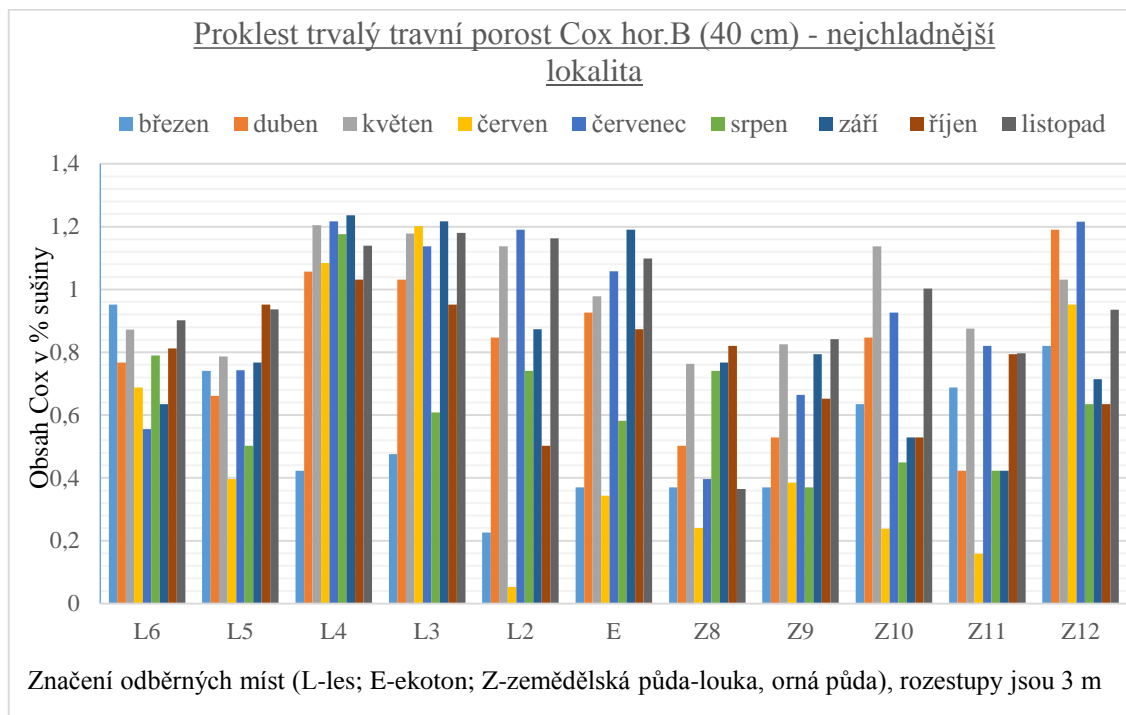


Obr. 8 – Nejchladnější lokalita, proklest, trvalý travní porost. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.3.2. Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm

Na této lokalitě (2b 40cm) je patrné ze statistických charakteristik, že výrazně více organické hmoty se nachází v lesních porostech (Obr. 9). Ovšem opět se pohybujeme oproti A (5cm) horizontu, v rozsahu přibližně od 0,4 do 1,2 % Cox, což je 3-8x méně, než v A horizontu. Může to být způsobeno již výše zmíněným vyšším přísunem organické hmoty u lesních půd a následným splavením do nižších půdních horizontů, illimerizace s sebou s translokací koloidů bere i malé množství organických látek (Jandák a kol. 2014). Také to může být způsobeno již zmiňovanou stratifikací půdy, jelikož v půdní sondě vykopané na lesní půdě sahá horizont Ev do hloubky 40 cm, na louce pak jen do hloubky 35 cm, v hloubce 35-55 cm se na louce nachází horizont Bt. Tento jev tedy může být způsoben též větším obsahem Cox v horizontech Ev, než v horizontech Bt (odběrná hloubka je 40 cm). Je zde patrný trend, že odběrná místa, která měla v horizontech A (5 cm) více oxidovatelného uhlíku ho mají více právě i v hloubce 40 cm (L4, L3, E, Z12), což by mohlo být způsobeno již zmiňováním

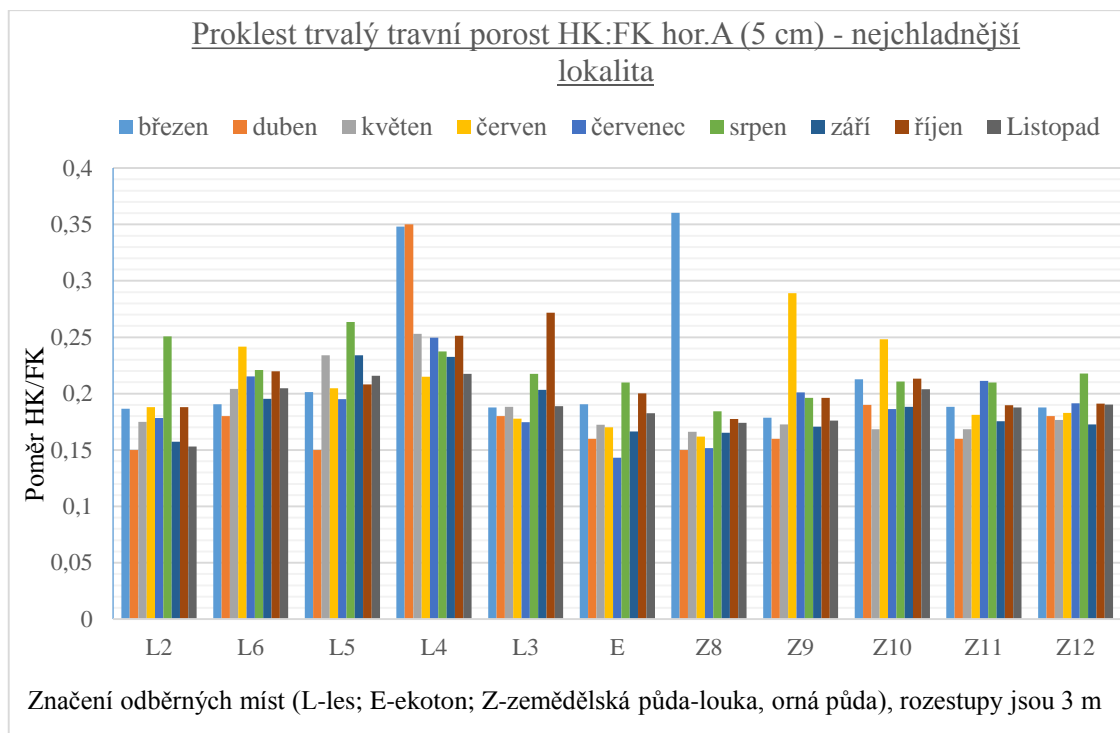
vyplavováním části organické hmoty do hlubších horizontů půdy. Sezónní dynamika zde není patrná a je po zprůměrování jednotlivých měsíců značně rozkolísaná.



