

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Stav půdního organického uhlíku a změny půdní organické hmoty na Novohradsku

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Nedbal, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Bc. Jan Borovka

České Budějovice 2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan BOROVIKA**
Osobní číslo: **Z16405**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**
Název tématu: **Stav půdního organického uhlíku a změny půdní organické hmoty na Novohradsku**
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Diplomová práce se bude zabývat půdním organickým uhlíkem a změnami labilní frakce půdní organické hmoty vybraných stanovišť na Novohradsku. Cílem práce je zhodnotit zásobu půdního organického uhlíku a určit vztah stabilní a labilní frakce půdní organické hmoty v jednotlivých subpovodích s rozdílným využitím území. Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci.

Cíle práce jsou:


- seznámení se s problematikou půdní organické hmoty a půdního organického uhlíku
- vypracování literární rešerše
- seznámení se s metodikou odběrů a zpracováním půdních vzorků
- analýza vybraných parametrů půdních vzorků
- statistická analýza a vyhodnocení dat

Rozsah grafických prací: **5 - 10 str. grafů, tabulek a fotografií**
Rozsah pracovní zprávy: **60 stran textu**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

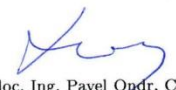
Brady N. C. et al. (2002): The Nature and Properties of soils. Pearson Education, New Jersey, 960 s.
Chapin F. S. III., Matson P. A., Mooney H. A. (2002): Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer Science and Business Media, New York, 436 s
Meersmans J. et al. (2011): Spatial analysis of soil organic carbon evolution in Belgian croplands and grassland, 1960 - 2006. Global change biology, 17: 466 - 479.
Šarapatka B. (2014): Pedologie a ochrana půdy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 232 s.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Václav Nedbal, Ph.D.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: **24. listopadu 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ ŠKOLA
studijní oddělení
Studentská 1868, 370 06 České Budějovice


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 24. listopadu 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to (v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Dne: 20. 4. 2018

Podpis: Bc. Jan Borovka

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval Ing. Václavu Nedbalovi Ph.D. za odbornou pomoc, vstřícnost a ochotu při vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Martině Kobesové za pomoc při práci v laboratoři. V neposlední řadě děkuji mé rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení obsahu půdního organického uhlíku na Novohradsku. Půdní organický uhlík byl sledován v jeho stabilní (SOC) a labilní (WSOC) formě, dále byla sledována celková zásoba půdního organického uhlíku (Cpool). Tyto půdní parametry byly určovány v půdách z různých typů krajinného pokryvu (les, orná půda, trvalý travní porost) v zájmovém území tvořeném povodími Paseckého, Bedřichovského, Váckového a Veverského potoka. Statisticky zpracovávána a následně porovnávána byla data získaná z let 2001, 2007 a 2014.

Ze zjištěných výsledků je patrný vliv odlišného využívání území na množství půdního organického uhlíku. Obecně vyšší množství bylo prokázáno v půdách trvalých travních porostů a lesních půdách, nižší v půdách orných. Z porovnání časového vývoje je patrný trend nárůstu množství stabilní frakce půdního organického uhlíku ve všech kategoriích půdního pokryvu během celého sledovaného období. Opačný trend, tedy trend kontinuálního poklesu v průběhu celého sledovaného období ve všech kategoriích půdního pokryvu, vykazuje labilní frakce půdního organického uhlíku. Lze tedy konstatovat, že díky nižším ztrátám labilní frakce půdního organického uhlíku dochází k nárůstu zásoby stabilní frakce půdního organického uhlíku v lesních půdách, orných půdách i půdách trvalých travních porostů.

Klíčová slova: Půdní organická hmota, labilní frakce půdního organického uhlíku, stabilní frakce půdního organického uhlíku, zásoba půdního organického uhlíku, lesní půda, orná půda, trvalý travní porost

Abstract

The aim of the diploma thesis was to evaluate the content of soil organic carbon in the area of Novohradsko. Soil organic carbon was monitored in its stable (SOC) and labile (WSOC) form, followed by the total organic carbon stock (Cpool). These soil parameters were determined in soils of different land cover types (forest, arable land, grassland) in the area formed by the catchments of Pasecký, Bedřichovský, Váckový and Veverský stream. Data obtained in 2001, 2007 and 2014 were

statistically analysed and the comparison of the data from different catchments was conducted.

The results show the impact of different land use on the amount of soil organic carbon. In general, a higher amount of soil organic carbon were found in soils of grassland and forest soils, whereas a lower amounts were found in arable land. The comparison and the time development analysis show that there is a trend of the increase in quantity of stable fraction of soil organic carbon in all categories of land cover over the whole monitored period. The opposite trend of a continuous decrease over the whole of the monitored period in all categories of land cover was observed in amounts of labile fraction of soil organic carbon. It can be said that there is an increase in the stock of a stable fraction of soil organic carbon due to lower losses of the labile fraction of soil organic carbon in forest soils, arable soils and soils of grassland.

Keywords: Soil organic matter, labile soil organic carbon fraction, stable organic carbon fraction, soil organic carbon stock, forest soil, arable land, grassland

Obsah

1. Úvod a literární rešerše	10
1.1 Půdní organická hmota (SOM)	11
1.1.1 Zdroje SOM	11
1.1.2 Přeměny SOM.....	14
1.1.3 Členění SOM.....	15
1.1.4 Význam SOM	16
1.2 Koloběh uhlíku mezi půdou a atmosférou	17
1.3 Půdní organický uhlík	18
1.4 Stabilní a labilní frakce půdního organického uhlíku, celková zásoba půdního organického uhlíku.....	20
2. Cíl práce	22
3. Metodika	22
3.1 Popis zájmového území	22
3.2 Odběr vzorků.....	24
3.3 Základní zpracování porušených půdních vzorků.....	25
3.3.1 Stanovení SOC.....	26
3.3.2 Stanovení WSOC	26
3.4 Výpočet celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool).....	27
3.5 Statistické zpracování dat.....	28
4. Výsledky	28
4.1 Shrnutí situace v řešeném území.....	29
4.1.1 SOC	29
4.1.2 WSOC	31
4.1.3 Cpool.....	33
4.2 Porovnání situace v jednotlivých povodích a jednotlivých typech pokryvu ...	35
4.2.1 Lesní půdy.....	35
4.2.2 Orné půdy.....	40

4.2.3 Půdy z trvalých travních porostů.....	44
5. Diskuze	49
5.1 Obecný stav SOC, WSOC a Cpool.....	49
5.1.1 SOC	49
5.1.2 WSOC	52
5.1.3 Cpool.....	55
5.2 Časový vývoj SOC, WSOC a Cpool.....	59
5.2.1 SOC	59
5.2.2 WSOC	60
5.2.3 Cpool.....	62
6. Závěr.....	63
7. Literatura.....	65
8. Příloha	70

1. Úvod a literární rešerše

Diplomová práce se zabývá stavem a časovým vývojem labilní a stabilní frakce půdního organického uhlíku v lesních půdách, orných půdách a půdách trvalých travních porostů v povodí řeky Stropnice na Novohradsku.

Půda tvoří neobnovitelný zdroj, na kterém je lidstvo existenčně závislé díky jeho produkčním i mimoprodukčním funkcím. Zatímco vznik půdy je procesem značně pomalým, proces degradace může být poměrně rychlý. Současné hospodaření s půdou lze, ve většině případů, označit za dlouhodobě neudržitelné. Hlavními hrozbami současnosti je eroze, technogenní pedokompakce, zábor půdy a úbytek půdní organické hmoty (SOM).

Ačkoli SOM představuje oproti minerální složce půdy menšinu, má značný dopad na její správnou funkci. SOM má zásadní význam na sorpci živin a podporu biologické aktivity půdy. Zřejmě nejvíce diskutovanou vlastností SOM současnosti je její schopnost optimalizovat fyzikální stav půdy a zlepšit tak infiltraci a retenci vody v krajině. I přes pokročilé vědomosti o významu SOM převažují systémy hospodaření podporující její úbytek. Jako příklad současných praktik snižujících obsah SOM v půdě lze uvést malé množství aplikovaných statkových hnojiv způsobené dlouhodobým útlumem živočišné výroby a úzké spektrum plodin v osevních postupech.

Půda je největší suchozemskou zásobárnou uhlíku. Zásadní vliv na množství uhlíku uloženého do půdy má druh půdního pokryvu, který poskytuje vstupy organické hmoty s charakteristickou kvantitou a kvalitou. Porozumění procesům, které se odehrávají v půdě a následné racionální využívání krajiny tak může kromě zkvalitnění půdy a zvýšení její přirozené úrodnosti přinést zmírnění skleníkového efektu.

1.1 Půdní organická hmota (SOM)

Obsah SOM tvoří základní ukazatel kvality půdy. Je podmínkou biologické aktivity půdy, zcela zásadně ovlivňuje chemické a fyzikální vlastnosti půdy (Marek a kol., 2011). Je zásobárnou energie a živin. Závisí na ní existence půdních organismů, ovlivňuje růst rostlin. Hraje významnou roli v resilienci ekosystémů (Pokorný a Šarapatka, 2003). SOM reprezentuje zhruba 6 % z celkové hmotnosti půdy, zbývajících 94 % tvoří minerální podíl (Pospíšilová a Tesařová, 2009).

1.1.1 Zdroje SOM

Původním zdrojem SOM je zejména rostlinná tkáň, podstatně menším zdrojem jsou půdní živočichové (Brady a Weil, 2002).

Šarapatka (2014) popisuje jednotlivé složky organické hmoty vstupující do půdy následovně:

- **Jednodušší cukry a organické kyseliny** představují látky rozpustné ve vodě, které jsou snadno rozložitelné mikrobiálně i chemickými a fyzikálně-chemickými procesy. Monosacharidy pocházející z rozkladu polysacharidů tvoří zdroj uhlíku a energie pro mikroorganismy.
- **Pryskyřice, tuky, vosky a třísloviny** jsou rozpustné v organických rozpouštědlech. Při porovnání s předchozí skupinou se jedná o látky obtížně rozložitelné.
- **Celulóza a hemicelulóza.** Celulóza je základní stavební složkou rostlin, tvoří tak významný zdroj energie pro edafon. Je poměrně snadno rozkládána mikrobiálně, obtížněji chemicky. Hemicelulóza je snadněji rozložitelná než celulóza. Mikrobiální rozklad hemicelulózy je snazší, než chemický.
- **Lignin** je hlavní stavební složkou dřeva. Tvoří komplexy s celulózou a je nejobtížněji rozložitelný. Bez přístupu vzduchu se lignin takřka vůbec nerozkládá.

- **Organické dusíkaté látky** nacházející se v organickém opadu dostávajícím se do půdy jsou z jedné třetiny až poloviny tvořeny bílkovinami. Zbytek je tvořen nukleoproteiny a nukleovými kyselinami.
- **Popeloviny** neboli minerální látky se v rostlinách nacházejí v různém množství. Jejich obsah většinou nepřesáhne 10 % ze sušiny rostliny.

Uvedené složky rostlinného materiálu lze podle odolnosti vůči rozkladu seřadit následovně (první se rozkládá nejrychleji, poslední nejpomaleji): Cukry, jednoduché proteiny > bílkoviny > hemicelulóza > celulóza > tuky, vosky > lignin.

Schopnost primární organické hmoty podléhat rozkladu nezáleží pouze na obsahu obtížně rozložitelných látek. Záleží také na jejím fyzikálně-mechanickém stavu (menší částice má větší povrch oproti větší částici, zvětšuje se tak pole působnosti pro mikroorganismy), vlhkosti dodávané organické hmoty (vlhčí se rozloží rychleji, voda je základem pro životní činnost mikroorganismů), obsahu dusíku (i obtížně rozložitelná organická hmota se rozkládá rychleji při současném dostatku dusíku v půdě), (Váchalová a kol., 2016).

V půdách hydromorfních a půdách plně saturovaných vodou je rozklad organické hmoty pomalejší, tato situace souvisí se zhoršením životních podmínek pro půdní organismy skrze dostupnost kyslíku. Všechny organismy získávají energii oxidací organických látek. Kromě energie při tomto ději vzniká vodík a elektrony, tyto produkty musí být následně vázány na jiné látky (tzv. akceptory). Půdním živočichům, aerobním bakteriím a houbám slouží jako akceptor kyslík, provádí tedy aerobní respiraci. Od přítomnosti kyslíku v půdě se odvíjí jejich existence a rozvoj. Nedostatek kyslíku způsobený zamokřením půdy zapříčiňuje migraci půdních živočichů a odumírání aerobních mikroorganismů. Dochází tak ke zpomalení rozkladu organické hmoty. Následně se začnou rozvíjet anaerobní organismy provádějící anaerobní respiraci. Ty nevyužívají jako akceptor vznikajícího vodíku a elektronů kyslík, ale látky s nižším oxidačním stupněm. Jedná se o nitráty, trojmocné železo, mangan, sírany nebo uhličitany (Šantrůčková, 2001).

Různé zastoupení výše popsaných složek v rostlinném opadu vnášeném do půdy neovlivňuje pouze rychlost mineralizace, ale také průběh a konečný produkt humifikace. V lesních půdách převažují, díky opadu bohatému na lignin a fenoly, fulvokyseliny náchylné na vyplavení (Brady a Weil 2002). V půdách trvalých

travních porostů a orných půdách je, z důvodu menší produkce fenolů, poměr tvorby fulvokyselin a huminových kyselin vyrovnanější (Chapin a kol. 2002, Fisher a Binkley 2000).

Zdroje organické hmoty, lépe řečeno jejich množství, chemické složení a umístění (pod a nad povrchem půdy), se liší v jednotlivých typech ekosystémů. Lesy významně akumulují organickou hmotu především v nadzemní části a to v biomase živých stromů, v odumřelém dřevu, v přízemní vegetaci a na povrchu půdy v podobě opadanky (Marek a kol., 2011). Oproti listům trav obsahuje dřevní hmota více celulózy a ligninu (tab. 1) a menší koncentraci živin, což vede k jejímu pomalému rozkladu. Dalším důvodem pomalého rozkladu a následného hromadění opadu v lese je jeho velký poměr povrchu vůči objemu. Je tak méně přístupný pro rozkladače. U obhospodařovaných travních porostů dochází k pravidelnému odstraňování nadzemní části rostlin, proto je hlavním zdrojem organické hmoty bohatě větvený kořenový systém. Kořeny trav lze označit za lehce až středně těžce rozložitelný vstup organické hmoty do půdy (Lavelle a Spain, 2001).

Tabulka 1: Rozdílné složení hlavních organických složek v různých zdrojích organické hmoty (% sušiny).

	Tuky	Vodorozp. Cukry	Hemi-celulóza	Celulóza	Lignin	Bílkoviny	Popel
List trávy (<i>Deschampsia flexuosa</i>)	2	13	24	33	14	2	-
List stromu (<i>Quercus sp.</i>)	4	15	16	18	30	3	5
Jehličí (<i>Pinus sp.</i>)	24	7	19	16	23	2	2
Dřevo listnatého stromu (běžný obsah)	2-6	1-2	19-24	45-48	17-26	-	0,3-1,1
Dřevo jehličnatého stromu (běžný obsah)	3-10	2-8	13-17	48-55	23-30	-	0,2-0,5

Upraveno podle: Lavelle a Spain (2001)

I v orných půdách jsou hlavním zdrojem SOM rostliny. Významně však závisí na uplatňované agrotechnice, pomocí které lze zásadně ovlivnit výši výnosů podzemní i nadzemní rostlinné hmoty. Prvořadý význam má správně sestavený osevní postup, ve kterém jsou zastoupeny jak plodiny dotující půdu organickými zbytky (především posklizňové zbytky obilnin a píce), tak plodiny ochuzující půdu o organické zbytky (okopaniny, kukuřice, řepka). Po obilninách na jednom hektaru orné půdy

zůstávají průměrně 3 tuny a po víceletých pícninách 10 tun organické hmoty (Kolář, 1988).

1.1.2 Přeměny SOM

Podle Pospíšilové a Tesařové (2009) podléhají organické zbytky v půdě neustále následujícím přeměnám:

- **Primární mineralizace** zajišťuje rozklad organických zbytků. Jedná se o soubor chemických, fyzikálních a především biologických procesů prováděných především půdními mikroorganismy stimulovanými půdními živočichy. Dochází k rozkladu cukrů, polysacharidů, proteinů, aminokyselin a tuků. Produkty tohoto děje jsou ve formě plynů uvolňovány do ovzduší (CO_2 , N_2 , NH_3 , H_2S), nebo jsou zdrojem výživy rostlin a mikroorganismů (NH_4^+ , NO_3^- , PO_3^{2-} , SO_4^{2-}). Dále může dojít k jejich navázání na půdní sorpční komplex (K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , H^+), nebo k vyplavení z půdy do podzemních vod (K^+ , NO_3^- , Ca^{2+}). Jedná se o děj rychlý, odehrávající se v řádech týdnů až několika let.
- **Sekundární mineralizace** způsobuje rozklad humusových látek. Díky rezistenci těchto látek vůči rozkladu se jedná o děj značně pomalý. Rychlost rozkladu humusových látek se odhaduje na desetiletí až století.
- **Humifikace** je proces, při kterém jsou z meziproductů rozkladu organické hmoty syntetizovány nové látky - humusové látky. Vyznačují se vyšším obsahem uhlíku, hnědou až černohnědou barvou a koloidními vlastnostmi. Nově vzniklé humusové látky mají složitější stavbu a vyšší molekulovou hmotnost oproti výchozímu humusotvornému materiálu.

Průběh humifikace blíže popisuje Němeček a kol. (1990). Na počátku celého procesu převládají rozkladné děje, při kterých dochází ke vzniku látek zcela mineralizovaných, dále vznikají prekurzory humusových látek. Proces humifikace je zakončen polymerací, při které vzniká humusová látka. Celý průběh humifikace je značně ovlivněn aerací půdy. Při vyšší aeraci půdy dochází k převaze rozkladných procesů nad tvorbou prekurzorů humusových látek. Dochází k uvolňování energie, která by mohla být využita pro syntézu humusu avšak z důvodu nedostatku

prekurzorů humusu se tak nestane. Opačná situace nastává při anaerobních podmínkách, kdy se tvoří vyšší množství prekurzorů humusu, které však nejsou z důvodu nedostatku energie využity pro biosyntézu humusu.