Obr. 9 – Nejchladnější lokalita, proklest, trvalý travní porost. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.3.3. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm

Z poměru huminových kyselin a fulvokyselin (Obr. 10) je patrné, že nejvyšší hodnoty nabývá odběrné místo L4. Svým mediánem i aritmetickým průměrem je přibližně o 4 desetiny výše, než ostatní odběrná místa (s výjimkou vzorků L3 a E v hloubce 5 cm). Celkově je lepší poměr HK:FK v této lokalitě na lesních půdách. Je zde tedy více humusu a zároveň je kvalitnější. Z křivky sezónní dynamiky zde není patrná žádná závislost, jednotlivé měsíce se rozkolísaně pohybují okolo průměrné hodnoty 0,2.

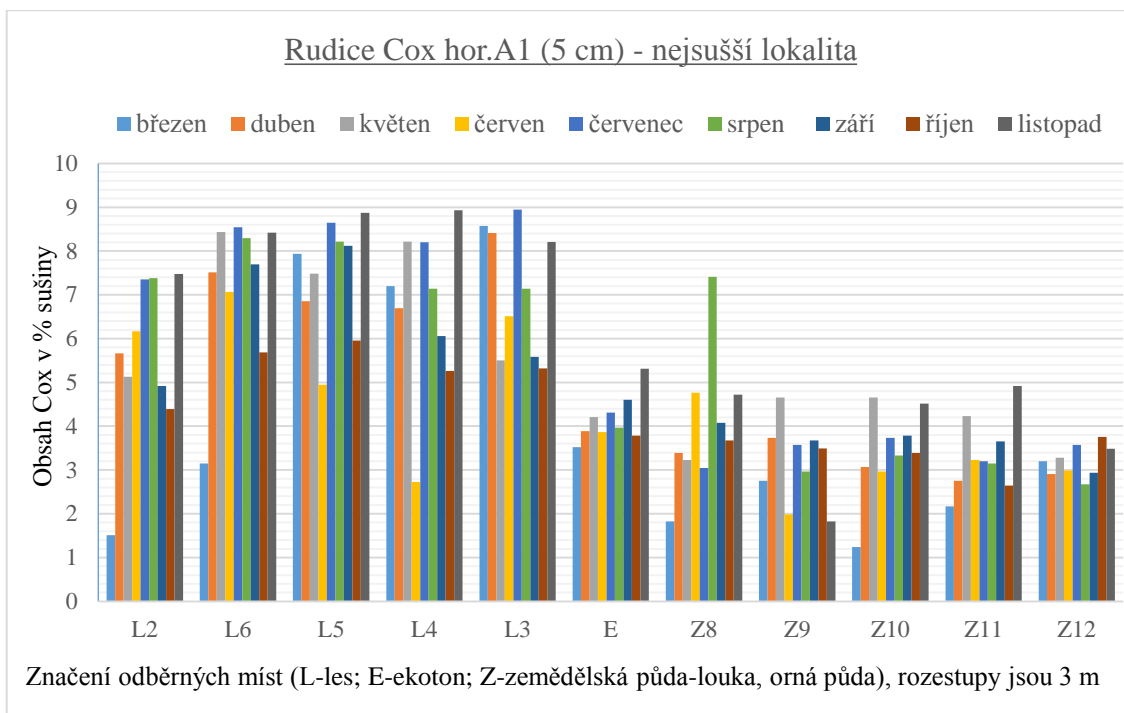


Obr. 10 – Nejchladnější lokalita, proklesť, trvalý travní porost. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.4. Popis výsledků z lokality č. 3 – Rudice

3.4.1. Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm

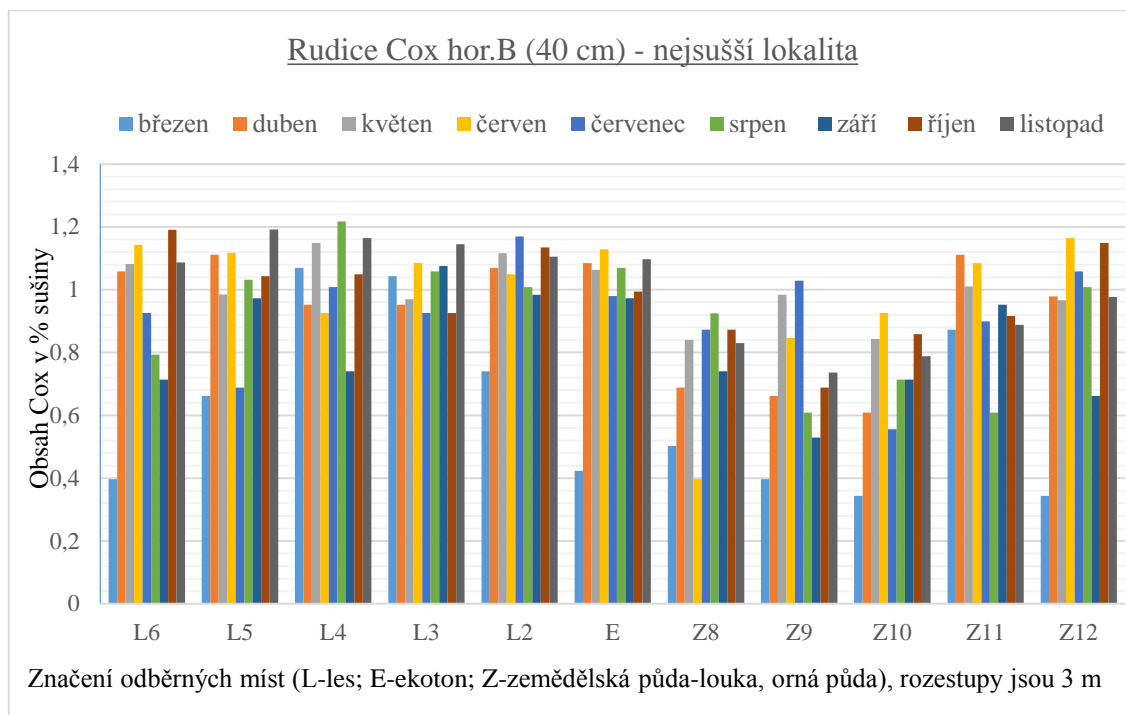
Ze starých ortofoto snímků z 50. let z webu české informační agentury životního prostředí je patrné, že hranice lesa se v historii posunula, celkově zdejší okolní krajina prodělala výrazné změny struktury, ale je těžko dohledatelné, kdy a jaké. Z grafu oxidovatelného uhlíku z A horizontu (5 cm), (Obr. 11) je patrný podobný trend, jako u předcházejících ploch (1, 2a). Na ploše s porostem dřevin je téměř dvakrát více oxidovatelného uhlíku, než na louce. Co se sezónní dynamiky týče, je zde patrný trend pozvolného nárůstu do srpna (ze 4 do 6 %), poté následuje pokles hodnot od srpna do října (z 6% opět lehce nad 4%). V listopadu poté následuje nárůst přes 1% (přibližně z 4% na 5%).