1.1.3 Členění SOM

Podle Koláře (1988) lze SOM rozdělit na primární a sekundární organické látky. Primární organické látky jsou tvořeny buď organickými látkami v původní podobě (stéblo slámy, kořeny), nebo organickými látkami rozloženými. Z těchto rozložených organických látek mohou, avšak nemusí, následnou syntézou vzniknout sekundární organické látky neboli humus. Humus se svou stavbou nikterak nepodobá původní anatomické stavbě odumřelých rostlinných či živočišných zbytků. Půdní organická hmota jako celek podléhá neustálé přeměně. Intenzita přeměny v půdě je dána charakterem samotných organických látek, působením půdních organismů, střídáním vlhkostních a teplotních podmínek, půdní reakcí, oxidačně-redukčním režimem půdy, chemismem minerální části půdy a změnami půdních podmínek způsobenými růstem vyšších rostlin.

Podle Šarapatky (2014) se lze setkat s následujícími formami humusu:

A) Humus živný:

Tvoří ho vedlejší produkty humifikace a látky během humifikace nově vytvořené. Slouží jako výživa pro mikroorganismy, kterými je snadno rozkládán.

B) Humus trvalý:

- **Fulvokyseliny** jsou ze všech humusových látek nejsvětlejší, nejrychleji podléhají mineralizaci. Ve zvýšené míře vznikají v kyselých půdách s nižší biologickou aktivitou. Díky své nízké molekulové hmotnosti a dobré rozpustnosti ve vodě vykazují zvýšenou pohyblivost v půdním profilu.
- **Huminové kyseliny** jsou oproti fulvokyselinám tmavší. Vyznačují se vysokou stabilitou a povrchem s vysokou sorpční schopností. Jsou rozpustné v zásadách, v kyselém prostředí dochází k jejich vysrážení.

- **Hymatomelanové kyseliny** tvoří součást huminových kyselin. Jsou žlutohnědě zbarvené. Jejich strukturu se doposud nepodařilo objasnit.
- **Huminy** jsou tmavé, nejsou rozpustné v kyselinách ani zásadách. Z důvodu částečné stabilizace minerální složkou jsou nejstabilnější z huminových látek. Jsou nejodolnější vůči mineralizaci.
- **Humusové uhlí** je zuhelnatělá hmota bohatá na dusík a uhlík. Protože se již neúčastní půdotvorného procesu, ztrácí funkci pravého humusu.

1.1.4 Význam SOM

Ledvina a kol. (1992) označují SOM za nezbytnou součást půdy, která zvyšuje sorpční a iontovýměnnou schopnost půdy, pozitivně působí na tvorbu strukturních agregátů a na fyzikální vlastnosti půdy (vzdušný, vodní a tepelný režim). Pozitivně ovlivňuje zpracovatelnost zemědělských půd tím, že snižuje jejich přilnavost a soudržnost. Napomáhá k efektivnějšímu využívání průmyslových hnojiv a k imobilizaci polutantů v půdě. SOM hraje významnou roli v retenci vody, které zadrží až sedminásobek své hmotnosti.

Vliv humusu na sorpční schopnost půdy

Humusové látky spolu s jílem vytváří pevné komplexní sloučeniny nazývané organominerální sorpční komplex. Tvoří funkční složku půdy, na které se nepřetržitě odehrávají fyzikálně-chemické reakce. Organominerální sorpční komplex díky svému povrchovému náboji váže na svém povrchu živiny nezbytné pro půdotvorný proces a pro výživu rostlin. O velikosti sorpce rozhoduje především organická složka komplexu, která vykazuje až desetkrát vyšší poutací schopnost (Pokorný a Šarapatka, 2003). Tato vyšší poutací schopnost je dána přítomností hydroxylových (OH) a karboxylových (COOH) skupin v humusových látkách. Kromě poutání živin a jejich následného uvolňování do půdního roztoku, hraje SOM významnou roli v tzv. pufrční schopnosti půdy. Jedná se o schopnost půdy odolávat okyselení díky množství bazických kationtů, které jsou na sorpčním komplexu navázány. V případě, že se v půdě zvýší koncentrace vodíkových kationtů

(např. účinkem kyselého deště), dojde k jejich výměně za bazické kationty navázané na organominerálním sorpčním komplexu (Chapin a kol., 2002).

Vliv SOM na strukturu půdy, vodní a vzdušný režim půdy

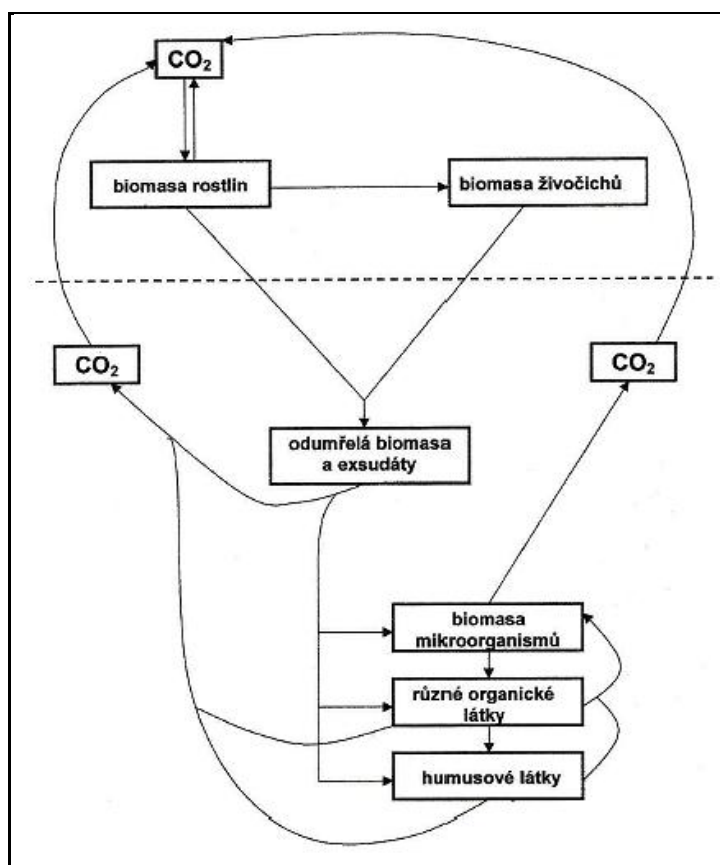
Struktura půdy vyjadřuje tvar velikost, míru vývoje a stav povrchu půdních agregátů a prostorů, které se mezi nimi nacházejí. Půdní strukturu určují faktory fyzikální (vliv zvlhčování a vysychání, mrznutí a tání), chemické (skladba mineralogická, chemické vazby) a biologické (působení půdních mikroorganismů a živočichů, působení kořenů), (Sáňka a Materna, 2004).

Mluvíme-li o pozitivním vlivu půdní organické hmoty na schopnosti půdy zadržet vodu, máme na mysli především humusové látky. Ty se spojují do podoby organominerálních agregátů a vytváří tak půdní strukturu. Mezi jednotlivými agregáty vzniká dostatek volného prostoru, který může být vyplněn vzduchem či vodou. Primární organická hmota také přispívá k zadržování vody v půdě, avšak významně méně, pouze svou nasákavostí (Váchalová a kol., 2016).

1.2 Koloběh uhlíku mezi půdou a atmosférou

Uhlík tvoří základní složku organické hmoty, proto lze jeho koloběh označit za koloběh zajišťující kontinuitu života na Zemi. Nejdůležitější sloučeninou uhlíku na Zemi je oxid uhličitý. Uhlík z oxidu uhličitého je fotosyntézou transformován na organické látky. Ty jsou, během průchodu přes potravní řetězec, přeměňovány zpět na oxid uhličitý. V půdě se však část uhlíku zdržuje podstatně déle, jedná se o uhlík vázaný v humusových látkách. I tento relativně dlouhodobě vázaný uhlík se však dříve, či později navrácí do atmosféry v podobě oxidu uhličitého a uzavírá tak koloběh uhlíku mezi půdou a atmosférou (obr. 1). Denně se do atmosféry z plochy jednoho hektaru půdy uvolňuje průměrně 25-30 kg oxidu uhličitého. Kromě zmíněného oxidu uhličitého vznikají během rozkladu organických látek další uhlíkaté sloučeniny, především metan a sirouhlík. Co se jejich celkového objemu v koloběhu uhlíku týče, jedná se o látky minoritní (Šimek, 2005).

Obrázek 1: Koloběh uhlíku v půdě propojený s atmosférou skrze oxid uhličitý.



Převzato od: Šimek (2005)

Objemy uhlíku sekvastrované v půdě kvantifikují Brady a Weil (2002). Celosvětově se v půdní organické hmotě (bez započtení uhlíku v rostlinném opadu ležícím na povrchu půdy) nachází zhruba 2400 petagramů uhlíku. Z tohoto množství se přibližně dvě třetiny nacházejí v hloubce do jednoho metru. Dále je v půdě uloženo 700 petagramů uhlíku v anorganické podobě v uhličitanech. Celkově je v půdě uložen zhruba dvojnásobek uhlíku oproti množství uloženému ve vegetaci a atmosféře. Rozvržení sekvastrovaného uhlíku v jednotlivých půdních typech není rovnoměrné.

1.3 Půdní organický uhlík

Uhlík je v půdě obsažen v SOM a uhličitanech (Fisher a Binkley, 2000). SOM tvoří významnou část organického uhlíku v biosféře. Změny ve způsobech využívání

krajiny způsobující změny půdních a ekologických vlastností mohou vést jak k emisím, tak k sekvestraci uhlíku (Pospíšilová a Tesařová, 2009). Sekvestrace uhlíku v půdách je sice proces pomalý, představuje však nejúčinnější způsob snížení koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. Kromě významu v globálním koloběhu uhlíku ovlivňuje půdní organický uhlík (SOC) produkční potenciál půdy, je zdrojem energie pro biologické pochody, pozitivně ovlivňuje biologické, fyzikální a chemické vlastnosti půd. SOM je různorodá směs organických látek, která se skládá z jednoduchých molekul (např. aminokyseliny, monosacharidy), dále ze složitějších polymerních molekul (např. celulóza, lignin, proteiny) a ze směsi těchto jednoduchých a polymerních molekul společně vázaných do podoby rozpoznatelných buněčných struktur. Hlavním zdrojem SOC jsou rostlinné a mikrobiální zbytky (Váchalová a kol., 2016).

Dlouhodobě ustálený obsah SOC vykazují půdy, které jsou „nasyčené“ SOM. V takto nasycených půdách následně odpovídá míra mineralizace míře přísunu organické hmoty do půdy. K tomuto jevu dochází v přirozených ekosystémech. Výše ustáleného obsahu SOC je dána velikostí primární produkce (vstupem organických zbytků do půdy), fyzikálně-chemickými vlastnostmi půdy a klimatem. Ustálený stav SOC je narušen až v případě, že dojde k disturbanci půdy. Disturbance, která může být antropogenní nebo přirozená, vede většinou ke zvýšení mineralizace a tím ke snížení obsahu SOM potažmo SOC v půdě (Šantrůčková a kol., 2015).

Odlíšnou situaci v bilanci SOC v člověkem méně a více pozměněných ekosystémech blíže popisují také Brady a Weil (2002). Ve vyspělém přírodním ekosystému nebo stabilizovaném agroekosystému jsou ztráty uhlíku způsobené uvolňováním oxidu uhličitého vyvažovány vstupy uhlíku v podobě rostlinných a živočišných organických zbytků. Oproti tomu, hospodaření na orné půdě inklinuje k převažujícím ztrátám uhlíku v podobě oxidu uhličitého nad jeho navrácením zpět do půdy v podobě rostlinných zbytků. Tento trend lze eliminovat použitím bezorebného zpracování půdy a snahou o co nejvyšší dotování půdy organickým materiálem. Vhodným opatřením je pokryv půdy vymrzající meziplodinou během zimního období.

1.4 Stabilní a labilní frakce půdního organického uhlíku, celková zásoba půdního organického uhlíku

Stabilní frakce půdní organické hmoty (SOC)

SOM lze rozdělit na pasivní (stabilní, značně pomalu rozložitelnou), středně pomalu rozložitelnou a aktivní (labilní, lehce rozložitelnou půdními mikroorganismy). Mezi těmito formami SOM dochází, díky činnosti půdních mikroorganismů, k neustálým přeměnám (Brady a Weil, 2002).

Stabilní frakce SOM potažmo SOC je tvořena organominerálním komplexem sestaveným z huminů a huminových kyselin. Jedná se o frakci s extrémně dlouhým poločasem rozkladu, která tvoří 80 až 90 % z půdní organické hmoty (Fisher a Binkley, 2000).

Při určování množství SOC v půdách vychází autoři vědeckých prací z toho, že půdní organická hmota tvoří veškerou spalitelnou (oxidovatelnou) část půdy. V literatuře použité při psaní diplomové práce se lze setkat s určením obsahu SOC prostřednictvím oxidace půdní organické hmoty pomocí sloučenin chromu v okyseleném prostředí a s následnou detekcí množství vznikajícího oxidu uhličitého (Frouz a kol. 2009, Šarapatka a Čížková 2014). Druhá část autorů popisuje určení obsahu SOC prostřednictvím spalování půdních vzorků v analyzátoch s následnou detekcí množství vznikajícího oxidu uhličitého (Leifeld a Kögel-Knabner 2005, Campbell a kol. 1999).

Labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC)

Labilní frakce je tvořena materiálem s nízkým poměrem C:N a krátkým poločasem rozkladu. Spadá sem mikrobiální biomasa, polysacharidy a ostatní labilní organické látky. Časový obrat labilní frakce je rychlý, mění se v řádech měsíců (Fisher a Binkley, 2000).

Jednou z možností, jak dochází ke ztrátám půdní organické hmoty (tudíž i půdního organického uhlíku) je vyplavování vodorozpustných frakcí. Ty jsou tvořeny především fulvokyselinami, rozpustnými fenoly a vodorozpustnými látkami vznikajícími při enzymatickém rozkladu organické hmoty. Vodorozpustná frakce

půdní organické hmoty, představovaná vodorozpustným půdním organickým uhlíkem (WSOC), je tvořena z části aktivní a z části pasivní organickou hmotou (Vanhalala a kol., 2008).

Přestože WSOC tvoří malou část půdního organického uhlíku, je dominantním organickým zdrojem uhlíku pro mikroorganismy. Hraje důležitou roli při přeměnách SOM. WSOC je půdními mikroorganismy zprostředkováván i spotřebováván. Obsah WSOC se zvyšuje se zvyšující se intenzitou rozkladu organické hmoty, často bývá považován za indikátor úrodnosti půdy. Přeměna přirozeného ekosystému na ornou půdu v krátkodobém časovém měřítku koncentraci WSOC zvyšuje, z dlouhodobého hlediska snižuje (Wu a kol., 2010).

Autoři vědeckých prací použitých při psaní diplomové práce uvádějí různé způsoby analyzování WSOC založené na podobném principu. Vesměs se jedná o snahu napodobit přírodní podmínky působící na WSOC. Obecně lze říci, že všechny uvedené postupy zahrnují protřepávání suspenze půdy ve vodě s následným odstředěním a přefiltrováním. V takto získaném filtrátu následuje analyzování WSOC pomocí analyzátoru uhlíku (McGill a kol. 1986, Campbell a kol. 1999, Gregorich a kol. 2000, Ma a kol. 2010).

Celková zásoba půdního organického uhlíku (Cpool)

Cpool vyjadřuje celkovou zásobu SOC přepočtenou na jednotku plochy. Půda je díky velké skladovací kapacitě a přímé interakci s atmosférou považována za významný zásobník uhlíku, může však být také jeho významným zdrojem. Značný dopad na množství uhlíku sekvestrovaného do půdy má půdní pokryv, klima a fyzikální vlastnosti půdy. Nejnižší množství uhlíku bývá sekvestrováno v orných půdách, vyšší v půdách lesních a půdách trvalých travních porostů. Dále platí, že vyšší obsah uhlíku vykazují půdy zamokřené a půdy s vyšším obsahem jílu (Meersmans a kol. 2008, Meersmans a kol. 2011).

Ve vědeckých pracích, uplatněných při psaní diplomové práce, byl postup při určení celkové zásoby půdního organického uhlíku u všech autorů obdobný. Výjimku tvořil Černý (2010), který při výpočtu Cpool vycházel ze známého objemu odebraného půdního vzorku. Vesterdal (2007), Schruppf (2011) a Wiesmeier (2014) použili k výpočtu Cpool vzorec vycházející ze stejných půdních parametrů, jako tomu bylo

při výpočtu v diplomové práci. Vycházeli z objemové hmotnosti půdy, koncentrace SOC, hloubky odběru a obsahu hrubozrnných částic (viz metodika, výpočet celkové zásoby půdního uhlíku).

2. Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce bylo posouzení vlivu krajinného pokryvu (les, orná půda, TTP) na obsah půdního organického uhlíku.

Dílčí cíle byly následující:

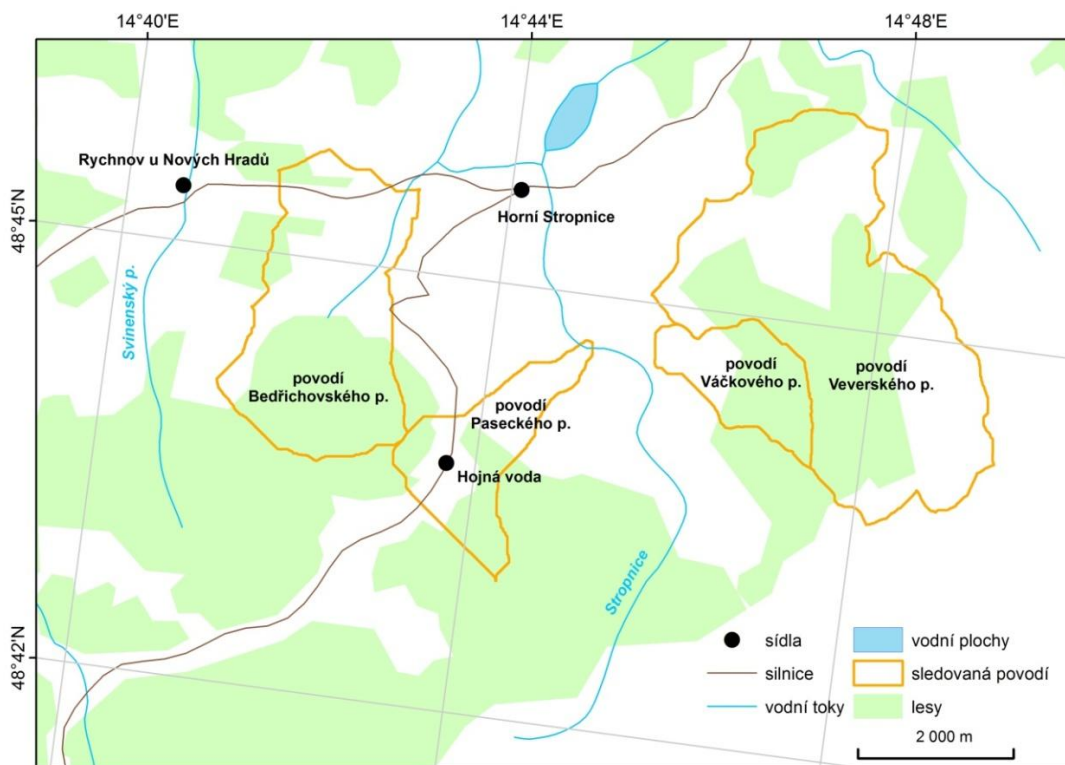
- posouzení obsahu organického uhlíku v půdách s různým typem krajinného pokryvu
- posouzení časového vývoje obsahu půdního organického uhlíku
- korektní statistické zpracování dat

3. Metodika

3.1 Popis zájmového území

Zájmové území se nachází v Novohradských horách na jihu Čech v bezprostřední blízkosti státní hranice s Rakouskem. Nejvyšším bodem této oblasti je hora Vysoká (1034 m n. m.). Na jejím úpatí, které se nachází v Rakousku, pramení řeka Stropnice. Nejnižším položeným bodem území je místo, kde vytéká řeka Stropnice z vodní nádrže Humenice (520 m n. m.). Celá oblast je bohatě zalesněna, v horské části je nejhojněji zastoupeným vegetačním krytem smrková monokultura. Podhůří je tvořeno mírně zvlněnou a otevřenou krajinou a je zemědělsky využíváno, převažují zde louky, pastviny a orná půda. Jedná se o území celkem bohatě protkané vodními toky (Papáček, 2003). Celková rozloha Novohradských hor je 162 km² (Chábera, 1998).

Vlastní zkoumaná subpovodí (obr. 2) jsou součástí povodí řeky Stropnice. Subpovodí leží v průměrné nadmořské výšce 650 m n. m. Oblast se vyznačuje průměrným ročním úhrnem srážek 800 mm a průměrnou roční teplotou vzduchu 6 °C (Tolasz, 2007).



Obr. 2: Zájmové území. Na obrázku jsou vyznačena sledovaná subpovodí, z nichž byly odebrány půdní vzorky (podklad: ArcCR 500, CENIA).

Díky méně vhodným podmínkám pro zemědělství zde převládají především původní lesní půdy. K jejich malé degradaci přispívá ochranný vliv travních a lesních porostů (Kubeš, 2004). Rozloha jednotlivých typů půdních pokryvů se ve sledovaných povodích během let 2004, 2007 a 2014 vyvíjela následovně:

Tab. 2: Vývoj rozlohy půdních pokryvů v jednotlivých sledovaných povodích mezi roky 2004, 2007 a 2014.

Typ půdního pokryvu	Pasecký [ha]			Bedřichovský [ha]		
	2004	2007	2014	2004	2007	2014
orná půda	0	0	0	160,9	148,7	47,9
travní porost	83,8	79,1	70,6	82,4	80,5	171,1
Mokřady	0	0	4	7,5	8,5	9,2
křoviny a lada	0	6,4	10,7	0	6,5	19,3
Lesy	188,9	182,9	182,4	411,5	409,2	410,8
vodní plochy	0	0	0,2	0	0	0
zastavěné plochy	10,1	14,4	14,9	7,3	16,2	11,3
Celkem	282,8			669,6		
Typ půdního pokryvu	Váčkovský [ha]			Veverský [ha]		
	2004	2007	2014	2004	2007	2014
orná půda	76,2	76,2	67	143,4	142,1	127,4
travní porost	1,9	1,9	9,7	115,1	109,7	111,5
Mokřady	0	6,5	4,6	0,5	4	1,7
křoviny a lada	0	0	3	0	8,5	22,3
Lesy	134,2	127,7	127,7	903	897,1	896,2
vodní plochy	0,8	0,8	1,1	1,2	1,2	1,4
zastavěné plochy	0	0	0	2,1	2,7	4,8
Celkem	213,1			1165,3		

(zdroj: Laboratoř aplikované ekologie ZF JU)

Za nejhojněji zastoupený půdní typ v řešených povodích lze označit kambizem v různých modifikacích. Tento půdní typ zcela převládl na zatravněných územích a orné půdě. Pestřejší složení půdních typů vykazovaly zalesněné oblasti. Zde se kromě zmíněných kambizemí místně vyskytovaly rankery, kryptopodzoly a pseudogleje. Podrobný popis půdního pokryvu a půdních typů v jednotlivých povodích viz příloha (obr. 15-22, tab. 15).

3.2 Odběr vzorků

Pro analýzu obsahu rozpuštěného a nerozpuštěného půdního uhlíku byly v povodích odebrány porušené půdní vzorky v letech 2001, 2007 a 2014. Pro možnost výpočtu zásoby půdního uhlíku byly odebrány a analyzovány i neporušené půdní vzorky.

Odběr porušených půdních vzorků

K odběru porušených půdních vzorků došlo v roce 2001, 2007 a 2014, vždy na konci vegetačního období. Odběry byly provedeny pomocí vrtací sondovací tyče na odběrových místech, která byla tvořena čtverci o ploše 5 m². Samotnému odběru předcházelo odstranění svrchní vrstvy humusu. Na každém odběrovém místě byly odebrány celkem tři vzorky, přičemž každý byl reprezentován třemi půdními vrstvami: A (0-15 cm), B (15-30 cm) a C (30-45 cm). Z těchto tří půdních vzorků byl následně vytvořen jeden směsný vzorek, tedy směsný vzorek pro vrstvu A, B a C. Umístění jednotlivých odběrů na odběrovém místě bylo náhodné.

Počet odebraných vzorků z jednotlivých kategorií krajinného pokryvu (les, orná půda, travní porost) byl zvolen tak, aby odpovídal jejich reálnému zastoupení v řešených povodích (viz příloha, obr. 15-22). V lesních porostech bylo zvoleno 20, na orných půdách 11 a na trvalých travních porostech 15 odběrových míst. Z každého odběrového místa byly odebrány tři vzorky se třemi půdními vrstvami. Celkem bylo odebráno 180 vzorků lesních půd, 99 vzorků orných půd a 135 vzorků trvalých travních porostů.

Odběr neporušených půdních vzorků

Odběr neporušených půdních vzorků se odehrál v roce 2008 na stejných místech, jako tomu bylo v případě odběru porušených půdních vzorků. Odběry byly provedeny pomocí Kopeckého válečku ze svrchního organického horizontu (10 cm). Z každého odběrového místa tvořeného čtvercem o ploše 5 m² byly odebrány celkem tři vzorky. U lesních půd samotnému odběru předcházelo odstranění svrchní vrstvy humusu. Z takto odebraných půdních vzorků byla v laboratoři VÚMOP Praha určena půdní zrnitost (G) a objemová hmotnost (ρ), jedná se o parametry potřebné pro výpočet C_{pool} (viz metodika).

3.3 Základní zpracování porušených půdních vzorků

Půdní vzorky byly vysušeny na vzduchu bez přístupu přímého slunečního záření za současného odstranění organických zbytků a větších částic skeletu. Následovalo

prosetí vzorků přes síto o velikosti děr 2 mm a mletí na půdním kulovém mlýnu. Mletí půd odebraných v roce 2014 bylo okamžikem, od kterého se na zpracování vzorků podílel autor diplomové práce. Takto zpracované vzorky byly použity pro analyzování půdního organického uhlíku (SOC) a jeho labilní frakce (WSOC).

3.3.1 Stanovení SOC

Stanovení půdního organického uhlíku (SOC) se skládá ze dvou kroků, ze stanovení celkového uhlíku (TC) a anorganického uhlíku (IC). Princip stanovení je následující:

- 1) Při stanovení TC dochází v analyzátoru pevných vzorků ke spalování předem naváženého půdního vzorku při teplotě 1100 °C za současného přivádění kyslíku. Tento postup vede k převedení veškerého uhlíku (organického i anorganického) na plynný oxid uhličitý. Množství takto vzniklého oxidu uhličitého je následně detekováno infračerveným detektorem.
- 2) Stanovení IC probíhá uvnitř nízkoteplotního reaktoru v okyseleném prostředí (20% kyselina fosforečná) za současného působení kyslíku. Při těchto podmínkách dochází k převedení anorganického uhlíku na plynný oxid uhličitý, jehož koncentrace je následně detekována v infračerveném detektoru.

Následně dochází k výpočtu obsahu celkového organického uhlíku (TOC), kdy platí: $TOC = TC - IC$. Obsah TOC v pevném půdním vzorku odpovídá obsahu půdního organického uhlíku (SOC), (<http://cs.skalar.com/primacs>, staženo dne 21. 2. 2018).

3.3.2 Stanovení WSOC

Příprava vodního výluhu

Z metod používaných pro určení labilní frakce půdního organického uhlíku byla zvolena metoda vodorozpustného půdního organického uhlíku (WSOC). Jedná se o metodu, při které na půdní vzorek působí obdobné vlivy, jako je tomu v reálných

přírodních podmínkách. Půdní vzorek (navážka 2,5 g) byl spolu s destilovanou vodou (50 ml) 24 hodin protřepáván v uzavřené polyethylenové nádobě. Následně byl obsah nádoby 10 minut odstředován na odstředivce (2500 ot./min) a přefiltrován přes skleněný filtr Whatman GF/C s velikostí pórů 1,2 µm. V takto získaném filtrátu vodního výluhu byl stanoven obsah celkového organického uhlíku (TOC) pomocí analyzátoru kapalných vzorků.

Stanovení WSOC ve filtrátu vodního výluhu

Stanovení vodorozpustného půdního organického uhlíku (WSOC) se skládá ze dvou kroků, ze stanovení celkového uhlíku (TC) a anorganického uhlíku (IC). Princip stanovení je následující:

- 1) Při stanovení TC je kapalný vzorek přiveden do vysokoteplotního reaktoru s teplotou 950 °C, zde dojde k převedení veškerého (organického i anorganického) uhlíku na CO₂. Dokonalé spálení vzorku v reaktoru zajišťuje kobaltový katalyzátor. Vytvořený CO₂ je proudem vzduchu přenesen do infračerveného detektoru, zde dojde ke stanovení jeho množství.
- 2) Stanovení IC v kapalných vzorcích probíhá v nízkoteplotním reaktoru. Zde je v laboratorní teplotě a kyselém prostředí (2% kyselina fosforečná) veškerý anorganický uhlík převeden na CO₂. Jeho množství je následně určeno v infračerveném detektoru.

Následně dochází k výpočtu obsahu celkového organického uhlíku (TOC), kdy platí: $TOC = TC - IC$. Obsah TOC v kapalném vzorku odpovídá obsahu vodorozpustného půdního organického uhlíku (WSOC), (<http://cs.skalar.com/primacs>, staženo dne 21. 2. 2018).

3.4 Výpočet celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool)

K výpočtu celkové zásoby půdního uhlíku v půdním horizontu A (0-15 cm) byl použit následující vzorec (Meersmans a kol., 2011):

$$C_{\text{pool}} = \rho \frac{\text{SOC}}{1000} h \left(1 - \frac{G}{100} \right)$$

C_{pool} = zásoba půdního organického uhlíku přepočítaná na jednotku plochy [kg/m^2]

ρ = objemová hmotnost půdy [kg/m^3]

SOC = koncentrace organického uhlíku [g/kg]

h = hloubka půdní vrstvy (0,15 m)

G = obsah hrubozrnných částic o velikosti 0,25-2 mm [%]

3.5 Statistické zpracování dat

Po prvotním uspořádání dat získaných z jednotlivých povodí následoval výpočet základních centrálních statistik (průměr, medián, mezikvartilové rozpětí). Za účelem porovnání časového vývoje a rozdílů mezi jednotlivými povodími a půdními pokryvy následovalo vynesení získaných hodnot do krabicových grafů (viz obr. 3 až 14).

Vzhledem k tomu, že celková data (SOC, WSOC a C_{pool}) získaná ze všech povodí nevykazovala normální rozdělení, byl za účelem porovnání odlišností mezi sledovanými roky proveden Friedmanův neparametrický test s hladinou významnosti $p = 0,05$.

4. Výsledky

V rámci diplomové práce bylo určováno množství půdního organického uhlíku (SOC), množství labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) a zásoba půdního uhlíku (C_{pool}). Tyto parametry byly zjišťovány ve třech typech krajinného pokryvu, a to v lesních půdách, orných půdách a půdách trvalých travních porostů. Z výsledků je patrné, že se obsah uhlíku v rámci jednotlivých let a v rámci odlišného využití území mění.

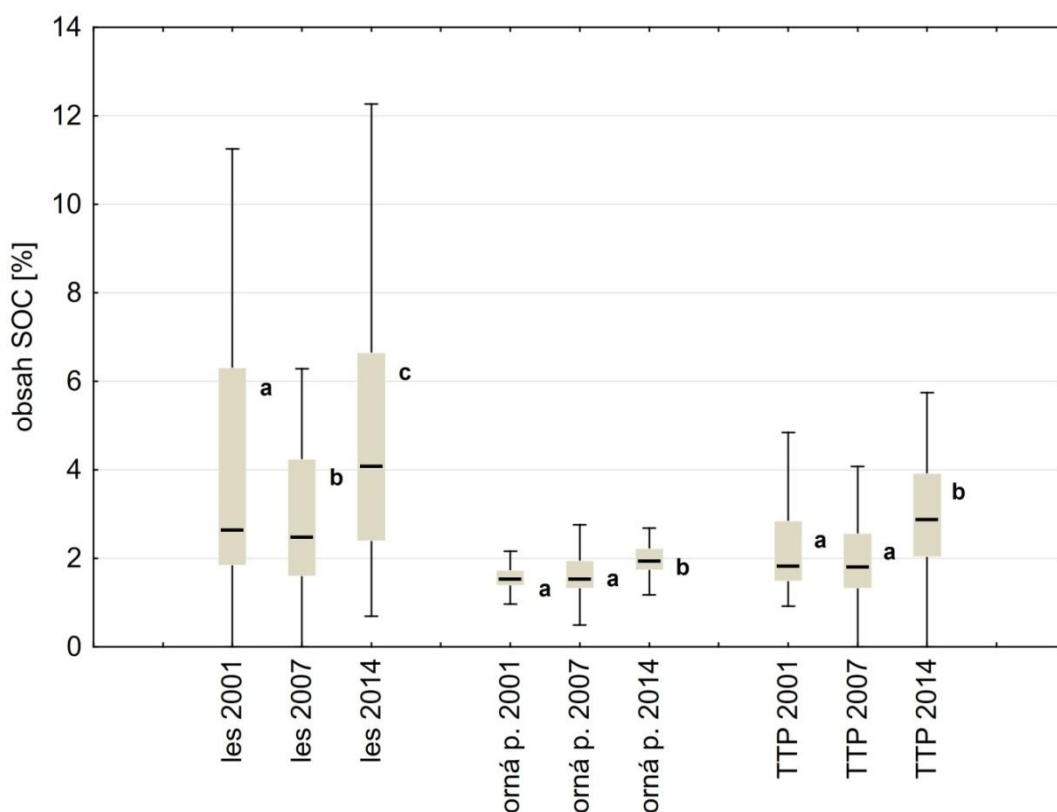
4.1 Shrnutí situace v řešeném území

4.1.1 SOC

V lesních půdách byl obecně obsah půdního organického uhlíku (SOC) vyšší, než v orných půdách a půdách z trvalých travních porostů (obr. 3). V roce 2001 dosahovaly hodnoty mediánu SOC v lesních půdách 2,65 %. Následně byl v roce 2007 zaznamenán statisticky významný pokles SOC na 2,48 % a v roce 2014 statisticky významný nárůst SOC na 4,09 % (tab. 3). Lesní půdy vykazovaly největší mezikvartilové rozpětí zjištěných hodnot ze všech sledovaných půd. Množství SOC se zde pohybovalo v rozmezí od 1,61 do 6,65 %.

V orných půdách byl zjištěn nejnižší obsah SOC ze všech sledovaných typů využití území (obr. 3). Ze zjištěných hodnot je patrný postupný nárůst obsahu SOC v průběhu let, statisticky průkazný byl však pouze mezi lety 2007 a 2014. V roce 2001 hodnoty mediánu SOC dosahovaly 1,53 %, v roce 2007 následoval nárůst obsahu SOC na 1,54 %, dále hodnoty vzrostly na 1,95 % v roce 2014 (tab. 3). Hodnoty zjištěné u orných půd vykazovaly nejnižší mezikvartilové rozpětí, to se pohybovalo v rozmezí 1,33 až 2,22 %.

Půdy z trvalých travních porostů vykazovaly oproti lesním půdám nižší obsah SOC, předstihly však svým obsahem SOC půdy orné (obr. 3). Z výsledků je patrný pokles hodnot mediánu SOC mezi lety 2001 a 2007 z 1,83 na 1,81 % a následný nárůst v roce 2014 na 2,89 % (tab. 3), statisticky průkazný byl pouze zmíněný nárůst. Mezikvartilové rozpětí zjištěných hodnot u půd z trvalých travních porostů bylo druhé nejvyšší, pohybovalo se od 1,32 do 3,92 %.



Obr. 3: Hodnoty mediánu půdního organického uhlíku (SOC) na půdách lesních, orných a půdách trvalých travních porostů v letech 2001, 2007 a 2014. Malá písmena u jednotlivých grafů označují statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými roky (Friedmanův test, $p < 0,05$).

Tab. 3: Porovnání množství půdního organického uhlíku (SOC) v letech 2001, 2007 a 2014. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu, hodnoty dolního a horního kvartilu a průměrné hodnoty pro jednotlivé kategorie využití území.