Obr. 11 – Nejsušší lokalita, Rudice. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.4.2. Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm

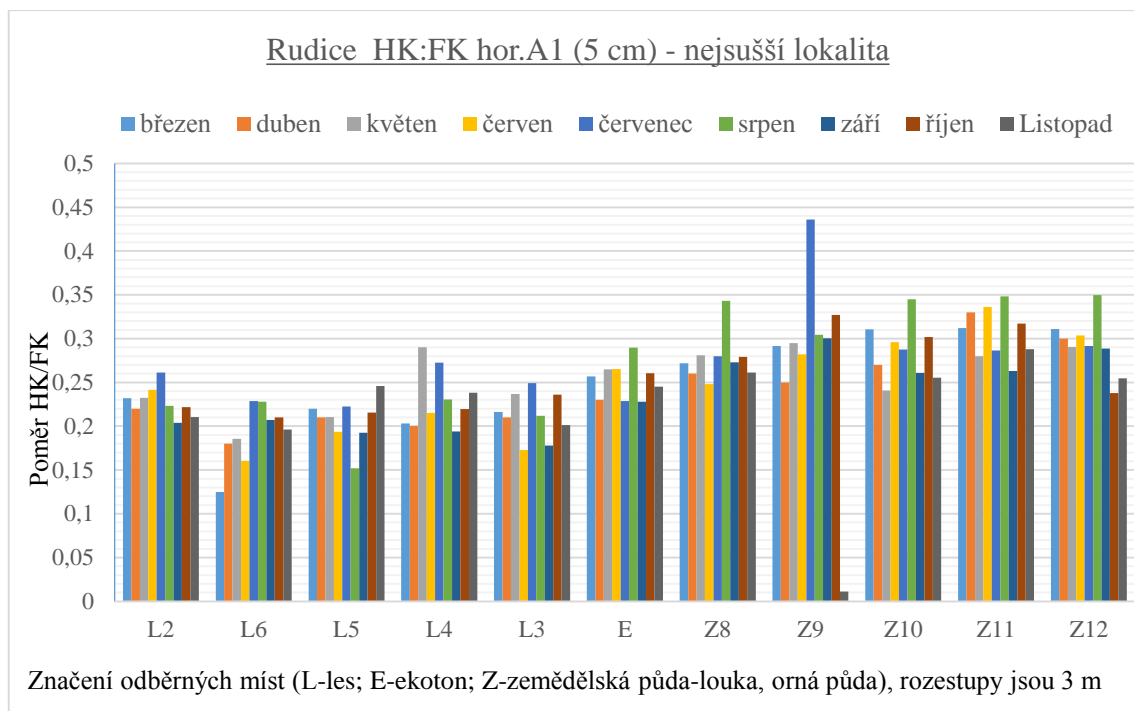
Z grafu hodnot Cox pro horizont B (40 cm), (Obr. 12) jsou patrné opět vyšší hodnoty na lesních plochách. Obsah oxidovatelného uhlíku se pohybuje v hodnotách přibližně od 0,4 do 1,2. Místa Z11 a Z12 dosahují vyšších hodnot oxidovatelného uhlíku. Z hlediska sezónní dynamiky zde není patrný žádný výrazný trend.



Obr. 12 – Nejsušší lokalita, Rudice. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.4.3. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm

Poměr huminových kyselin a fulvokyselin vychází výrazně vyšší na loukách (Obr. 13). Nemělo by být ovšem opomenuto, že celkový obsah humusu je zde výrazně nižší. Co se sezónní dynamiky týče, jsou zde nevýrazné změny poměru HK:FK mezi jednotlivými měsíci (nejvyšší rozdíly okolo 0,05).

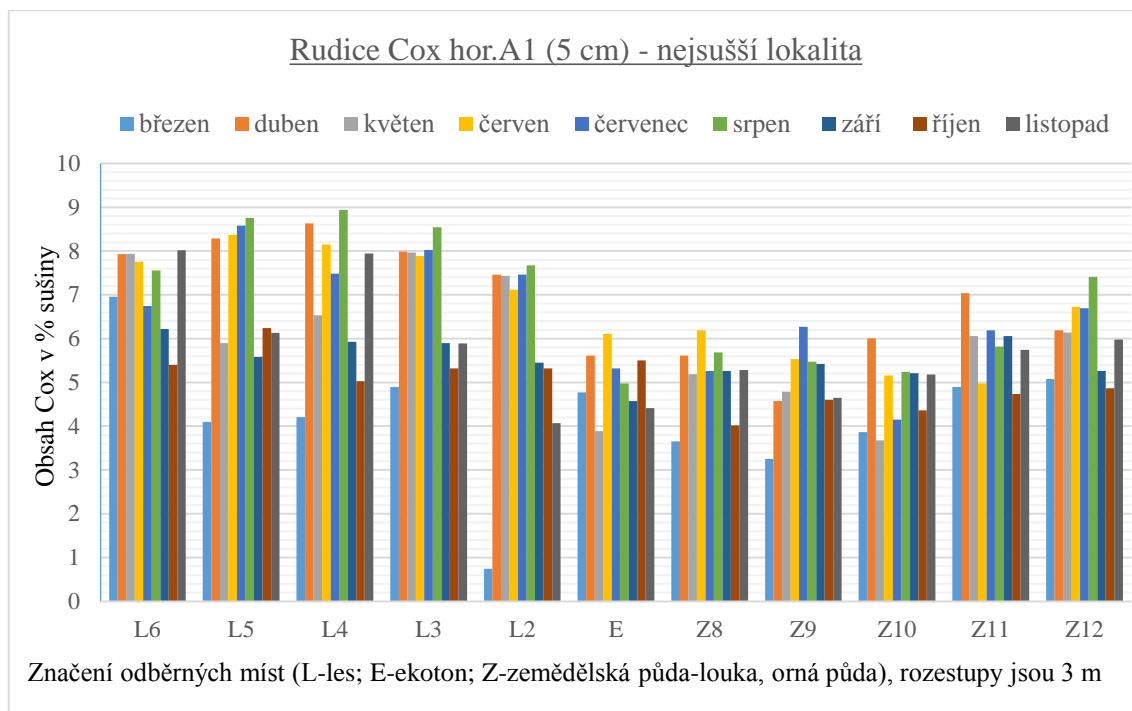


Obr. 13 – Nejsušší lokalita, Rudice. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.5. Popis výsledků z lokality č. 4 – Křtiny

3.5.1. Oxidovatelný uhlík, hloubka 5 cm

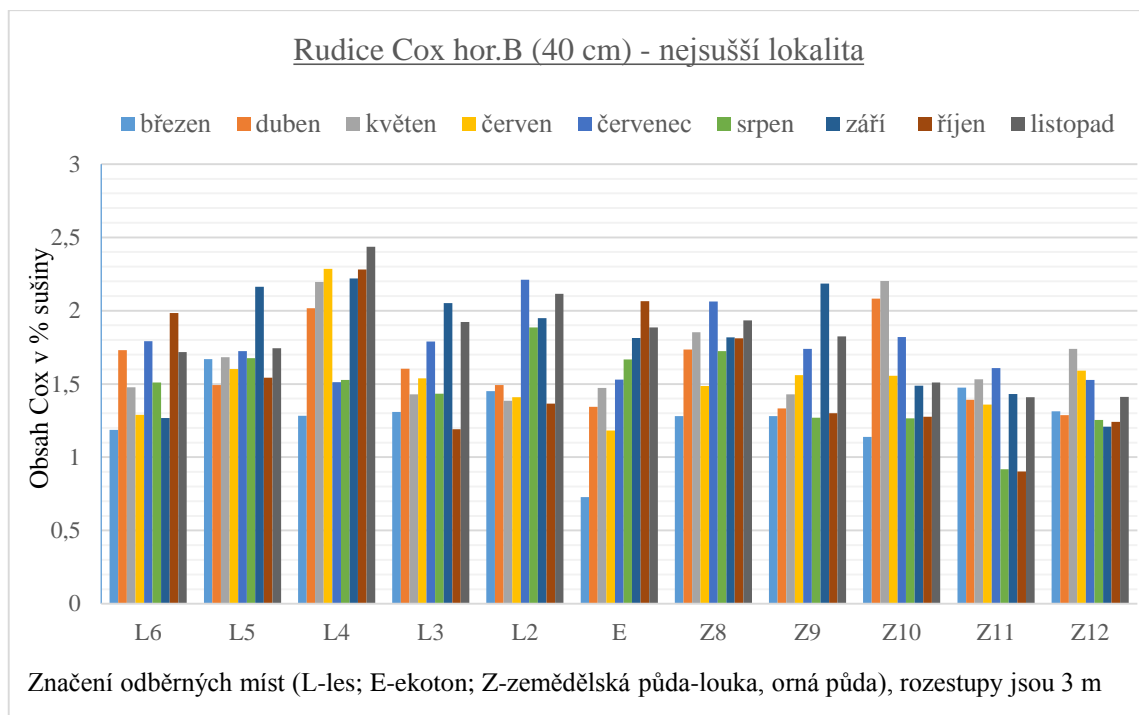
Ze starých ortofoto snímků z 50. let z webu české informační agentury životního prostředí je patrné, že na místech, kde se nyní nachází trávník, byla dříve orná půda. Tato lokalita se nachází v blízkosti budov správy Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny. Proto zde v současnosti provádí správce objektu výrazně častější sečení, než na ostatních lokalitách. Je zde patrný opět větší obsah oxidovatelného uhlíku (Obr. 14) na lesních plochách, průměrně 7%, oproti louce průměrně 5%, což je patrně způsobeno intenzivním odběrem organické hmoty na louce v podobě sečení a vyšším přísunem organické hmoty v podobě opadu asimilačního aparátu dřevin. Sezónní dynamika se zde vyznačuje postupným nárůstem hodnot až do srpna (přibližně od 4% do 7%). Poté následuje v září a říjnu pokles hodnot k 5%. V listopadu je opět viditelný nárůst k 6%.



Obr. 14 – Nejteplejší lokalita, Křtiny. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.5.2. Oxidovatelný uhlík, hloubka 40 cm

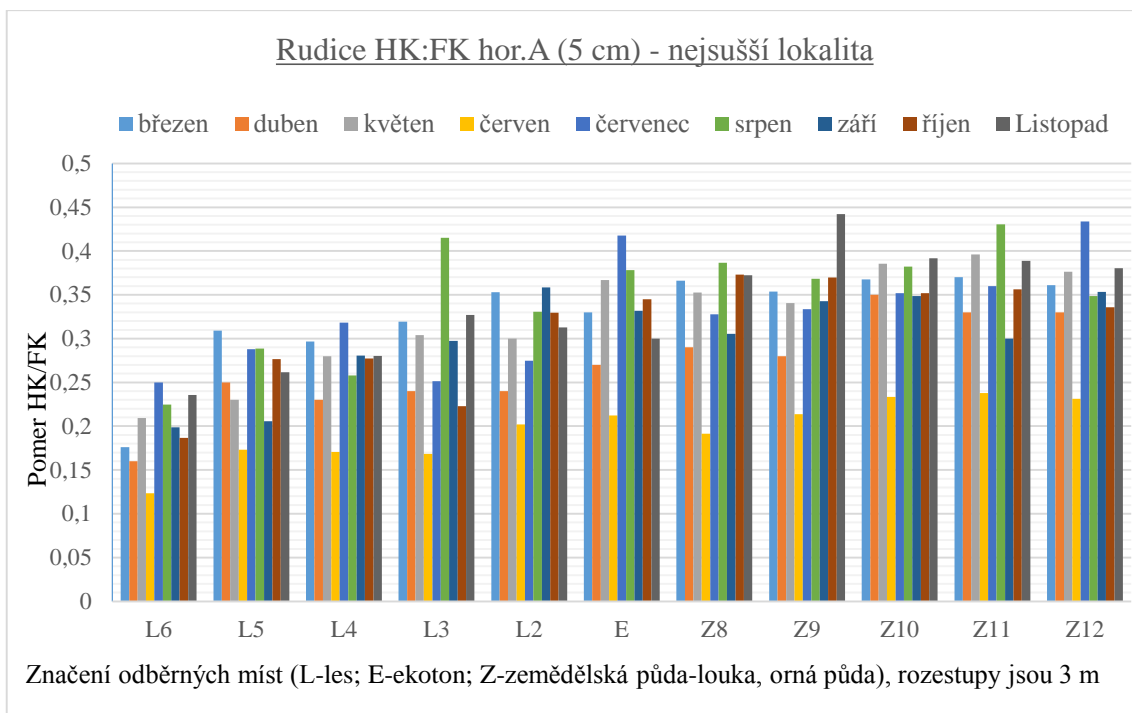
Na vzorcích z hloubky 40 cm je patrný mírně větší obsah oxidovatelného uhlíku na vzorcích z lesa. (Obr. 15) Co se sezónní dynamiky týče, je zde značně rozkolísaná a není patrný žádný zřetelný trend.



Obr. 15 – Nejteplejší lokalita, Křtiny. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

3.5.3. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin, hloubka 5 cm

Z grafu HK:FK pro plochu číslo 4 (Obr. 16) je patrný postupný, velmi plynulý nárůst hodnot od plochy L6 (aritmetický průměr 0,2) až do plochy Z9 (aritmetický průměr 0,35). Humus je tedy výrazně kvalitnější na louce, než na lesní půdě. Sezónní dynamika je zde velmi rozkolísaná a není zde výrazný žádný trend.