SOC [%]

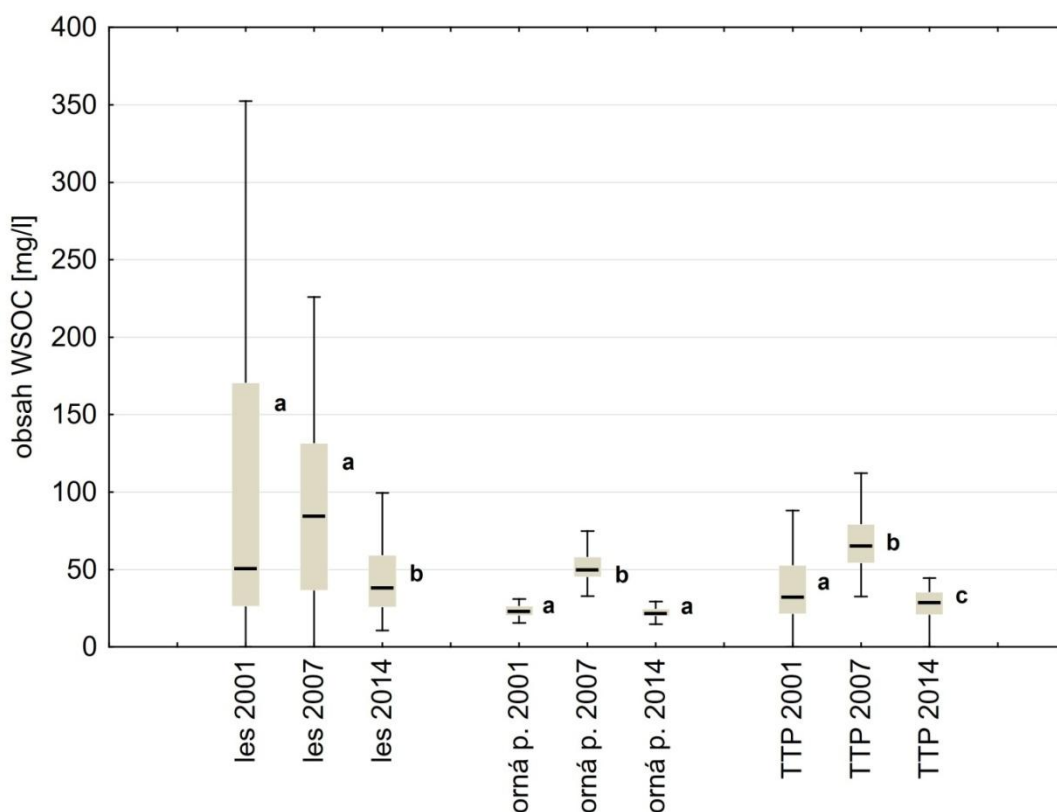
	les			orná p.			TTP		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	2,65	2,48	4,09	1,53	1,54	1,95	1,83	1,81	2,89
dolní kvartil	1,85	1,61	2,40	1,39	1,33	1,75	1,49	1,32	2,04
horní kvartil	6,30	4,24	6,65	1,72	1,94	2,22	2,84	2,56	3,92
Průměr	4,54	3,15	6,00	1,55	1,71	2,00	2,22	1,86	3,19

4.1.2 WSOC

Nejvyšší obsah labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) byl zjištěn u lesních půd (obr. 4). Hodnoty mediánu WSOC v lesních půdách v roce 2001 činily 50,6 mg/l. V roce 2007 následoval statisticky neprůkazný nárůst hodnot mediánu WSOC na 84,59 mg/l a statisticky průkazný pokles na 38,12 mg/l v roce 2014 (tab. 4). Mezikvartilové rozpětí hodnot bylo u WSOC nejvyšší ze všech kategorií využití území, hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 25,71 do 170,27 mg/l.

Na obsah WSOC, obdobně jako tomu bylo u SOC, byly nejkudší orné půdy (obr. 4). Hodnoty mediánu WSOC u orných půd v roce 2001 dosahovaly 23,04 mg/l. Následoval statisticky průkazný nárůst obsahu WSOC na 49,90 mg/l v roce 2007 a statisticky průkazný pokles na 21,61 mg/l v roce 2014 (tab. 4). Orné půdy vykazovaly nejnižší mezikvartilové rozpětí ze všech zkoumaných typů porostu, to se pohybovalo v rozmezí od 20,22 do 58,15 mg/l.

Obsah WSOC v půdách z trvalých travních porostů byl druhý nejvyšší po půdách lesních (obr. 4). Mezi roky 2001 a 2007 došlo ke zvýšení hodnot mediánu WSOC z 32,19 mg/l na 65,24 mg/l. Nárůst byl následován snížením hodnot mediánu na 28,83 mg/l v roce 2014 (tab. 4). Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi všemi třemi roky. Mezikvartilové rozpětí dosahovalo hodnot od 20,89 do 79,06 mg/l, bylo tak druhé nejvyšší po půdách lesních.



Obr. 4: Hodnoty mediánu labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) na půdách lesních, orných a půdách trvalých travních porostů v letech 2001, 2007 a 2014. Malá písmena u jednotlivých grafů označují statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými roky (Friedmanův test, $p < 0,05$).

Tab. 4: Porovnání množství labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) v letech 2001, 2007 a 2014. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu, hodnoty dolního a horního kvartilu a průměrné hodnoty pro jednotlivé kategorie využití území.

WSOC [mg/l]

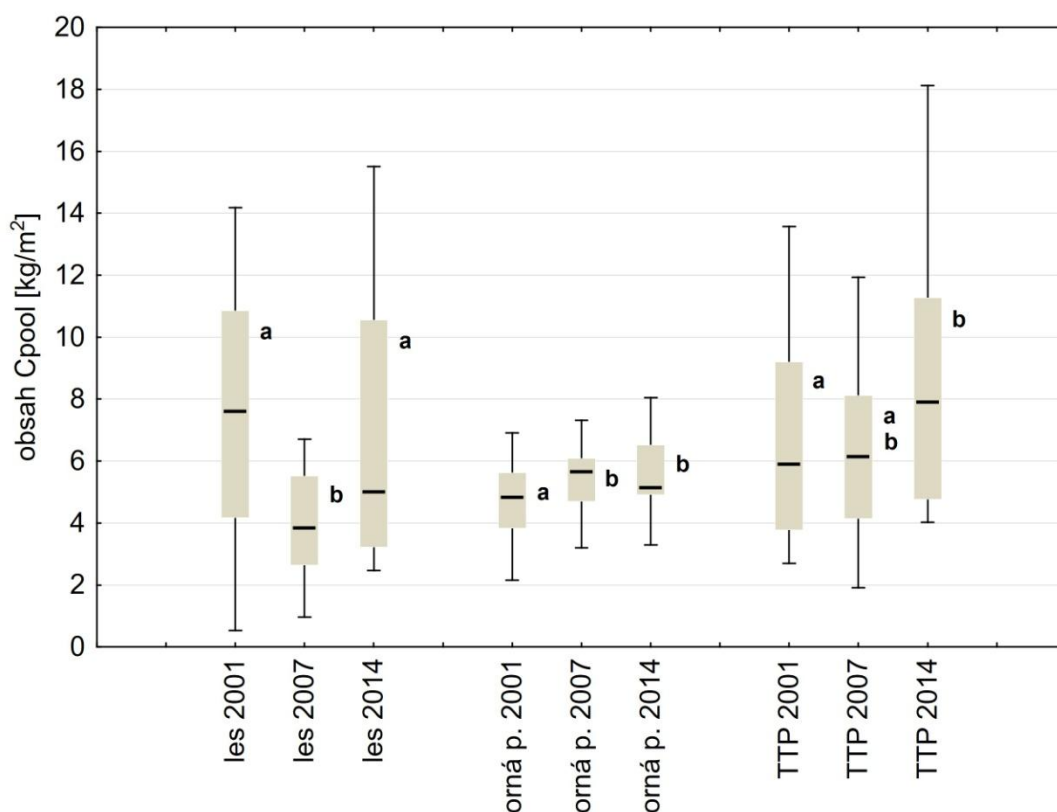
	les			orná p.			TTP		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	50,60	84,59	38,12	23,04	49,90	21,61	32,19	65,24	28,83
dolní kvartil	26,27	36,52	25,71	20,38	45,40	20,22	21,42	54,23	20,89
horní kvartil	170,27	131,32	59,10	26,27	58,15	24,51	52,50	79,06	35,19
Průměr	111,48	94,02	44,11	23,37	52,55	22,35	36,83	62,50	28,78

4.1.3 Cpool

S výjimkou hodnot mediánu v roce 2001, vykazovaly lesní půdy nižší zásobu půdního uhlíku (Cpool) oproti ostatním půdám (obr. 5). V lesních půdách dosahovaly v roce 2001 hodnoty mediánu Cpool $7,62 \text{ kg/m}^2$. Následoval statisticky průkazný pokles na hodnotu $3,85 \text{ kg/m}^2$ v roce 2007 a statisticky průkazný nárůst v roce 2014 na hodnotu mediánu $5,02 \text{ kg/m}^2$ (tab. 5). Mezikvartilové rozpětí zjištěných hodnot bylo nejvyšší ze všech typů využití území, pohybovalo se od $2,64$ do $10,85 \text{ kg/m}^2$.

Orné půdy byly, s výjimkou roku 2001, druhé nejbohatší na Cpool ze všech třech kategorií půdního pokryvu (obr. 5). Hodnoty mediánu Cpool na orných půdách v roce 2001 dosahovaly $4,84 \text{ kg/m}^2$. V následujících letech došlo ke zvýšení hodnot mediánu Cpool, v roce 2007 na $5,66 \text{ kg/m}^2$ a v roce 2014 na $5,14 \text{ kg/m}^2$ (tab. 5). Z těchto změn byl statisticky průkazný pouze nárůst mezi lety 2001 a 2007. Mezikvartilové rozpětí mezi hodnotami Cpool bylo u orných půd nejnižší, obdobně jako u ostatních sledovaných parametrů (SOC, WSOC). Hodnoty se pohybovaly od $3,83$ do $6,51 \text{ kg/m}^2$.

Obecně byl obsah Cpool v půdách z trvalých travních porostů nejvyšší ze všech typů porostů (obr. 5). Tento jev odlišuje Cpool od ostatních zjišťovaných parametrů (SOC, WSOC), u kterých byly největší obsahy prokázány u lesních půd. Hodnoty mediánu Cpool v půdách trvalých travních porostů oproti půdám lesním zaostávaly pouze v roce 2001, kdy byla hodnota mediánu $5,9 \text{ kg/m}^2$. Následoval statisticky neprůkazný nárůst na $6,15 \text{ kg/m}^2$ v roce 2007. Hodnota mediánu dále vzrostla i v roce 2014 na $7,91 \text{ kg/m}^2$ (tab. 5), tento nárůst byl statisticky neprůkazný. Mezikvartilové rozpětí hodnot Cpool půd z trvalých travních porostů bylo druhé nejvyšší po půdách lesních, pohybovalo se od $3,78$ do $11,27 \text{ kg/m}^2$.



Obr. 5: Hodnoty mediánu celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool) na půdách lesních, orných a půdách trvalých travních porostů v letech 2001, 2007 a 2014. Malá písmena u jednotlivých grafů označují statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými roky (Friedmanův test, $p < 0,05$).

Tab. 5: Porovnání zásoby půdního uhlíku (Cpool) v letech 2001, 2007 a 2014. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu, hodnoty dolního a horního kvartilu a průměrné hodnoty pro jednotlivé kategorie využití území.

Cpool [kg/m²]

	les			orná p.			TTP		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	7,62	3,85	5,02	4,84	5,66	5,14	5,90	6,15	7,91
dolní kvartil	4,18	2,64	3,22	3,83	4,71	4,92	3,78	4,14	4,77
horní kvartil	10,85	5,52	10,55	5,63	6,08	6,51	9,20	8,12	11,27
Průměr	7,97	4,89	7,14	4,67	5,37	5,49	6,63	6,22	8,54

4.2 Porovnání situace v jednotlivých povodích a jednotlivých typech pokryvu

4.2.1 Lesní půdy

V povodí Paseckého potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 3,46 až 4,99 % (tab. 6). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 2,49 do 10,26 %. Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 6). Obsah WSOC se v lesních půdách pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 50,55 až 93,4 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 23,08 do 300,29 mg/l (tab. 7). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 7). Hodnoty mediánu Cpool v lesních půdách v povodí Paseckého potoka se pohybovaly v rozmezí 3,59 až 8,32 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 3,22 do 12,41 kg/m² (tab. 8). Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu Cpool mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 8).

V povodí Bedřichovského potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 1,79 až 5,02 % (tab. 6). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,52 do 12,27 %. Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 6). Obsah WSOC se v lesních půdách pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 47,18 až 70,58 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 26,84 do 222,93 mg/l (tab. 7). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 7). Hodnoty mediánu Cpool v lesních půdách v povodí Bedřichovského potoka se pohybovaly v rozmezí 4,86 až 13,64 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 3,59 do 13,96 kg/m² (tab. 8). Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu Cpool mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 8).

V povodí Váčkového potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 1,32 až 2,67 % (tab. 6). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,1 do 5,45 %. Během sledovaného období došlo k poklesu

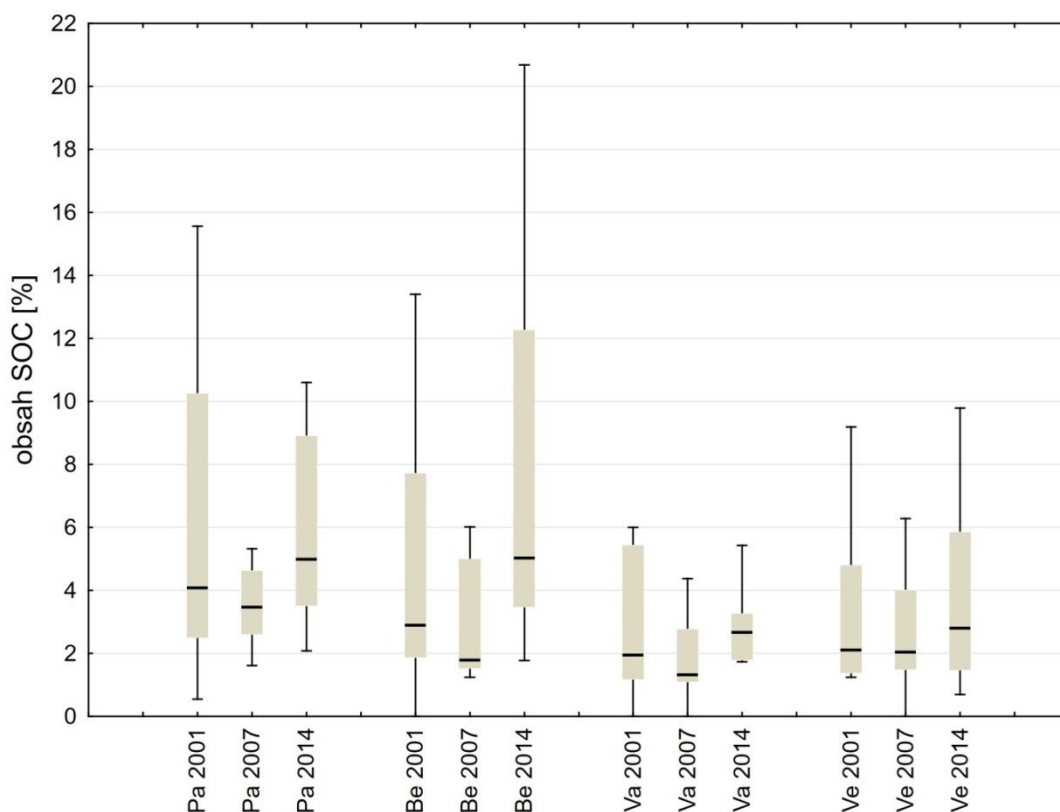
obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 6). Obsah WSOC se v lesních půdách pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 29,47 až 37,05 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 14,64 do 111,01 mg/l (tab. 7). Během sledovaného období došlo k postupnému poklesu obsahu WSOC (obr. 7). Hodnoty mediánu Cpool v lesních půdách Váčkového potoka se pohybovaly v rozmezí 1,94 až 3,72 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 1,7 do 5,28 kg/m² (tab. 8). Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu Cpool mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 8).

V povodí Veverského potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 2,04 až 2,80 % (tab. 6). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,38 do 5,85 %. Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 6). Obsah WSOC se v lesních půdách pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 31,82 až 89,92 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 19,23 do 179,22 mg/l (tab. 7). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 7). Hodnoty mediánu Cpool v lesních půdách v povodí Veverského potoka se pohybovaly v rozmezí 4,38 až 8,11 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 2,65 do 9,18 kg/m² (tab. 8). Během celého sledovaného období došlo k postupnému poklesu obsahu Cpool (obr. 8).

Tab. 6: Porovnání množství půdního organického uhlíku (SOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **lesních půdách**. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

SOC [%]

	Pa			Be		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	4,08	3,46	4,99	2,90	1,79	5,02
dolní kvartil	2,49	2,61	3,51	1,87	1,52	3,46
horní kvartil	10,26	4,62	8,91	7,72	5,00	12,27
	Va			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	1,95	1,32	2,67	2,12	2,04	2,80
dolní kvartil	1,17	1,10	1,79	1,38	1,49	1,47
horní kvartil	5,45	2,78	3,27	4,80	4,01	5,85

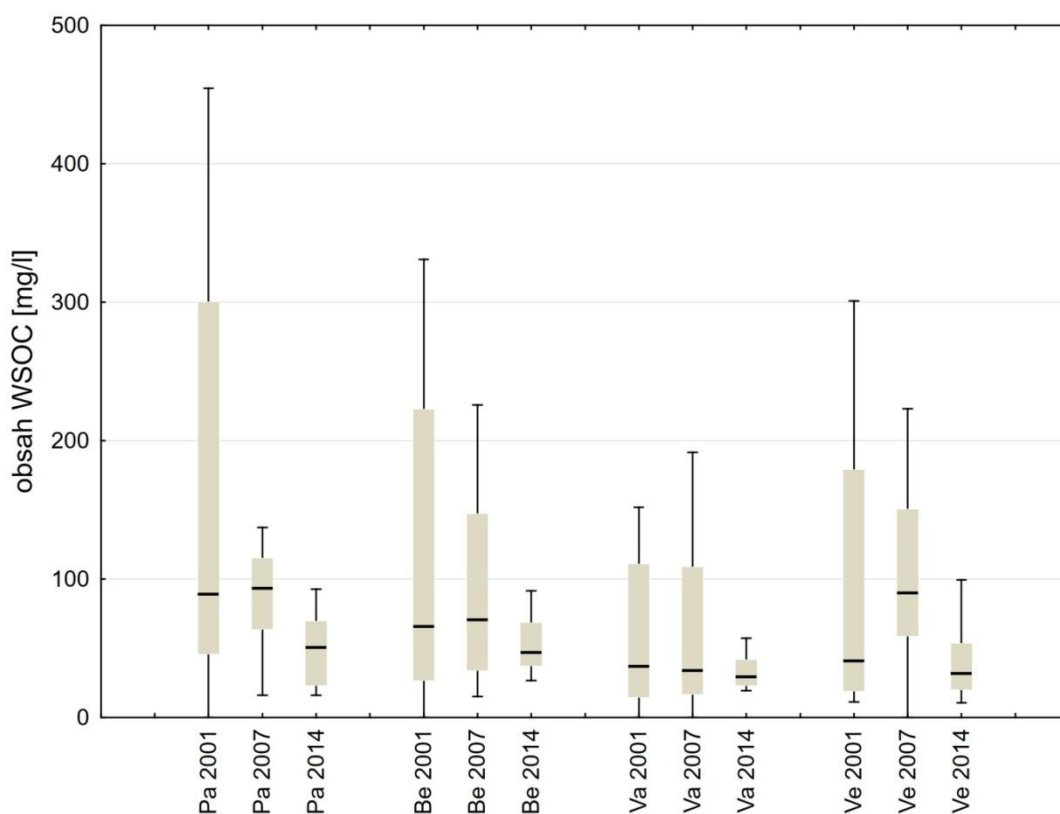


Obr. 6: Hodnoty mediánu půdního organického uhlíku (SOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **lesních půdách** v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