Obr. 16 – Nejteplejší lokalita, Křtiny. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

4. Závěr

Cílem předložené studie bylo posouzení rozdílnosti vývoje obsahu oxidovatelného uhlíku a poměru huminových kyselin a fulvokyselin pro 3 případy:

A) lesní půda

B) zemědělská půda - trvalý travní porost/louka nebo orná půda

C) ekoton

Se záměrem eliminovat rozdíly mezi různými půdními vlastnostmi byly vybrány 4 studijní plochy (na jedné studijní ploše se odděleně vyhodnocovala orná půda a trvalý travní porost/louka) které by se lišily z krajinářsky klíčového hlediska: svým mezoklimatem. Studijní plochy se nachází na polesí Habrůvka Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny, kde můžeme konstatovat, že plocha č. 1 je nejvlhčí (Bukovinka), plocha č. 2 (Proklest) je nejstudenější, plocha č. 3 (Rudice) je nejsušší a plocha č. 4 (Křtiny) je nejteplejší. Získané výsledky laboratorních analýz byly studovány prioritně z krajinářského hlediska: oba půdní parametry (Cox a HK:FK) byly posuzovány z pohledu rozdílnosti krajinných segmentů dle svého využívání člověkem. Oba dva půdní parametry byly sledovány v A horizontech, hodnoty Cox byly sledovány také v B horizontech a to po dobu 9 měsíců, od začátku, do konce vegetační doby (březen až listopad).

Prvním vyhodnoceným krajinným prvkem jsou rozhraní mezi lesní a zemědělskou půdou, ekotony a to jak pro Cox, tak pro HK:FK. U oxidovatelného uhlíku pro oba půdní horizonty, u pro HK:FK pro A horizont.

1. Co se sezónní dynamiky oxidovatelného uhlíku týče, tak na nejstudenější ploše č. 2 (Proklest), je charakter sezónní dynamiky obsahu Cox v A horizontu na ekotonu odlišný, než v lese a na zemědělsky využívané půdě. Ekoton má pro tento půdní parametr obdobnou sezónní dynamiku, jako půda zemědělská na ploše nejsušší (Rudice) a nejteplejší (Křtiny). Na ploše nejvlhčí (Bukovinka) má naopak sezónní dynamika Cox v A horizontu velmi obdobný charakter na ekotonu s charakterem sezónní dynamiky na lesní půdě.
2. Ekoton hodnocený v B horizontu dle svého obsahu oxidovatelného uhlíku vykázal tyto interpretace: především je nutno zdůraznit, že zákonitě nízké obsahy oxidovatelného uhlíku v B horizontu (podpovrchovém, minerálním) musí vést

k tak malým rozdílům v trendech, že je očekávatelné předem, že u některých krajinných segmentů se jejich mezoklima na obsahu oxidovatelného uhlíku v daných 40 cm vůbec neprojeví. Toto je možno prokázat u plochy nejvlhčí (Bukovinka) a plochy nejteplejší (Křtiny). U zbývajících dvou ploch nejstudenější (Proklest) a plochy nejsušší (Rudice) má sezónní dynamika obsahu oxidovatelného uhlíku na ekotonu obdobný charakter, jako na lesní půdě.

3. Celkově lze ekoton od krajinných segmentů odlišených mezoklimatem pro obsahy oxidovatelného uhlíku v půdních profilech charakterizovat takto: vzhledem k hloubce 40 cm, kde je zákonitě velmi nízký obsah organického uhlíku, který nepodléhá tak výrazným změnám v průběhu vegetačního období, jako je tomu v povrchovém A horizontu, je možno konstatovat, že nejvýraznější ekotonový efekt je na nejstudenější ploše (Proklest). Naopak na ploše nejsušší (Rudice) můžeme nalézt tak protichůdné hodnocení na ekotonu, že je patrné, že při nízkém vstupu srážkové vody do půdy se v obsahu organické hmoty ekotonový efekt systematicky neprojeví vůbec. Na ploše nejvlhčí se ekotonový efekt projeví, jako pokračování vývoje lesní půdy, zatímco na ploše nejteplejší jako pokračování vývoje na půdě zemědělské. Souhrnem je tedy možno říci, že obsah organického uhlíku vykazuje na ekotonu největší kontrast vůči oběma sousedním ekosystémům tehdy, když dochází díky nízkým teplotám ke zcela odlišné dekompozici organické hmoty v lese a na zemědělsky využívané půdě. Je-li naopak krajinný segment suchý, pak se dekompozice řídí jinou zákonitostí, než je kontrast mezi člověkem různě využívanými krajinnými segmenty.
4. Podle poměru obsahů HK:FK v A horizontu je možno konstatovat, že ani na ploše nejvlhčí (Rudice) ani na nejstudenější (Proklest) se ekotonový efekt neprojevuje. Naopak, se výrazně projevuje na ploše nejsušší (Rudice). Na ploše nejteplejší (Křtiny) má charakter sezónní dynamiky poměru HK:FK obdobný vývoj, jako na zemědělské půdě.
5. Souhrnem je tedy možno říci, že změna poměru mezi huminovými kyselinami a fulvokyselinami reaguje v povrchovém horizontu na hranici krajinných segmentů podle jejich využívání člověkem tehdy, je-li daný krajinný segment suchým stanovištěm. To znamená, že v případě relativního nedostatku vody v půdě je to právě hranice mezi lesem a zemědělsky využívanou půdou, která významně ovlivňuje složitost produktů humifikace.

Hodnocení vztahu mezi krajinným segmentem využívaným, jako les a na stejném stanovišti jako trvalý travní porost bude opět vycházet z poměru HK:FK a obsahu oxidovatelného uhlíku:

1. Podle poměru HK:FK je vidět stejný charakter vztahu mezi lesem a trvalým travním porostem pro nejvlhčí (Bukovinka) a nejsušší (Rudice) studijní plochu: V obou případech jsou poměry HK:FK v lese nižší, než na zemědělské půdě a to do vzdálenosti 15 m obou dvou krajinných segmentů od ekotonu. To znamená, že na stanovištích, kde je rozhodující obsah vody se jako krajinářsky nejvýraznější hledisko ve prospěch kvality půdy (vyšší hodnota HK:FK) projevuje zemědělská činnost. Je-li tedy srážková voda tím rozhodujícím klimatickým parametrem, pak je to zemědělská činnost člověka, která zlepšuje kvalitu půdy.
2. Na nejstudenější studijní ploše (Proklest) je situace opačná: vyšší hodnoty HK:FK nalézáme v průběhu celého roku v lese. Na zbývající nejteplejší (Křtiny) ploše je situace spíše obdobná plochám nejvlhčí (Bukovinka) a nejsušší (Rudice).
3. Souhrnem je tedy možno říci, že vliv člověka je na zvýšení poměru HK:FK v krajině markantní tehdy, když je daný krajinný segment charakterizován srážkovým extrémem. Přirozenost vývoje lesní půdy se na vysoké hodnotě HK:FK projeví na tom krajinném segmentu, kde jsou vymežujícími parametrem klimatu nízké teploty, při nichž se vliv zemědělské činnosti na zvýšení kvality půdy neprojeví.
4. Hodnocení vztahu mezi lesní a zemědělskou půdou (krajinnými segmenty odlišně využívanými člověkem) bylo provedeno i na základě laboratorně zjištěných obsahů oxidovatelného uhlíku v povrchovém A horizontu a podpovrchovém B horizontu.
5. Získané laboratorní výsledky pro A horizont dokládají stejný charakter sezónní dynamiky obsahu Cox pro všechny 4 případy místního klimatu: vždy je vyšší obsah Cox na lesní půdě, než na půdě zemědělské. Souhrnem je tedy možno říci, že přirozený vývoj lesních půd ve srovnání s trvalým travním porostem vede v průběhu celého vegetačního období k vyšším hodnotám Cox v A horizontech, v krajinných segmentech s nehomogenizovanou půdou (les) ve srovnání s hospodařením člověka (TTP).

I při nízkých obsazích Cox v B horizontech je možno provést též srovnání krajinných segmentů podle využívání člověkem (les vs. TTP) a to takto:

1. Stejný charakter vztahu mezi lesem a trvalým travním porostem, jako byl v horizontu A, je u horizontu B pro studijní plochy nejstudenější (Proklest) nejsušší (Rudice) a nejteplejší (Křtiny). Nejvlhčí plocha (Bukovinka) je ve svém B horizontu jediným případem, kdy nelze odlišit rozdílnost obsahů oxidovatelného uhlíku mezi lesní půdou a půdou trvalého travního porostu.
2. Souhrnně je tedy možno říci, že není-li půda homogenizována lidskou činností, obsahuje více oxidovatelného uhlíku, než je tomu v případě homogenizace pro založení a udržení trvalého travního porostu.

Předkládaná bakalářská práce měla za svůj poslední cíl srovnání zemědělsky využívaných krajinných segmentů mezi sebou, tedy orné půdy a půdy trvalého travního porostu. Toto srovnání bylo umožněno tím, že na studijní ploše č. 2 (Proklest) je vedením ŠLP ML Křtiny jeden krajinný segment obhospodařován dlouhodobě jako půda orná. Zjištěno bylo toto:

1. Krajinářsky velmi zajímavé je vyhodnocení výsledků laboratorních analýz obsahu Cox v A horizontu. Je evidentní, že v průběhu celého vegetačního období je obsah na orné půdě do vzdálenosti 15 m od ekotonu výrazně nižší, než u trvalého travního porostu. Vysvětlení je patrně dáno eluviací (vyplavováním) humusových látek z půdního povrchu po provedeném zaorání organických hnojiv (viz. Bod 2.)
2. Původně lesní půda, která je dlouhodobě obhospodařována orbou v podmínkách nejstudenější lokality zájmového území zákonitě ztrácí po orbě část organické hmoty jejím přesunem ve směru zasakování srážkové vody. V hloubce 40 cm je již výrazně vyšší obsah oxidovatelného uhlíku na orné půdě ve srovnání s půdou trvalých travních porostů. Zde se patrně kombinuje jednak přesun vyplavováním z oraného půdního povrchu s pravidelným zapravením do hloubky organických hnojiv při kultivaci orné půdy.
3. Hodnotíme-li výši poměru HK:FK v povrchovém A horizontu, je prokazatelné, že tato je pozitivně ovlivněna orbou. Sezónní dynamika v průběhu celého vegetačního období do vzdálenosti 15 m od ekotonu u orné půdy vykazuje výrazně příznivější poměr HK:FK, než je tomu v případě půdy trvalého travního porostu.

4. Summary

The point of this study is to compare disparities in evolution of oxidizable carbon and ratio of humic acids and fulvoacids in three cases:

- A.) Forest
- B.) Agricultural landuse (permanent grassland, arable soil)
- C.) Ecoton

Four localities have been chosen with intention to eliminate differences caused by soil properties. Localities were differed by key perspective, their mesoclimate. In school forest business called: Školní Lesní podnik Masarykův les Křtiny have been chosen four localities. The wettest (locality number 1 called Bukovinka), the coldest (locality number 2 called Proklest), the driest (locality number 3 called Rudice) and the warmest (locality number 4 called Křtiny). Both soil parameters were trailed with intention to judge differences between various landuse by human in custody for landscaping. Oxidizable carbon was trailed in A and B horizon (depth 5 cm and 40 cm). Ratio of humic acids and fulvoacids was trailed only in A horizon. Both parameters were trailed from beginning to the end of growing season.

Ecotons will be the first localities we will focus on. The biggest ecoton effect was followed on the coldest locality number 2 (Proklest). When the locality is very dry (locality number 3 – Rudice) ecoton effect will not signify at all. At the wettest locality (number 1 – Bukovinka) the ecoton is continuation of forest soil evolution. At the warmest locality (number 4 – Křtiny) the ecoton is continuation of agricultural soil evolution. On the driest locality influenced by human activities is seen that dry conditions affects product of humifications.

Next we will focus on relationship between permanent grassland and forest. First we will focus on HK:FK. When there are precipitation extremes (the driest and the wettest locality), these localities have much better ratio of humic acids and fulvoacids. It means: on the areas influenced by human activities, the rainfall is the key factor which influences the quality of humic substances. When we look at Cox, we can see in both horizons (A and B horizon), that soil which wasn't homogenised (forest area) has more oxidizable carbon than agricultural areas.

When we look at relationship between permanent grassland and arable soil, we can see, that in A horizon, permanent grassland have more oxidizable carbon. It's maybe caused by application of organic fertilizers and their eluviation lower and mixing soil by tilling on arable soil. In B horizon the situation is different, arable soil has more oxidizable carbon. It's caused by input of organic fertilizers following by eluviation from upper horizons to lower horizons.

5. Seznam citované literatury

- 1 CULEK, M. et al. 1996. Biogeografické členění ČR, Praha: Enigma.
- 2 česká informační agentura životního prostředí; webové stránky se starými ortofotomapami z 50. let (kontaminovaná místa). Dostupné z-
<http://kontaminace.cenia.cz/> Citováno 10.4. 2016.
- 3 ČGS web České geologické služby, citováno dne 10.3.2016,
<http://www.geology.cz/>
- 4 DEMEK, Jaromír, Peter MACKOVČIN a Břetislav BALATKA. *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006, 580 s. ISBN 80-86064-99-9.
- 5 DIXON, R. K., 1995: Agro-forestry systems: sources or sinks of greenhouse gases? *Agro-forestry Syst.* 31: 99-116.
- 6 DRÁPELA a kol. 2012, učební texty (teorie text I.) do předmětu statistické metody, MZLÚ, Brno, 138 s.
- 7 FORMAN, R.T.T., GODRON, M. (1993): *Krajinná ekologie*. Academia, Praha, 584 s.
- 8 GREGORICH, E. G., JANZEN, H. H., 1996: Storage of carbon in the light fraction and macro-organic matter. In: *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*. Eds. Carter M. R. and Steward B.A. CRC Press: Boca Raton, FL, 649-659.
- 9 JAVORSKÝ, P. a kol.: *Chemické rozborý v zemědělských laboratořích*, I. díl. Praha, MZVŽ, 1987, 397 s. Johns, M. M. & Skogley, E. O., 1994: Soil organic matter testing and labile carbon identification by carbonaceous resin capsules. *Soil Science Society of America Journal* 58: 751-758.

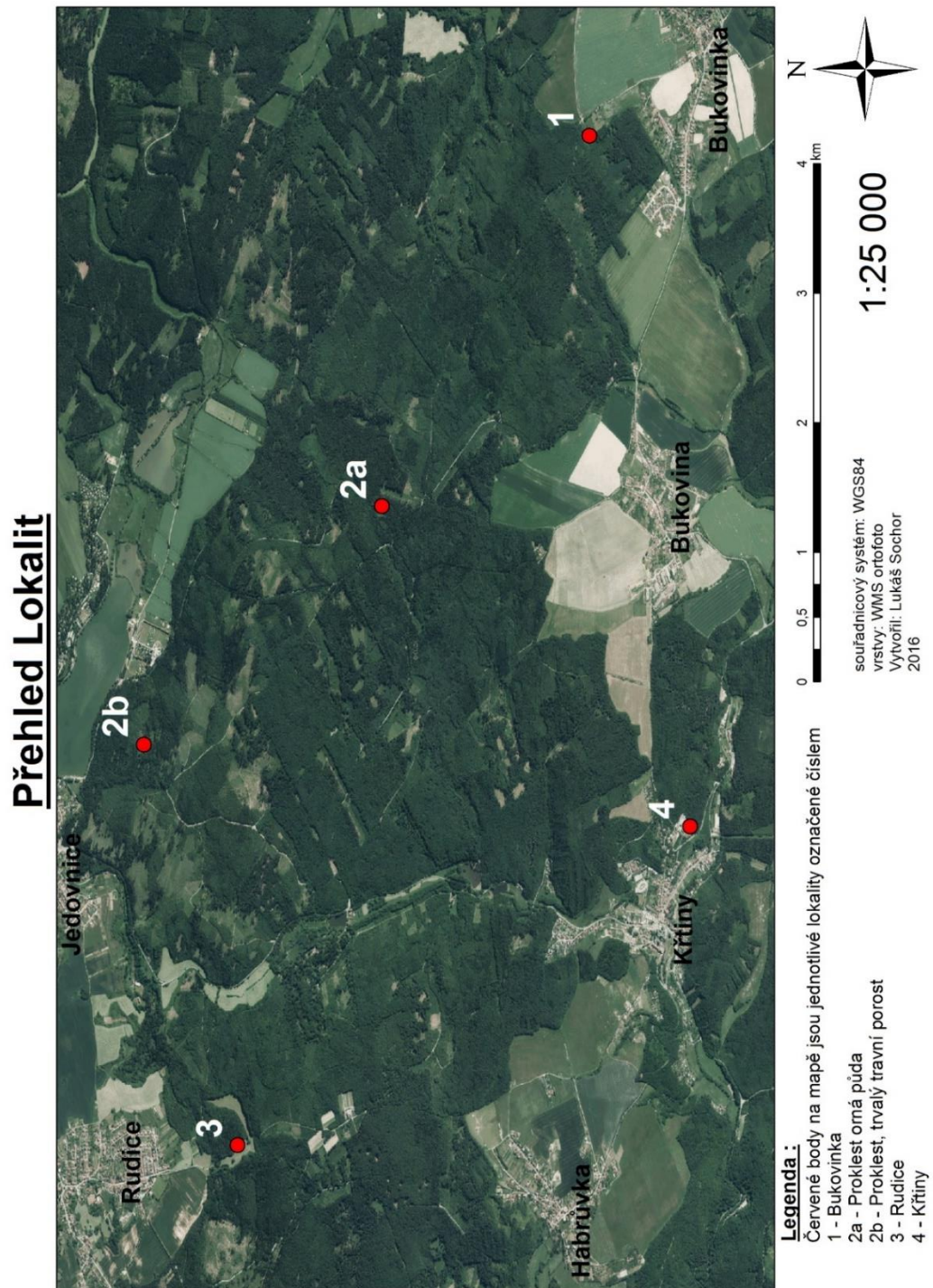
- 10 KALBITZ, K. & KNAPPE, S., 1997: Influence of soil properties on the release of dissolved organic matter (DOM) from the topsoil. UFZ Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Hallesche, p.44, D-06246 Bad Lauchstadt, Germany. Zeitschrift-fur-Pflanzenernahrung-und-Bodenkunde 160: 5, 19 ref., 475-483.
- 11 KILIANOVÁ, PECHANEC, LACINA, HALAS a kol. 2009. Ekotony v současné krajině, analýza a modelování ekotonů v povodí Trkmanky, Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, ISBN: 978-80-244-2473-6, 167 s.
- 12 KLIMO, E.: Lesnická pedologie, MZLÚ, Brno 1990, 259 s.
- 13 KORCHENS M., 1996: Long- term data sets from Germany and Eastern Europe. In: Evaluation of Soil Organic Matter Models. Powlson, D.S., Smith, P., and Smith, J.N. (eds.), Vol. 1, Springer-Verlag, Berlin. 69-80.
- 14 LIANG, B. C. MACKENZIE, A.F. SCHNITZER, M. MONTREAL, C. M., VORONEY, P.R., BEYAERT, R.P., 1998: Management-induced change in labile soil organic matter under continuous corn in eastern Canadian soils. Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Agriculture and Agri-food Canada, Ottawa. Ontario KIA OC6, Canada. Biology-and-Fertility-of-soils 26: 2, 26 ref. 88-94.
- 15 Munsellova stupnice barevnosti půd – webové stránky společnosti Munsell. Citováno 10.4. 2016. - <http://munsell.com/color-products/color-communications-products/environmental-color-communication/munsell-soil-color-charts/>
- 16 NĚMEČEK, J. a kol. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Vydali ČZU Praha s VÚMOP Praha.
- 17 Parton, W.J., Schimel, D.S., Cole, C.V., Ojima, D., 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in the Great Plains grasslands. Soil Science Society of America Journal 51, 1173–1179
- 18 POSPÍŠILOVÁ, L., 2012: Nedegradační metody studia kvality přírodních humusových látek. Původní vědecká práce. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis: Folia Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně: edice původních vědeckých prací a monografií. 155s. ISSN 1803-2109.
- 19 POSPÍŠILOVÁ, L., TESAŘOVÁ, M., 2009: Organický uhlík obhospodařovaných půd. Acta Folia II., 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 41 s. ISBN 978-80-7375-282-8.
- 20 PRÁT, S., 1964: Humus a jeho význam, 1. vyd., ČSAV, 163 s.