Tab. 7: Porovnání množství labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **lesních půdách**. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

WSOC [mg/l]

	Pa			Be		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	89,21	93,40	50,55	65,71	70,58	47,18
dolní kvartil	45,82	63,64	23,08	26,84	34,13	37,34
horní kvartil	300,29	115,12	69,87	222,93	147,23	68,48
	Va			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	37,05	34,17	29,47	40,84	89,92	31,82
dolní kvartil	14,64	16,67	22,98	19,23	58,98	20,17
horní kvartil	111,01	108,78	41,78	179,22	150,58	53,77

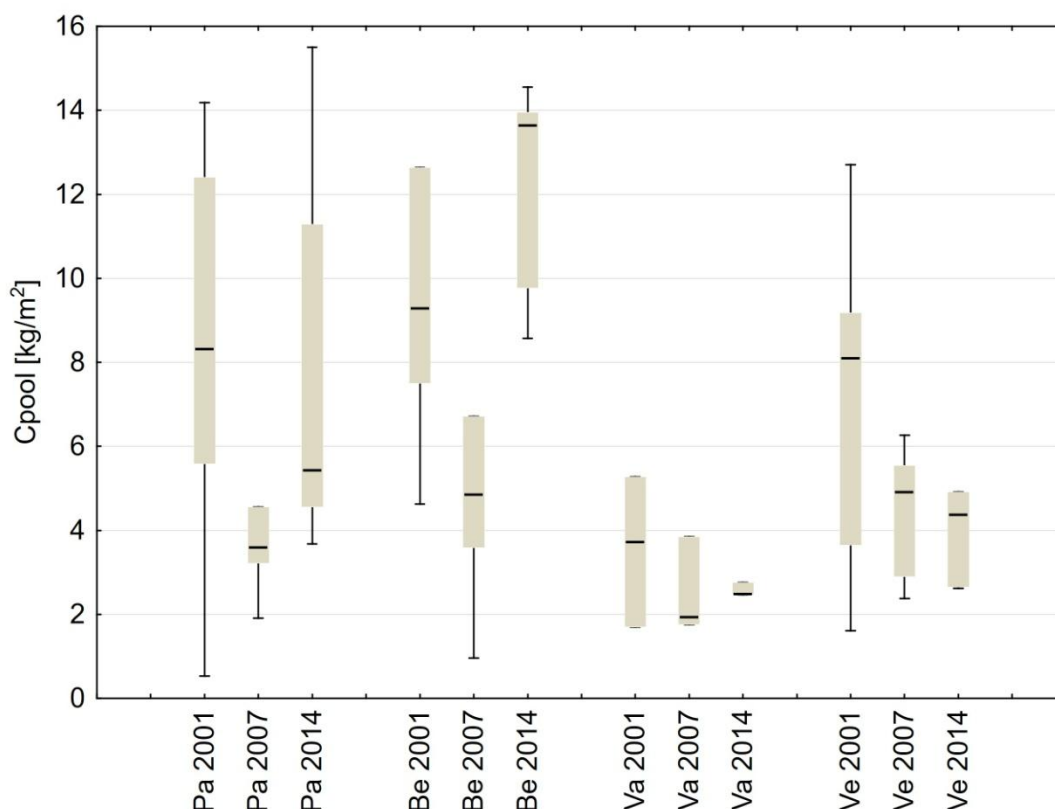


Obr. 7: Hodnoty mediánu labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **lesních půdách** v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

Tab. 8: Porovnání celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool) v letech 2001, 2007 a 2014 v **lesních půdách**. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

Cpool [kg/m²]

	Pa			Be		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	8,32	3,59	5,43	9,29	4,86	13,64
dolní kvartil	5,59	3,22	4,55	7,50	3,59	9,77
horní kvartil	12,41	4,55	11,29	12,64	6,71	13,96
	Va			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	3,72	1,94	2,49	8,11	4,92	4,38
dolní kvartil	1,70	1,76	2,47	3,65	2,90	2,65
horní kvartil	5,28	3,85	2,76	9,18	5,54	4,92



Obr. 8: Hodnoty mediánu celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool) v letech 2001, 2007 a 2014 v **lesních půdách** v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

4.2.2 Orné půdy

V povodí Bedřichovského potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 1,39 až 1,76 % (tab. 9). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,31 do 2,38 %. Během celého sledovaného období došlo k postupnému nárůstu obsahu SOC (obr. 9). Obsah WSOC se v orných půdách pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 19,14 až 60,7 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 16,63 do 71,11 mg/l (tab. 10). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 10). Hodnoty mediánu Cpool v orných půdách v povodí Bedřichovského potoka se pohybovaly v rozmezí 3,83 až 5,36 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 3,17 do 5,6 kg/m² (tab. 11). Během sledovaného období došlo k nárůstu obsahu Cpool mezi roky 2001 a 2007, následoval pokles v roce 2014 (obr. 11).

V povodí Váčkového potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 1,44 až 2,06 % (tab. 9). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,30 do 2,27 %. Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 9). Obsah WSOC se v orných půdách pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 23,27 až 49,4 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 21,48 do 50,84 mg/l (tab. 10). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 10). Hodnoty mediánu Cpool v orných půdách v povodí Váčkového potoka se pohybovaly v rozmezí 5,14 až 5,98 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 4,87 do 6,68 kg/m² (tab. 11). Během sledovaného období došlo k nárůstu obsahu Cpool mezi roky 2001 a 2007, následoval pokles v roce 2014 (obr. 11).

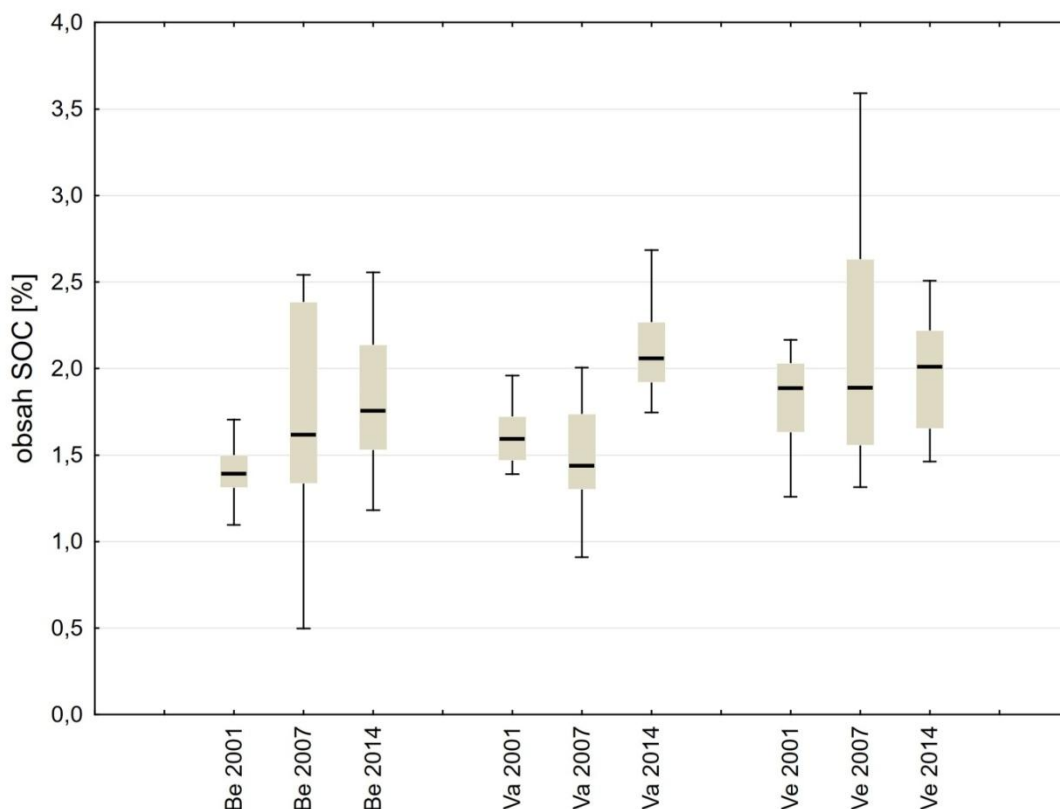
V povodí Veverského potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 1,89 až 2,01 % (tab. 9). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,56 do 2,63 %. Obsah SOC mezi roky 2001 a 2007 zůstal stejný, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 9). Obsah WSOC se v orných půdách pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 21,25 až 49,22 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 20,23 do 52,87 mg/l (tab. 10). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 10). Hodnoty mediánu Cpool v orných půdách v povodí Veverského potoka se

pohybovaly v rozmezí 4,07 až 6,98 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 2,15 do 7,31 kg/m² (tab. 11). Během sledovaného období došlo k postupnému nárůstu obsahu Cpool (obr. 11).

Tab. 9: Porovnání množství půdního organického uhlíku (SOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **orných půdách**. Znázorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

SOC [%]

	Be			Va			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	1,39	1,62	1,76	1,59	1,44	2,06	1,89	1,89	2,01
dolní kvartil	1,31	1,34	1,53	1,47	1,30	1,92	1,63	1,56	1,65
horní kvartil	1,50	2,38	2,14	1,72	1,74	2,27	2,03	2,63	2,22

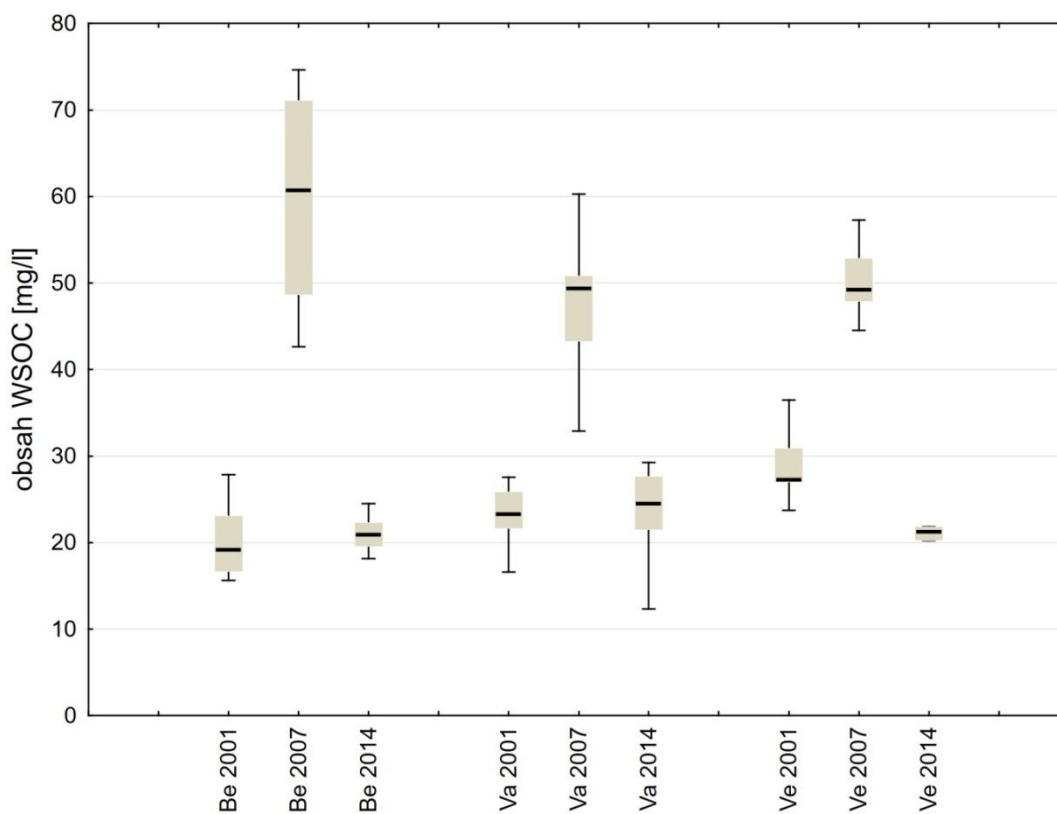


Obr. 9: Hodnoty mediánu půdního organického uhlíku (SOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **orných půdách** v povodích Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

Tab. 10: Porovnání množství labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **orných půdách**. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

WSOC [mg/l]

	Be			Va			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	19,14	60,70	20,91	23,27	49,40	24,48	27,27	49,22	21,25
dolní kvartil	16,63	48,63	19,54	21,64	43,28	21,48	26,98	47,89	20,23
horní kvartil	23,10	71,11	22,31	25,87	50,84	27,65	30,92	52,87	21,81

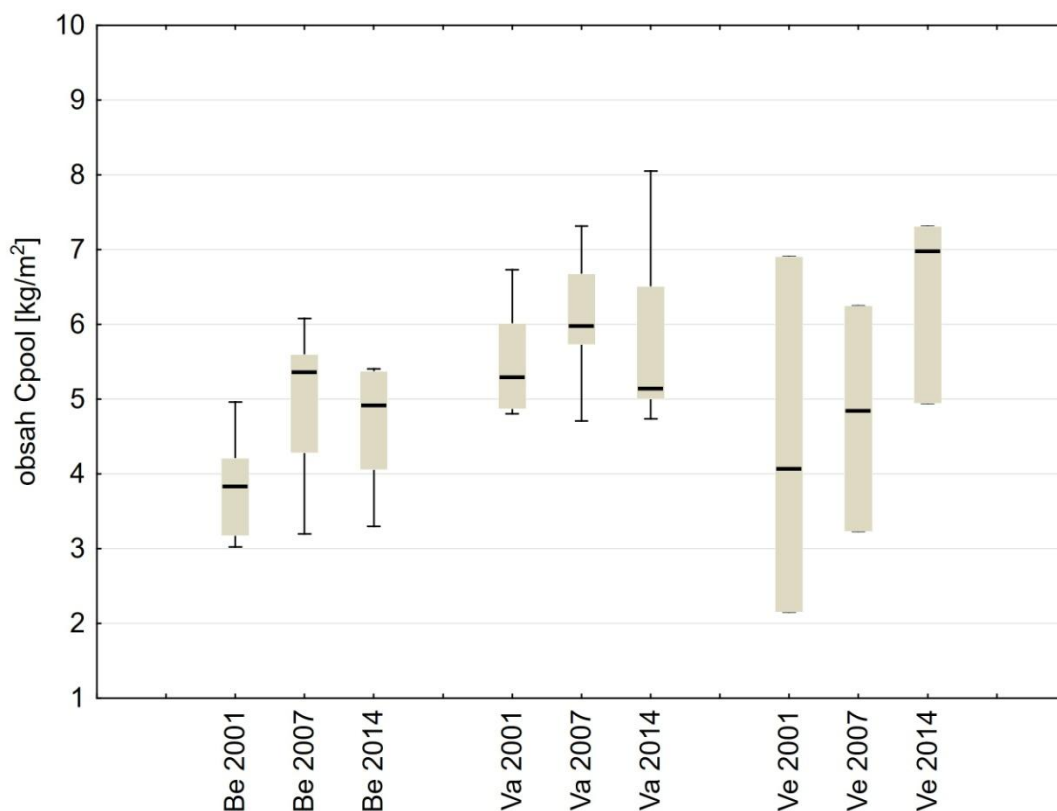


Obr. 10: Hodnoty mediánu labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **orných půdách** v povodích Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

Tab. 11: Porovnání celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool) v letech 2001, 2007 a 2014 v **orných půdách**. Znázorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

Cpool [kg/m²]

	Be			Va			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	3,83	5,36	4,92	5,29	5,98	5,14	4,07	4,84	6,98
dolní kvartil	3,17	4,28	4,06	4,87	5,73	5,00	2,15	3,23	4,95
horní kvartil	4,21	5,60	5,37	6,01	6,68	6,51	6,91	6,25	7,31



Obr. 11: Hodnoty mediánu celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool) v letech 2001, 2007 a 2014 v **orných půdách** v povodích Bedřichovského (Be), Váčkového (Va) a Veverského (Ve) potoka.

4.2.3 Půdy z trvalých travních porostů

V povodí Paseckého potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 2,09 až 3,41 % (tab. 12). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,34 do 4,17 %. Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 12). Obsah WSOC se v půdách z trvalých travních porostů pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 29,31 až 73,34 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 23,33 do 82,39 mg/l (tab. 13). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 13). Hodnoty mediánu Cpool v půdách z trvalých travních porostů v povodí Paseckého potoka se pohybovaly v rozmezí 7,25 až 7,91 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 5,76 do 14,07 kg/m² (tab. 14). Během sledovaného období došlo k postupnému nárůstu obsahu Cpool (obr. 14).

V povodí Bedřichovského potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 1,52 až 2,73 % (tab. 12). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,31 do 3,01 %. Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 12). Obsah WSOC se v půdách z trvalých travních porostů pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 21,9 až 65,51 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 17,57 do 67,03 mg/l (tab. 13). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 13). Hodnoty mediánu Cpool v půdách z trvalých travních porostů v povodí Bedřichovského potoka se pohybovaly v rozmezí 2,80 až 5,02 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 1,9 do 8,15 kg/m² (tab. 14). Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu Cpool mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 14).

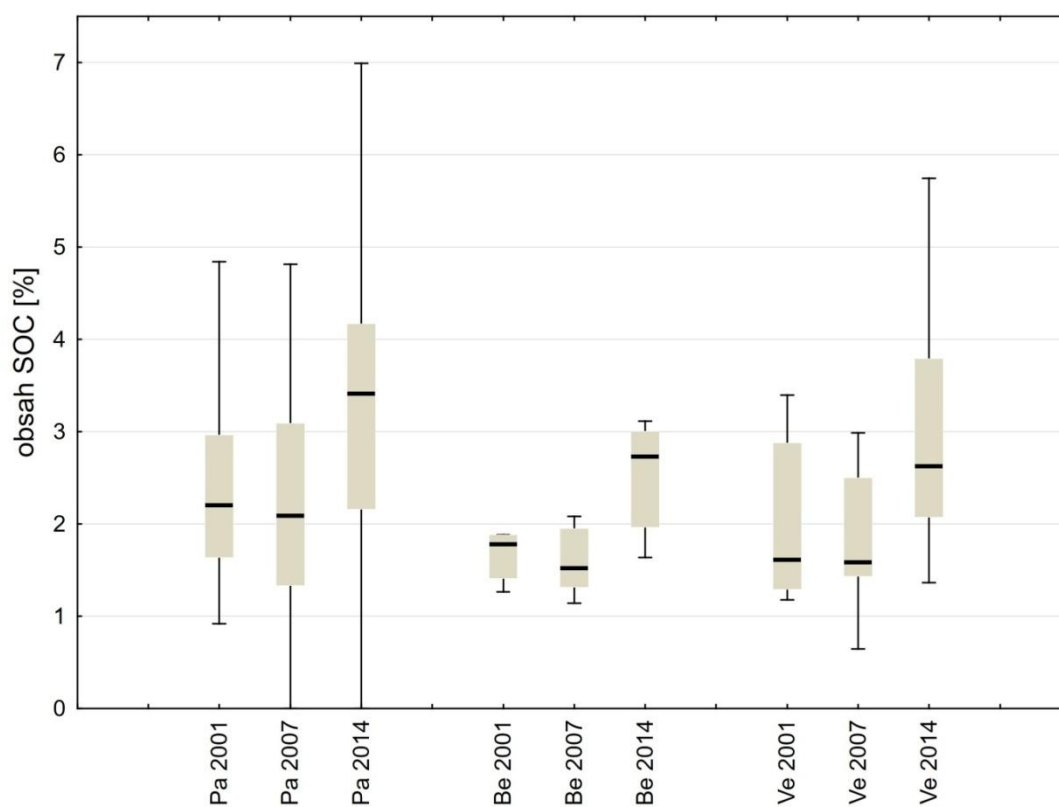
V povodí Veverského potoka se v letech 2001 až 2014 pohyboval obsah SOC v rozmezí hodnot mediánu 1,59 až 2,63 % (tab. 12). Mezikvartilové rozpětí SOC dosahovalo hodnot od 1,29 do 3,79 %. Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 12). Obsah WSOC se v půdách z trvalých travních porostů pohyboval v rozmezí hodnot mediánu 21,03 až 60,53 mg/l s mezikvartilovým rozpětím od 16,38 do 77,05 mg/l (tab. 13). Během sledovaného období došlo mezi roky 2001 a 2007 k nárůstu obsahu

WSOC a v roce 2014 k poklesu (obr. 13). Hodnoty mediánu Cpool v půdách z trvalých travních porostů v povodí Veverského potoka se pohybovaly v rozmezí 5,29 až 10,28 kg/m². Mezikvartilové rozpětí Cpool dosahovalo hodnot od 3,81 do 13,57 kg/m² (tab. 14). Během sledovaného období došlo k poklesu obsahu Cpool mezi roky 2001 a 2007, následoval nárůst v roce 2014 (obr. 14).

Tab. 12: Porovnání množství půdního organického uhlíku (SOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **půdách z trvalých travních porostů**. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be) a Veverského (Ve) potoka.

SOC [%]

	Pa			Be			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	2,21	2,09	3,41	1,78	1,52	2,73	1,61	1,59	2,63
dolní kvartil	1,64	1,34	2,16	1,41	1,31	1,97	1,29	1,43	2,07
horní kvartil	2,97	3,09	4,17	1,88	1,95	3,01	2,88	2,50	3,79

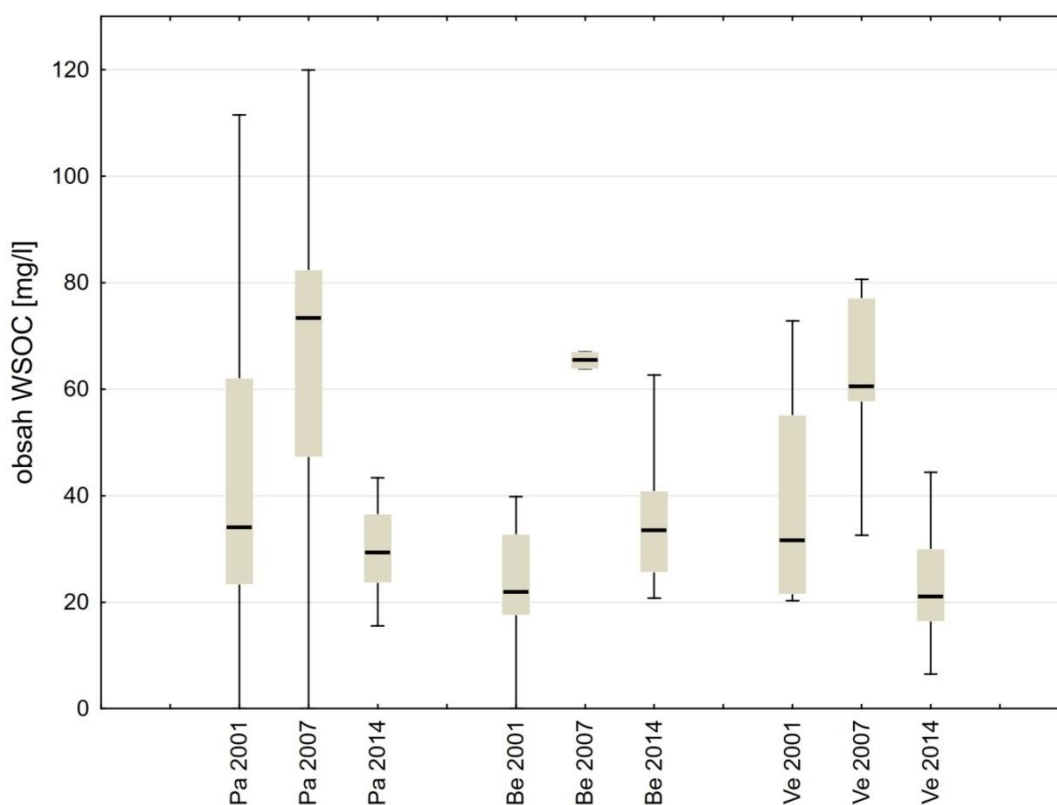


Obr. 12: Hodnoty mediánu půdního organického uhlíku (SOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **půdách trvalých travních porostů** v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be) a Veverského (Ve) potoka.

Tab. 13: Porovnání množství půdního organického uhlíku (WSOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **půdách z trvalých travních porostů**. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be) a Veverského (Ve) potoka.

WSOC [mg/l]

	Pa			Be			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	34,03	73,34	29,31	21,90	65,51	33,48	31,64	60,53	21,03
dolní kvartil	23,33	47,28	23,66	17,57	63,80	25,62	21,55	57,72	16,38
horní kvartil	62,03	82,39	36,51	32,74	67,03	40,86	55,12	77,05	29,96

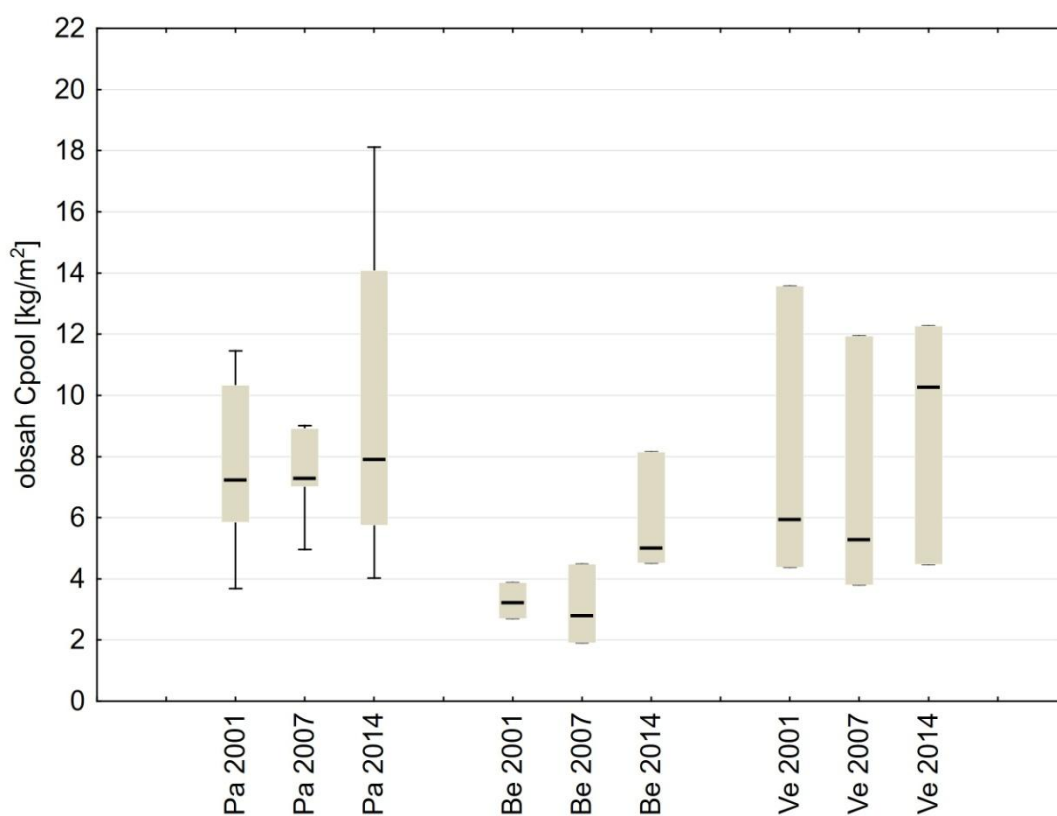


Obr. 13: Hodnoty mediánu labilní frakce půdní organické hmoty (WSOC) v letech 2001, 2007 a 2014 v **půdách z trvalých travních porostů** v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be) a Veverského (Ve) potoka.

Tab. 14: Porovnání celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool) v letech 2001, 2007 a 2014 v **půdách z trvalých travních porostů**. Znáznorněny jsou hodnoty mediánu a hodnoty dolního a horního kvartilu v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be) a Veverského (Ve) potoka.

Cpool [kg/m²]

	Pa			Be			Ve		
	2001	2007	2014	2001	2007	2014	2001	2007	2014
Medián	7,25	7,29	7,91	3,23	2,80	5,02	5,95	5,29	10,28
dolní kvartil	5,85	7,01	5,76	2,70	1,90	4,53	4,39	3,81	4,47
horní kvartil	10,33	8,92	14,07	3,88	4,47	8,15	13,57	11,93	12,27



Obr. 14: Hodnoty mediánu celkové zásoby půdního uhlíku (Cpool) v letech 2001, 2007 a 2014 v **půdách z trvalých travních porostů** v povodích Paseckého (Pa), Bedřichovského (Be) a Veverského (Ve) potoka.

5. Diskuze

5.1 Obecný stav SOC, WSOC a Cpool

5.1.1 SOC

Lesní půdy

Lesní půdy vykazovaly nejvyšší obsah SOC ze všech kategorií využití území v celé zájmové oblasti (obr. 3, tab. 3). Zjištěné hodnoty jsou srovnatelné s hodnotami uváděnými ostatními autory. Obsahem SOC v lesních půdách na území ČR se zabývala Šantrůčková a kol. (2015). Zkoumala půdní vzorky odebrané v lokalitách s nadmořskou výškou odpovídající průměrné nadmořské výšce zájmového území (650 m n. m.). Ve své práci uvádí obsah SOC s hodnotou mediánu 4,3 %. Dále se obsahem SOC v lesních půdách zabýval Frouz a kol. (2009). Ten prokázal u smrkového porostu rostoucího na výsypkách v severozápadních Čechách průměrný obsah SOC 4,8 %.

Vyšší obsah SOC v lesních půdách je zapříčiněn vyšším množstvím lesní vegetace se značnými objemy opadu. Obsah těžko rozložitelného ligninu v rostlinných zbytcích a půdní kyselost vede ke zpomalení mineralizace a k následné kumulaci opadu na půdním povrchu. Takto vytvořený pokryv zvyšuje zadržení vody v lesních půdách. Zvýšená půdní vlhkost má za následek vytěšňování půdního vzduchu a ochlazování lesního mikroklimatu, působí tak inhibičně na mineralizaci organické hmoty. Naakumulovaný a pomalu se rozkládající opad na půdním povrchu následně tvoří zásobárnu živin nepostradatelnou pro obnovu lesa a živnou půdu pro edafon (Stevens, 1997). Rychlost rozkladu rostlinného opadu je odlišná v lese jehličnatém a listnatém. V lese s převažujícími jehličnany dochází k pomalejšímu rozkladu díky okyselení půdního prostředí vlivem rozkládajícího se jehličí a působením mechů a lišejníků. Oproti tomu v lese listnatém a smíšeném je rozklad opadu díky příznivějším životním podmínkám edafonu rychlejší. Organická hmota je pravidelněji rozmístěna do větších hloubek půdního profilu (Nieder a Benbi 2008, Aber a Mellilo 2001).

Převahu SOC v lesních půdách oproti ostatním kategoriím využití území lze pozorovat i v případě, že se na tuto kategorii půdního pokryvu zaměříme podrobněji v jednotlivých povodích (obr. 6). Obsah SOC byl v lesních půdách nejvyšší ve všech sledovaných povodích. Prokázání tohoto trendu ve všech sledovaných povodích lze považovat za potvrzení teorie pomalejšího rozkladu a následné akumulace organické hmoty v lesních půdách.

Orné půdy

Orné půdy obsahovaly nejnižší obsah SOC ze všech kategorií využití území v celé zájmové oblasti (obr. 3, tab. 3). Šantrůčková a kol. (2015) pro orné půdy v nadmořských výškách odpovídajících zájmovému území (650 m n. m.) uvádí obsah SOC s hodnotou mediánu 1 %. Dále uvádí, že orné půdy na území České republiky běžně obsahují o 30-60 % méně SOC oproti původním lesním půdám. Úbytek organické hmoty v orných půdách je způsoben zemědělskou činností a klimatickými změnami způsobenými rostoucí nadmořskou výškou. Tento jev se nejvýrazněji projevuje v podhorských a horských oblastech s nadmořskou výškou nad 600 m n. m. Obsahem SOC v orných půdách se zabýval také Kubát a kol. (2008), který v 85 % z celkového množství vzorků (n=601) odebraných na území České republiky prokázal průměrný obsah SOC v rozmezí 1-2 %.

Brady (1990) vysvětluje nízký obsah SOC v orných půdách převažujícím odběrem organické hmoty nad jejím zpětným navracením. Vzniká tak zásadní rozdíl mezi agroekosystémem a přirozeným ekosystémem, ve kterém je všechna vyprodukovaná hmota navracena zpět do půdy. K urychlení mineralizace za současného snižování obsahu SOC v orných půdách dochází díky pravidelným agrotechnickým zásahům, při kterých dochází k provzdušnění půdy a k promíchání rostlinných zbytků s půdou. Dalšími činnostmi podporujícími rychlost mineralizace je zvyšování obsahu živin v půdě, úprava půdní reakce a změna vodního režimu půdy. Odvodnění půdy vede k většímu provzdušnění půdy, vytváří tak vhodné podmínky pro rychlejší rozklad organické hmoty.

Trend nejnižšího obsahu SOC v orných půdách je patrný i při podrobnější analýze dat získaných z jednotlivých povodí (obr. 9). Ve všech povodích byl nejnižší obsah SOC prokázán v orných půdách. Toto zjištění potvrzuje teorii o nevyrovnané bilanci

organické hmoty na orné půdě a o vlivu změněných půdních podmínek na rychlejší rozklad organické hmoty.

TTP

V půdách z trvalých travních porostů byl obsah SOC nižší než v lesních půdách a vyšší než v orných půdách (obr. 3). Půdy z trvalých travních porostů se tak na pomyslném žebříčku umístily na druhém místě mezi půdami lesními s nejvyšším obsahem SOC a půdami ornými s nejnižším obsahem SOC (tab. 3). K obdobným výsledkům došel i Šarapatka a Čížková (2014). Ti sledovali vliv druhové pestrosti luk a pastvin na obsah SOC. U trvalých travních porostů v Jeseníkách zjistili u mladších a druhově chudších travních porostů průměrný obsah SOC 2,02 %. Oproti tomu u druhově bohatších a více jak 40 let starých pastvin dosahoval průměrný obsah SOC 3,93 %. Množstvím SOC v zemědělsky využívaných půdách v Bavorsku zabýval i Leifeld a Kögel-Knabner (2004). Půdy, u kterých došlo ke změně jejich využívání z orné půdy na travní porost, vykazovaly po sedmi letech využívání průměrně 1,5 % SOC. Oproti tomu půdy využívané po dobu dvaceti let jako louky a pastviny obsahovaly průměrně 2,29 % SOC.

Rozdíl mezi hlavními zdroji SOC lesních a zatravněných půd popisují Brady a Weil (2002). Zatímco množství SOC u lesních půd je nejvíce dotováno nadzemním opadem, u půd z trvalých travních porostů je nejvýznamnějším zdrojem SOC mohutně rozvinutá kořenová soustava trav a bylin. Díky bohatému prokořenění dochází k dokonalejší distribuci organické hmoty v půdním profilu. Odlišné množství organických zbytků dodávaných do půdy v lesním a travním ekosystému blíže specifikuje Kolář (1988). V lesních ekosystémech je nejvýznamnějším vstupem organické hmoty do půdy nadzemní opad a jemné kořenové vlášení z kořenů stromů, tyto dva vstupy jsou vůči sobě v poměru 4:1 až 3:1. Opačná situace nastává u travních ekosystémů, zde je vyšší zisk organické hmoty z kořenů. Poměr mezi nadzemním opadem a produkcí kořenové hmoty v travních ekosystémech je 1:9 až 1:6.

Nižší obsah SOC oproti lesním půdám a vyšší obsah oproti orným půdám lze u půd z trvalých travních porostů pozorovat i v případě, že se na tuto kategorii půdního pokryvu zaměříme podrobněji v jednotlivých povodích (obr. 12). Vyšší obsah SOC

oproti orným půdám potvrzuje teorie o větším zásobení luk a pastvin organickou hmotou dodávanou bohatým prokořeněním půdy. Nižší obsah SOC oproti lesním půdám potvrzuje teorie, které popisují les jako místo se značnými schopnostmi akumulovat SOC díky velkým objemům nadzemního opadu a díky podmínkám nepříznivým pro rozklad organické hmoty.