- 21 QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 1971, 73 s., [5] s. obr. příl.
- 22 REJŠEK, K. – 1999 *Lesnická pedologie cvičení, LDF mendelu*
- 23 SENESI, N., 1990. Molecular and quantitative aspects of chemistry of fulvic acids and its interactions with metal ions and organic chemicals. Part II. The fluorescence spectroscopy approach. *Anal.Chim.Acta* 232:77-106.
- 24 SOTÁKOVÁ, S., 1982, *Organická hmota a úrodnost půdy . Příroda, Bratislava, 234 s.*
- 25 STEVENSON, F. J., 1982: *Humus Chemistry genesis, composition, reactions*. New York: J.WILLEY Inter science Publication. 445 p.
- 26 ŠANTRŮČKOVÁ, H., 2014, *Základy ekologie půdy, Jihočeská universita v Českých Budějovicích, 116 s.*
- 27 TISDAL, J.M. & OADES, J.M., 1982: Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33: 141-63.
- 28 ZAUJEC, A., CHLPIK, J.NÁDAŠSKÝ,J., SZOMBATOVÁ,N. TOBIÁŠOVÁ,E., 2009: *Pedológia a základy geologie*. Nitra, SPU, 399 s., ISBN 978-80552-0207-5.
- 29 ZBÍRAL, J.: *Analýza půd III.*, ÚKZÚZ Brno, 2004, 199 s.
- 30 *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České Republiky v roce 2014.*
- 31 ŽALUD, Z., PhD., 2010 *Bioklimatologie (Doprovodné texty k přednáškám)*

6. Přílohy

6.1. Mapa – přehled lokalit

Mapa byla vytvořena v softwaru Arcgis 10.3, jsou zde zobrazeny jednotlivé lokality



Obr.17 – Mapa, přehled lokalit

6.2. Fotodokumentace

Autorkou fotografií je doc. Valerie Vranová.

6.2.1. Bukovinka (1)

Profil L



Obr.18 – Bukovinka (1), profil L (les)

Profil Z



Obr.19 – Bukovinka (1), profil Z (zemědělská půda)

6.2.2. *Proklest orná půda (2a)*

Profil L



Obr.20 – Proklest orná půda (2a), profil L (les)

Profil Z



Obr.21 – Proklest orná půda (2a), profil Z (zemědělská půda)

6.2.3. *Proklest, trvalý travní porost (2b)*

Profil L



Obr.22 – Proklest, trvalý travní porost (2b), profil L (les)

Profil Z



Obr.23 – Proklest orná, trvalý travní porost (2b), profil Z (zemědělská půda)

6.2.4. Rudice (3)

Profil L



Obr.24 – Rudice (3), profil L (les)

Profil Z



Obr.25 – Rudice (3), profil Z (zemědělská půda)

6.2.5. Křtiny (4)

Profil L



Obr.26 – Křtiny (4), profil L (les)

Profil Z



Obr.27 – Křtiny (4), profil Z (zemědělská půda)

7.3. Seznam tabulek a obrázků:

Tabulky:

Tab. 1 – množství uhlíku obsažené v hlavních zemských ekosystémech. (Vavříček, Kučera 2015)

Tab. 2 – Obsah humusu a HK:FK, konkrétní hodnoty (Jandák a kol, 2014)

Tab. 2 – Klimatické charakteristiky oblasti

Tab. 4 – GPS souřadnice jednotlivých lokalit, mezoklima

Tab. 5 – Závislost huminových kyselin a fulvokyselin na kvocientu absorpance humusových látek (Javorský, 1987)

Obrázky:

Obr. 1 – Schematické znázornění odběrných míst

Obr. 2 – Nejvlhčí lokalita, Bukovinka. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 3 – Nejvlhčí lokalita, Bukovinka. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 4 – Nejvlhčí lokalita, Bukovinka. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 5 – Nejchladnější lokalita, proklost orná půda. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 6 – Nejchladnější lokalita, proklost orná půda. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 7 – Nejchladnější lokalita, proklost orná půda. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 8 – Nejchladnější lokalita, proklest, trvalý travní porost. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 9 – Nejchladnější lokalita, proklest, trvalý travní porost. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 10 – Nejchladnější lokalita, proklest, trvalý travní porost. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 11 – Nejsušší lokalita, Rudice. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 12 – Nejsušší lokalita, Rudice. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 13 – Nejsušší lokalita, Rudice. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 14 – Nejteplejší lokalita, Křtiny. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 15 – Nejteplejší lokalita, Křtiny. Dynamika oxidovatelného uhlíku v horizontu B (40 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 16 – Nejteplejší lokalita, Křtiny. Dynamika poměru huminových kyselin a fulvokyselin v horizontu A (5 cm) v jednotlivých měsících na jednotlivých odběrných místech (louka, ekoton, les).

Obr. 17 – Mapa, přehled lokalit

Obr. 18 – Bukovinka (1), profil L (les)

Obr. 19 – Bukovinka (1), profil Z (zemědělská půda)

Obr. 20 – Proklest orná půda (2a), profil L (les)

Obr. 21 – Proklest orná půda (2a), profil Z (zemědělská půda)

Obr. 22 – Proklest, trvalý travní porost (2b), profil L (les)

Obr. 23 – Proklest orná, trvalý travní porost (2b), profil Z (zemědělská půda)

Obr. 24 – Rudice (3), profil L (les)

Obr. 25 – Rudice (3), profil Z (zemědělská půda)

Obr. 26 – Křtiny (4), profil L (les)

Obr. 27 – Křtiny (4), profil Z (zemědělská půda)

7.4. Poděkování:

Chtěl bych poděkovat paní docentce Valerii Vranové za vedení mé práce. Také bych chtěl poděkovat panu profesorovi Klementu Rejškovi za možnost odborné konzultace mé bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat Ing. Ladislavu Holíkovi a Ing. Karlu Maroszovi za trpělivost a pomoc při laboratorních pracích. Tato bakalářská práce je součástí projektu TAČR (Technologická agentura ČR) s názvem: Bezkontaktní monitorování a časoprostorové modelování variability vybraných diferenciačních vlastností půdy. Ústav geologie a pedologie LDF MENDELU v tomto projektu zajišťuje pedologickou část výzkumu.