5.1.2 WSOC

Lesní půdy

Obsah WSOC se u všech kategorií půdního pokryvu ve všech povodích odvíjel od obsahu SOC. Půdy s vyšším obsahem SOC obsahovaly více WSOC, půdy s nižším obsahem SOC obsahovaly méně WSOC. Nejvyšší obsah WSOC ze všech kategorií půdních pokryvů v celé zájmové oblasti byl prokázán u lesních půd (obr. 4, tab. 4). Obsahem WSOC v lesních půdách na severovýchodě Číny se zabýval Ma a kol. (2010). I přes to, že tento autor zkoumal WSOC na odlišném kontinentě a zjištěné výsledky porovnával v odlišných jednotkách, došel k obdobným výsledkům. Prokázal vyšší obsah WSOC v lesních půdách oproti půdám z tamních trvalých travních porostů. Jím zjištěné průměrné hodnoty WSOC v lesních půdách se pohybovaly v přibližném rozmezí 50 až 110 mg/kg půdy, oproti půdám z trvalých travních s průměrným obsahem WSOC v rozmezí 40 až 85 mg/kg půdy. Vzájemnou provázanost WSOC a SOC dokládá klesajícím množstvím obou těchto forem půdního organického uhlíku s přibývajícím hloubkou půdy. V lesních půdách je největší množství WSOC v horní organické vrstvě, ze které je vymýván do spodní minerální vrstvy. Platí, že čím je klima vlhčí, tím více je WSOC vymýván. Vyšší obsah WSOC lze tedy očekávat v lesních půdách, díky jejich větší vlhkosti. Dalším důvodem vyššího obsahu WSOC v lesních půdách je přísun značného množství organické hmoty díky velkému množství opadu. Rozpustnost WSOC a ostatních organických látek v půdě je dána půdními vlastnostmi, ty jsou do značné míry ovlivňovány člověkem.

Brady a Weil (2002) zmiňují, že intenzita vyplavování WSOC z lesních půd bývá vyšší oproti orným půdám a půdám z trvalých travních porostů. Rozkladem opadu v lesních půdách vzniká množství ve vodě rozpustných uhlíkatých sloučenin, mezi

které patří například fulvokyseliny. Ztráty způsobené odtokem vodorozpustných forem půdního organického uhlíku mohou tvořit 5-40 % z celkových ztrát uhlíku z lesních půd.

Spojitosť obsahu WSOC a SOC v lesních půdách se potvrzuje i v případě podrobnějšího zaměření na tuto kategorii půdního pokryvu v jednotlivých povodích (obr. 7). Nejvyšší obsah WSOC prokázáný v lesních půdách ve všech povodích potvrzuje teorii vyššího vymývání této labilní formy půdního organického uhlíku u lesních půd.

Orné půdy

Nejnižší obsah WSOC ze všech kategorií půdních pokryvů v celé zájmové oblasti byl, obdobně jako tomu bylo u SOC, prokázán u orných půd (obr. 4, tab. 4). Obsahem WSOC v orných půdách se zabýval i McGill a kol. (1985). Jím zjištěné průměrné hodnoty WSOC v orných půdách v jižní Kanadě se pohybovaly v rozmezí od 21 do 30 mg/kg půdy. V jeho polních pokusech vyšším obsahem WSOC disponovaly půdy hnojené hnojem oproti půdám hnojeným minerálními hnojivy. Obsah WSOC tvoří malou část ze SOC, málokdy jeho množství v půdě přesáhne hodnotu 200 mg/kg půdy. I přes toto malé množství je WSOC považován za nezbytný substrát pro existenci půdních mikroorganismů. Kromě toho, že je WSOC půdními mikroorganismy spotřebováván, je jimi i zprostředkováván. Děje se tak rozkladem nadzemního rostlinného opadu, kořenových exudátů a odumírajících kořenů. Dále je obsah WSOC dotován hydrolýzou nerozpustných organických polymerů a desorpcí z půdních koloidů. WSOC lze označit za nejaktivnější organickou složku půdy, jejíž množství v půdě se mění v řádu několika dní. Dále se obsahem WSOC v orných půdách zabýval Campbell a kol. (1998). Na orné půdě v Saskatchewan zjistil průměrné obsahy WSOC v rozmezí 12-24 mg/kg půdy. Vyšší obsah WSOC zjistil na vrcholu vegetační sezóny, při rozvinutém kořenové systému plodin a při vyšší vlhkosti půdy a teplotě vzduchu. Ačkoli se zmiňovaní autoři zabývali obsahem WSOC v odlišných oblastech a porovnávali jeho množství v odlišných jednotkách, lze ze zmíněných výsledků vysledovat nižší obsah WSOC v orných půdách oproti ostatním kategoriím využití území.

To že se obsah WSOC odvíjí od obsahu SOC se potvrzuje i v případě, že se na kategorii orných půd zaměříme v jednotlivých povodích (obr. 10). Obsah WSOC byl, obdobně jako obsah SOC, nejnižší v orných půdách ve všech povodích. Dále došlo k potvrzení závislosti obsahu WSOC na množství dodávané organické hmoty do půdy a na podmínkách působících na půdní mikroorganismy.

TTP

Obsah WSOC v půdách z trvalých travních porostů byl nižší než v lesních půdách a vyšší než v orných půdách (obr. 4, tab. 4). Vyšší obsah WSOC v půdách z trvalých travních porostů v severovýchodní Číně oproti orným půdám prokázal i Hao a kol. (2017). Tuto situaci odůvodňuje vyšším obsahem SOC v půdách z trvalých travních porostů, který zde převládá díky většímu množství navracených organických zbytků do půdy. U půd z trvalých travních porostů došel k průměrným obsahům WSOC v rozmezí 140 až 180 mg/kg půdy oproti průměrným obsahům v orné půdě 110 mg/kg až 140 mg/kg půdy. Porovnáním obsahu WSOC v půdách z trvalých travních porostů s půdami ornými se zabýval také Gregorich a kol. (2000). Ten v závislosti na půdním druhu uvádí pro půdy z trvalých travních porostů průměrné obsahy WSOC ve východní Kanadě v rozmezí od 22 do 60 mg/kg půdy, oproti nižším průměrným obsahům WSOC pro orné půdy v rozmezí 15 až 49 mg/kg půdy.

Podle Xia a kol. (2010) je obsah WSOC v půdě trvalých travních porostů, obdobně jako obsah ostatních forem půdního uhlíku, ovlivněn stanovištními podmínkami a druhem porostu. Převažuje vliv odlišného druhu porostu. Porost ovlivňuje obsah WSOC v půdě změnami chemického a fyzikálního stavu půdy. Děje se tak prostřednictvím množství a chemického složení rostlinného opadu, změnami mikroklimatu stanoviště a odlišnou mírou aktivity půdních mikroorganismů. Druh porostu značně působí na druhové složení a početnost půdní mikrobiální biomasy, ovlivňuje tak rychlost rozkladu rostlinného opadu a přeměny půdního organického uhlíku na jeho jednotlivé formy. Půdy z trvalých travních porostů vykazují vyšší množství všech forem půdního organického uhlíku, včetně frakce WSOC, díky bohatému prokořenění a optimálním životním podmínkám pro půdní mikroorganismy. Ačkoli se zmiňovaní autoři zabývali obsahem WSOC v odlišných

oblastech a porovnávali jeho množství v odlišných jednotkách, lze ze zmíněných výsledků vysledovat nižší obsah WSOC v půdách z trvalých travních porostů oproti lesním půdám a vyšší obsah oproti orným půdám.

Teorie o vyšším množství WSOC v půdách z trvalých travních porostů se potvrzuje i v případě bližšího porovnání dat získaných v jednotlivých povodích (obr. 13). Díky relativně vysokému množství organické hmoty dodávaného do půdy a podmínkám optimálním pro život půdních mikroorganismů předčily půdy z trvalých travních porostů svým vyšším obsahem WSOC orné půdy. Pořadí jednotlivých kategorií využití území podle obsahu WSOC od nejbohatších půd k nejchudším je následující: Les>TTP>orná půda. Odpovídá obsahu SOC.

5.1.3 Cpool

Lesní půdy

Při výpočtu hodnot Cpool se vychází, mimo jiné, z množství SOC. Tento fakt vysvětluje provázanost těchto dvou zjišťovaných hodnot. Druhy půdního pokryvu s vyšším obsahem SOC (les, TTP) inklinovaly k vyšším obsahům Cpool, naopak půdní pokryv s nižším obsahem SOC (orné půdy) k nižšímu obsahu Cpool. Při globálním pohledu lze konstatovat, že rozdíly mezi zjištěnými obsahy Cpool pro jednotlivé kategorie využití území nebyly nikterak závratné. U lesních půd byl prokázán obsah Cpool porovnatelný s půdami trvalých travních porostů (obr. 5, tab. 5). Zásobou uhlíku ve svrchních 30 cm lesních půd na území České republiky se zabýval i Černý (2010). Pro nadmořské výšky odpovídající průměrné nadmořské výšce zájmového území (650 m n. m.) uvádí průměrnou hodnotu 7 kg/m². Za lesní půdy s nejvyšší zásobou uhlíku ve svrchních horizontech označuje ty, které se nacházejí v nadmořské výšce nad 700 m n. m. V těchto oblastech dochází vlivem nižších teplot a vlhčího klimatu ke zřetelnějšímu zpomalení rozkladu humusu. Vlivem druhové skladby dřevin na sekvestraci (ukládání uhlíku ze vzdušného CO₂) do lesních půd v Dánsku se zabýval Vesterdal a kol. (2007). U dřevin původních v Evropě zjistil Cpool v rozmezí průměrných hodnot od 1,41 do 3,02 kg/m². Méně uhlíku obsahovaly půdy pod listnatými stromy, více pod porostem smrku. Přestože jednotliví autoři došli k celkovému obsahu organického uhlíku v lesních půdách

rozličnými výpočty, jsou porovnávány hodnoty konzistentní s hodnotami Cpool zjištěnými v zájmovém území.

Schopnost půdy sekvestrovat uhlík je dána především půdním pokryvem. Nejmenší schopnost sekvestrace má orná půda, větší travní porost a les (Meermans, 2007). Roční produkce biomasy na poli a v lese může být podobná, její životnost je z důvodu dlouhověkosti stromů vyšší v lese. V lese se značná část vyprodukované biomasy ukládá v nadzemní části stromů, menší část se dostává na povrch půdy ve formě opadu. Tento opad se v lese, ve kterém neprobíhají mechanické zásahy do půdy, rozkládá velice pomalu z důvodu absence rozmělnování a promíchávání organických zbytků s půdou. Dochází tak k akumulaci organické hmoty a k menší respiraci půdy. Ztráty uhlíku z lesních půd jsou dále omezovány přítomností těžko rozložitelných fenolů a ligninu v opadu. V zalesněném území jsou ztráty organické hmoty nižší i díky omezení eroze. Vyjmenované faktory zajišťují každoroční nárůst obsahu půdní organické hmoty v mladších lesních porostech a udržování vysokého obsahu půdní organické hmoty ve starších porostech (Brady a Weil, 2002).

Hodnoty Cpool byly v půdách s lesním pokryvem nižší, porovnatelné s ornými půdami. Tento fakt je patrný i při detailnější analýze dat z jednotlivých povodí (obr. 8). Zjištění, že byl obsah Cpool v člověkem méně ovlivněných lesních půdách srovnatelný s obsahem Cpool v půdách orných, lze odůvodnit vlivem stáří lesa na množství vyprodukované biomasy. Množství organické hmoty dodávané do lesních půd je vysoké, následný rozklad je pomalejší. Hodnota Cpool v lesních půdách by se tedy měla postupně zvyšovat, převyšovat hodnoty v půdách z ostatních kategorií půdních pokryvů. Do hry však vstupuje stáří lesa ovlivňující množství vyprodukované biomasy. Starší les lze označit za již poměrně stabilizovaný ekosystém, který produkuje nižší množství biomasy, ta se navíc kumuluje v nadzemní části. Z tohoto důvodu nedošlo k nikterak závratnému nárůstu hodnot Cpool v lesních půdách, hodnoty jsou porovnatelné s ornými půdami.

Orné půdy

Hodnoty Cpool v orných půdách byly srovnatelné s půdami lesními a nižší než u půd trvalých travních porostů (obr. 5, tab. 5). Množstvím uhlíku sekvestrovaným do orné

půdy se zabýval i Schrumpf a kol. (2011). V orných půdách na území Německa zjistil v půdním horizontu s mocností 30 cm průměrný obsah Cpool 8,7 kg/m². Dále se v Německu problematikou Cpool zabýval Wiesmeier a kol. (2014). Pro půdní horizont orných půd s mocností 1 m uvádí průměrný obsah Cpool 9,2 kg/m². Toto množství je nižší oproti obsahům Cpool uváděným pro trvalé travní porosty a lesní půdy tímto autorem. Přestože jednotliví autoři došli k celkovému obsahu organického uhlíku v orných půdách rozličnými výpočty, jsou porovnávané hodnoty konzistentní s hodnotami Cpool zjištěnými v zájmovém území.

Hospodaření na orné půdě s sebou přináší snížení Cpool způsobené zvýšenou intenzitou mineralizace, vyluhováním labilních frakcí půdní organické hmoty a odnášením organické hmoty erozí. Ke snižování Cpool v orných půdách značným způsobem přispívá mechanické zpracování půdy a malé množství aplikovaných organických hnojiv. Zásadní vliv na snižování Cpool v půdě má orba, která přináší urychlení mineralizace organické hmoty spojenou se snižováním zásob Cpool v půdě. Tyto negativní vlivy lze eliminovat uplatněním půdoochranných technologií zpracování půdy. Ty zvyšují obsah SOC v půdě díky pozitivnímu vlivu na vzdušný, vodní a teplotní režim půdy. Dále podporují sekvestraci uhlíku do hlubších vrstev půdy díky vyšší činnosti edafonu a snižují odnos SOC z půdy díky omezení eroze. Ke zvýšení Cpool v orných půdách významně přispívá zařazení trav a leguminóz do osevního postupu (Lal a Kimble, 1997). Kromě způsobu zpracování a druhu pěstované plodiny je schopnost půdy sekvestrovat SOC ovlivněna půdními vlastnostmi. Patří sem především zrnitost půdy, která ovlivňuje její vodní a vzdušný režim. Půdy jílovité mají větší schopnost sekvestrovat SOC oproti půdám písčítým. Sekvestrace uhlíku v zemědělské krajině je také značně ovlivněna odvodněním půdy, méně odvodněná půda vykazuje větší sekvestraci SOC (Meersmans a kol., 2007).

Orné půdy patřily mezi kategorie půdního pokryvu s nižším obsahem Cpool i při podrobnější analýze dat získaných z jednotlivých povodí (obr. 11). Toto zjištění potvrzuje nižší sekvestraci uhlíku ornými půdami. Ta je způsobená nevyváženou bilancí organické hmoty, tvorbou podmínek vhodných pro mineralizaci a erozí.

TTP

Obsah Cpool byl v půdách z trvalých travních porostů vyšší oproti půdám orným a srovnatelný, nebo vyšší oproti půdám lesním (obr. 5, tab. 5). Množství Cpool v půdách z trvalých travních porostů řešil i Schrumpf (2011). Pro svrchních 30 cm půdy ve středním Maďarsku uvádí průměrný obsah Cpool 9,2 kg/m². Autor Wiesmeier a kol. (2014) uvádí pro německé půdy z trvalých travních porostů průměrný obsah Cpool 11,8 kg/m². Jedná se o Cpool v 1 m mocném půdním horizontu. V práci tohoto autora předčily půdy z trvalých travních porostů svým množstvím Cpool orné a lesní půdy. Přestože jednotliví autoři došli k celkovému obsahu organického uhlíku v půdách z trvalých travních porostů rozličnými výpočty, jsou porovnávané hodnoty srovnatelné s hodnotami Cpool zjištěnými v zájmovém území.

Hlavním vstupem biomasy do půd trvalých travních porostů jsou kořeny, které mohou tvořit až 85 % z celkové primární produkce trav. Velký podíl kořenů na tvorbě primární produkce trav je dán jejich hustou vláknitou stavbou a velkým objemem. Tato vlastnost trávy odlišuje od keřů a stromů, jejichž kořeny jsou tvořeny jedním hlavním kořenem a několika postranními kořeny. Husté a vláknité kořeny trav obsahují přibližně 58 % uhlíku. Tento uhlík je po odumření kořenů zpracováván půdní mikrobiální biomasou a dříve, nebo později je navrácen zpět do atmosféry ve formě CO₂. Dochází tak k uzavření koloběhu uhlíku mezi půdou a atmosférou (Follett a Kimble, 2000).

Hodnoty Cpool byly v půdách z trvalých travních porostů vyšší oproti orným půdám a srovnatelné s půdami lesními i při detailnějším zaměření se na data z jednotlivých povodí (obr. 14). Toto zjištění potvrzuje teorii některých autorů. Ti uvádějí, že množství sekvestrovaného uhlíku může být vyšší v půdách trvalých travních porostů než v lesních půdách. Děje se tak kumulací značného množství organické hmoty v hustém a jemně vláscitém kořenovém systému trav.

5.2 Časový vývoj SOC, WSOC a Cpool

5.2.1 SOC

Obecná situace v celém povodí

V lesních půdách došlo mezi lety 2001 a 2007 ke statisticky průkaznému snížení obsahu SOC (obr. 3). Následoval statisticky průkazný nárůst mezi lety 2007 a 2014, jehož konečná hodnota dokonce statisticky průkazně předčila počáteční hodnotu v roce 2001.

U orných půd byl zaznamenán postupný nárůst obsahu SOC mezi všemi sledovanými roky, mezi roky 2001 a 2007 statisticky neprůkazný a mezi roky 2007 a 2014 statisticky průkazný (obr. 3). I u tohoto půdního pokryvu konečná hodnota v roce 2014 statisticky průkazně předčila počáteční hodnotu z roku 2001.

Půdy z trvalých travních porostů vykazovaly trend značně podobný lesním půdám. Nejprve došlo k nepatrnému poklesu SOC mezi roky 2001 a 2007, následoval větší a statisticky průkazný nárůst v roce 2014 (obr. 3). Stejně jako u ostatních zkoumaných kategorií využití území byla konečná hodnota v roce 2014 statisticky průkazně vyšší oproti počáteční hodnotě v roce 2001.

Z výše popsaného časového vývoje SOC je patrné, že se vývoj hodnot u všech sledovaných kategorií půdního pokryvu odehrával podobně. Jedinou výjimkou, zjištěnou v roce 2007, byl pozvolný kontinuální nárůst obsahu SOC u orných půd oproti mírným poklesům odehrávajícím se u lesních půd a půd z trvalých travních porostů v témže časovém období. Z globálního hlediska lze tedy konstatovat, že během poměrně dlouhého sledovaného období došlo u všech sledovaných kategorií využití území k nárůstu obsahu SOC.

Situace v jednotlivých povodích

S drobnými výjimkami lze trend menšího poklesu a následného výrazného nárůstu SOC sledovat i v případě, že se na data získaná z jednotlivých povodí zaměříme detailněji. U lesních půd se pokles obsahu SOC mezi lety 2001 a 2007 a následný

nárůstu v roce 2014 projevil naprosto u všech sledovaných povodí. Konečný obsah SOC v roce 2014 byl u všech povodí vyšší oproti obsahu z roku 2001 (obr. 6).

K nepatrným odlišnostem došlo u SOC v orných půdách. Každé ze sledovaných povodí prokázalo odlišný vývoj s obdobným konečným výsledkem. Zatímco v povodí Bedřichovského potoka došlo během celého sledovaného období k postupnému nárůstu obsahu SOC, v povodí Váčkového potoka došlo mezi lety 2001 a 2007 k poklesu s následným nárůstem v roce 2014. V povodí Veverského potoka zůstaly hodnoty mezi roky 2001 a 2007 zcela stejné, následoval nárůst v roce 2014. Konečné hodnoty obsahu SOC v orných půdách byly v roce 2014 vyšší oproti hodnotám v roce 2001 u všech sledovaných povodí (obr. 9).

Půdy z trvalých travních porostů zaznamenaly stejný vývoj obsahu SOC jako lesní půdy. I zde u všech sledovaných povodí došlo k poklesu hodnot mezi roky 2001 a 2007 a k nárůstu v roce 2014. Stejně tak konečné hodnoty SOC v roce 2014 předčily počáteční hodnoty z roku 2001 ve všech povodích (obr. 12).

5.2.2 WSOC

Obecná situace v celém povodí

Lesní půdy zaznamenaly mezi lety 2001 a 2007 statisticky neprůkazný nárůst obsahu WSOC. Následoval statisticky průkazný pokles mezi roky 2007 a 2014 (obr. 4). Výsledná hodnota v roce 2014 byla statisticky průkazně nižší oproti počáteční hodnotě v roce 2001.

U orných půd došlo mezi lety 2001 a 2007 ke statisticky významnému nárůstu, následoval statisticky průkazný pokles v roce 2014 (obr. 4). Zmíněným poklesem v roce 2014 se hodnota obsahu WSOC vrátila na nepatrně nižší hodnotu oproti roku 2001.

Časový vývoj WSOC u půd z trvalých travních porostů odpovídal ostatním půdním pokryvům. I zde došlo mezi lety 2001 a 2007 ke statisticky průkaznému nárůstu obsahu WSOC. V roce 2014 následoval statisticky průkazný pokles (obr. 4). Při porovnání konečné hodnoty z roku 2014 s počáteční hodnotou z roku 2001 je patrný statisticky průkazný pokles obsahu WSOC během celého sledovaného období.

U všech sledovaných půdních pokryvů byl časový vývoj WSOC zcela stejný, odehrál se nárůst mezi lety 2001 a 2007 a pokles v roce 2014. Celkovým výsledkem celého sledovaného období je pokles WSOC ve všech kategoriích půd. Díky nižším obsahům (tedy nižším ztrátám) půdního organického uhlíku v rozpuštěné podobě WSOC dochází ke zvyšování jeho obsahu v podobě SOC. V tomto smyslu lze říci, že data WSOC, resp. jejich časový vývoj dobře koresponduje s časovým vývojem SOC, kdy vzrůst WSOC odpovídá poklesu SOC (2007) a pokles WSOC odpovídá nárůstu SOC (2014).

Situace v jednotlivých povodích

Trend zvýšení intenzity vymývání WSOC mezi lety 2001 a 2007 a následného snížení v roce 2014 lze pozorovat i při podrobnější analýze dat z jednotlivých povodí. Takřka všechny lesní půdy ve všech povodích zaznamenaly nárůst obsahu WSOC mezi lety 2001 a 2007 a pokles v roce 2014. Jedinou drobnou výjimku tvořilo povodí Váčkového potoka. Zde mezi lety 2001 a 2007 nedošlo k nárůstu obsahu WSOC, ale k jeho poklesu. Lesní půdy ve všech sledovaných povodích zaznamenaly nižší konečnou hodnotu WSOC v roce 2014 oproti počáteční hodnotě v roce 2001, v průběhu sledovaného období došlo ke snížení vyplavování labilní frakce SOC (obr. 7).

Časový vývoj obsahu WSOC v orných půdách také prokázal nárůst mezi lety 2001 a 2007 ve všech sledovaných povodích. Odlišný vývoj se však odehrál mezi lety 2007 a 2014. Hodnoty WSOC ve všech povodích sice klesly obdobně jako u lesních půd, pokles pod počáteční úroveň z roku 2001 se však odehrál pouze u povodí Veverského potoka. U ostatních povodí se konečné hodnoty v roce 2014 navrátily do podobných hodnot, jako tomu bylo na počátku sledovaného období v roce 2001 (obr. 10).

Půdy z trvalých travních porostů ve všech povodích zaznamenaly nárůst obsahu WSOC mezi roky 2001 a 2007 a následný pokles v roce 2014. Rozdílná byla míra poklesu v roce 2014. Pokles pod úroveň počáteční hodnoty z roku 2001 se odehrál v povodí Paseckého a Veverského potka. Nepatrně vyšší byla konečná hodnota v roce 2014 v povodí Bedřichovského potoka. Při zobecnění lze situaci označit za pokles obsahu WSOC během sledovaného období. I u půd z trvalých travních

porostů, stejně jako u ostatních půdních pokryvů, došlo ke snížení vymývání WSOC během sledovaného období (obr. 13).

5.2.3 Cpool

Obecná situace v celém povodí

Časový vývoj hodnot Cpool byl méně jednoznačný oproti ostatním zjišťovaným půdním parametrům. Lesní půdy zaznamenaly statisticky průkazný pokles obsahu Cpool mezi lety 2001 a 2007 s následným statisticky průkazným vzrůstem v roce 2014 (obr. 5). Konečná hodnota v roce 2014 byla nižší oproti počáteční hodnotě z roku 2001, nebyla však zjištěna statistická významnost.

Obsah Cpool v orných půdách statisticky významně vzrostl mezi lety 2001 a 2007 a následně statisticky nevýznamně klesl v roce 2014 (obr. 5). Za celé sledované období došlo ke statisticky významnému nárůstu obsahu Cpool v orných půdách.

Trvalé travní porosty zaznamenaly nepatrný nárůst obsahu Cpool mezi lety 2001 a 2007 následovaný výraznějším nárůstem v roce 2014. Oba nárůsty byly statisticky nevýznamné (obr. 5). Během celého sledovaného období došlo ke statisticky významnému nárůstu obsahu Cpool v půdách z trvalých travních porostů.

U orných půd a půd z trvalých travních porostů došlo během dlouhého sledovaného období k nárůstu obsahu Cpool. Naopak ke snížení obsahu Cpool během celého sledovaného období došlo u lesních půd. I přes odlišný vývoj hodnot Cpool u jednotlivých půdních pokryvů lze při celkovém pojetí výsledků shledat převažující trend vzrůstu obsahu Cpool. Tento trend je způsoben větším zůstatkem SOC v půdě z důvodu sníženého vymývání WSOC.

Situace v jednotlivých povodích

Trend zvyšování obsahu Cpool v průběhu celého sledovaného období lze zaznamenat i v případě detailnější analýzy dat získaných z jednotlivých povodí. U lesních půd v povodí Paseckého, Bedřichovského a Váčkového potoka byl trend stejný, zahrnoval pokles obsahu Cpool mezi lety 2001 a 2007 a nárůst v roce 2014.

Výjimkou bylo povodí Veverského potoka, které projevilo postupný pokles obsahu Cpool během celého sledovaného období (obr. 8).

Orné půdy ve všech povodích projevily stejný trend, kterým byl nárůst obsahu Cpool mezi lety 2001 a 2007. Odlišnost se projevila mezi lety 2007 a 2014, kdy v povodí Bedřichovského a Váčkového potoka došlo k poklesu obsahu Cpool a v povodí Veverského potoka k opětovnému nárůstu. Ke zvýšení obsahu Cpool během celého sledovaného období došlo v povodí Bedřichovského a Veverského potoka. U Váčkového potoka byl během celého sledovaného období prokázán pokles obsahu Cpool (obr. 11).

V půdách z trvalých travních porostů v povodí Paseckého potoka došlo mezi lety 2001 a 2007 k mírnému navýšení obsahu Cpool, následoval výraznější nárůst v roce 2014. V povodí Bedřichovského a Veverského potoka došlo mezi lety 2001 a 2007 ke snížení obsahu Cpool a v roce 2014 k jeho zvýšení. U všech povodí s trvalými travními porosty došlo během celého sledovaného období ke zvýšení obsahu Cpool (obr. 14).

6. Závěr

V diplomové práci bylo prokázáno, že se obsah půdního organického uhlíku (SOC) liší v závislosti na typu půdního pokryvu. Vyšší obsah SOC byl prokázán v půdách trvalých travních porostů a půdách lesních, nižší v půdách orných. Vyšší obsah SOC v půdách trvalých travních porostů je dán hustou kořenovou soustavou trav, která dotuje půdu organickým uhlíkem. V lesních půdách je vyšší obsah SOC zapříčiněn pomalým rozkladem organické hmoty, ten je způsoben odolností rostlinného opadu vůči rozkladu a půdními podmínkami. Nižší obsah SOC v orných půdách je dán převahou odběru organické hmoty nad jejím zpětným navrácením do půdy. Díky zásahům člověka dochází v orných půdách k rychlé mineralizaci organické hmoty.

Přestože tvoří půdní organická hmota pouze malou část půdy, má zásadní význam pro půdní úrodnost a fyzikální vlastnosti půdy. Primární organická hmota po mineralizaci slouží jako zdroj živin. V případě, že nastanou optimální podmínky pro průběh humifikace, dochází k vytvoření humusových látek. Humusové látky se následně spojují s minerální složkou půdy za vzniku organominerálního sorpčního

komplexu. Ten slouží jako zásobárna živin a udává schopnost půdy odolávat změnám pH. Co se týče fyzikálních vlastností půdy, působí půdní organická hmota příznivě na strukturu půdy. Podporuje tak zvýšení infiltrace a retence vody v krajině, přispívá ke snížení eroze. Dále v důsledku strukturotvornosti půdní organické hmoty dochází k omezení tvorby půdního škraloupu a ke zlepšení vzdušného režimu půdy. Nelze opomenout ani důležitou roli půdní organické hmoty, kterou je sekvestrace uhlíku. Přesunem uhlíku z ovzduší do půdy dochází ke zmírnění tzv. skleníkového efektu.

7. Literatura

ABER, John D. a Jerry M. MELILLO. *Terrestrial ecosystems*. 2nd ed. San Diego: Harcourt/Academic Press, 2001. ISBN 0-12-041755-3.

BINKLEY, Dan a Richard F. FISHER. *Ecology and management of forest soils*. 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2013. ISBN 978-0-470-97947-1.

BRADY, Nyle C. *The nature and properties of soils*. 10th ed. New York: Macmillan, 1990. ISBN 0-02-313361-9.

BRADY, Nyle C. a Ray R. WEIL. *The nature and properties of soils*. 13th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2002. ISBN 0-13-016763-0.

CAMPBELL, C. A., BIEDERBECK, V. O., WEN, G., ZENTER R. P., SCHOENAU, J., HAHN, D. Seasonal trends in selected soil biochemical attributes: Effects of crop rotation in the semiarid prairie. *Canadian Journal of Soil Science*, 1999, 79.1: 73-84.

ČERNÝ, M. *Inventarizace krajiny CzechTerra: Koncepce a výstupy projektu*. Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2010. 107 s.

FOLLETT, Ronald F., KIMBLE, John M. (ed.). *The potential of US grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect*. CRC press, 2000. ISBN 9781566705547.

FROUZ, J., PIŽL, V., CIENCALA, E., KALČÍK, J. Carbon storage in post-mining forest soil, the role of tree biomass and soil bioturbation. *Biogeochemistry*, 2009, 94.2: 111-121.

GREGORICH, E. G., LIANG, B. C., DRURY, C. F., MACKANZIE, A. F., MCGILL, W. B. Elucidation of the source and turnover of water soluble and microbial biomass carbon in agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 2000, 32.5: 581-587.

HAO, X., YOU, M., HAN, X., LI, H., ZOU, W., XING, B. Redistribution of different organic carbon fractions in the soil profile of a typical Chinese Mollisol with land-use change. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2017, 1-12.

CHAPIN, F. Stuart, P. A. MATSON a Harold A. MOONEY. *Principles of terrestrial ecosystem ecology.* New York: Springer, 2002. ISBN 0-387-95443-0.

CHÁBERA, Stanislav. *Fyzický zeměpis jižních Čech: přehled geologie, geomorfologie, horopisu a vodopisu.* Vydání 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 1998. ISBN 80-7040-218-0.

KOLÁŘ, Ladislav. *Organické hnojení a humus.* Praha: VŠZ (Praha), 1988.

KUBÁT, J., CERHANOVÁ, D., MIKANOVÁ, O., ŠIMON, T. *Metodika hodnocení množství a kvality půdní organické hmoty v orných půdách–Metodika pro praxi.* 2008.

KUBEŠ, Jan. *Krajina Novohradských hor: fyzicko-geografické složky krajiny.* České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2004. ISBN 80-7040-757-3.

LAL, R., KIMBLE, J. M. Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 1997, 49.1-3: 243-253.

LAVELLE, Patrick a Alister V. SPAIN. *Soil ecology.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. ISBN 1-4020-0490-7.

LEDVINA, Rostislav, Jitka KOUBALÍKOVÁ a Jan HORÁČEK. *Geologie a půdoznalství: pro 1. ročník studia.* České Budějovice: ZF JU, 1992. ISBN 80-900364-6-5.

LEIFELD, Jens, KÖGEL-KNABNER, Ingrid. Soil organic matter fractions as early indicators for carbon stock changes under different land-use?. *Geoderma*, 2005, 124.1-2: 143-155.

MA, X. Z., CHEN, L. J., CHEN, Z. H., WU, Z. J., ZHANG, L. L., ZHANG, Y. L. Soil glycosidase activities and water soluble organic carbon under different land use types. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 2010, 10.2: 93-101.

MAREK, Michal V. *Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu.* Praha: Academia, 2011. Živá příroda. ISBN 978-80-904351-1-7.

MCGILL, W. B., CANNON, K. R., ROBERTSON, J. A., COOK, F. D. Dynamics of soil microbial biomass and water-soluble organic C in Breton L after 50 years of cropping to two rotations. *Canadian journal of soil science*, 1986, 66.1: 1-19.

MEERSMANS, J., DE RIDDER, F., CANTERS, F., DE BAETS, S., VAN MOLLE, M. A multiple regression approach to assess the spatial distribution of Soil Organic Carbon (SOC) at the regional scale (Flanders, Belgium). *Geoderma*, 2008, 143.1-2: 1-13.

MEERSMANS, J., VAN WESEMAEL, B., GOIDTS, E., VAN MOLLE, M., DE BAETS, S., DE RIDDER, F. Spatial analysis of soil organic carbon evolution in Belgian croplands and grasslands, 1960–2006. *Global Change Biology*, 2011, 17.1: 466-479.

NĚMEČEK, Jan, Libuše SMOLÍKOVÁ a Miroslav KUTÍLEK. *Pedologie a paleopedologie*. Praha: Academia, 1990. ISBN 80-200-0153-0.

NIEDER, R. a D. BENBI. *Carbon and nitrogen in the terrestrial environment*. Dordrecht: Springer, 2008. ISBN 978-1-4020-8432-4.

PAPÁČEK, Miroslav. *Biodiverzita a přírodní podmínky Novohradských hor II: Biodiversity and environmental conditions of the Novohradské mountains II : book of paper*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2003. ISBN 80-7040-657-7.

POKORNÝ, Eduard a Bořivoj ŠARAPATKA. *Půdoznalství pro ekozemědělce*. Praha: ÚZPI, 2003. Příručka ekologického zemědělce. ISBN 80-7084-295-4.

POSPÍŠILOVÁ, Lubica a Marta TESAŘOVÁ. *Organický uhlík obhospodařovaných půd: Organic carbon in arable soils : původní vědecká práce*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. ISBN 978-80-7375-282-8.

SÁŇKA, Milan a Jan MATERNA. *Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2004. Edice Planeta 2004 : odborný časopis pro životní prostředí.

SCHRUMPF, M., SCHULZE, E. D., KAISER, K., SCHUMACHER, J. How accurately can soil organic carbon stocks and stock changes be quantified by soil inventories?. *Biogeosciences*, 2011, 8.5: 1193-1212.

STEVENS, Victoria. *The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in BC forests.* British Columbia, Ministry of Forests, Research Program, 1997.

ŠANTRŮČKOVÁ, Hana. *Ekologie půdy.* České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity, 2001.

ŠANTRŮČKOVÁ, Hana, MALÝ, Stanislav, CIENCALA, Emil. Povodně a sucho – krajina jako základ řešení 2. Organická hmota a vodní retenční kapacita půd. *Živa*. 2015, 2, s. 69.

ŠARAPATKA, Bořivoj. *Pedologie a ochrana půdy.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. Odborná publikace. ISBN 978-80-244-3736-1.

SARAPATKA, B., CIZKOVA, S. The influence of different types of grassland on soil quality in upland areas of Czech Republic. *Journal of Environmental Biology*, 2014, 35.3: 453.

ŠIMEK, Miloslav. *Základy nauky o půdě.* 2. uprav. a rozš. vyd. České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity, 2005. ISBN 80-7040-747-6.

TOLASZ, Radim. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia.* Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.

VANHALA, P., KARHU, K., TUOMI, M., BJÖRKLÖF, K., FRITZE, H., LISKI, J. Temperature sensitivity of soil organic matter decomposition in southern and northern areas of the boreal forest zone. *Soil biology and biochemistry*, 2008, 40.7: 1758-1764.

VÁCHALOVÁ, Radka, Ladislav KOLÁŘ a Zlatica MUCHOVÁ. *Primární organická půdní hmota a humus, dvě složky půdní organické hmoty: vědecká monografie.* Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2016. ISBN 978-80-552-1467-2.

VESTERDAL, L., SCHMIDT, I. K., CALLESEN, I., NILSSON, L. O., GUNDERSEN, P. Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species. *Forest Ecology and Management*, 2008, 255.1: 35-48.

WIESMEIER, M., BARTHOLD, F., SPÖRLEIN, P., Geuß, U., HANGEN E., REISCHL, A., SCHILLING, B., ANGST, G., VON LÜTZOW, M., KÖGEL-KNABNER, I. Estimation of total organic carbon storage and its driving factors in soils of Bavaria (southeast Germany). *Geoderma Regional*, 2014, 1: 67-78.

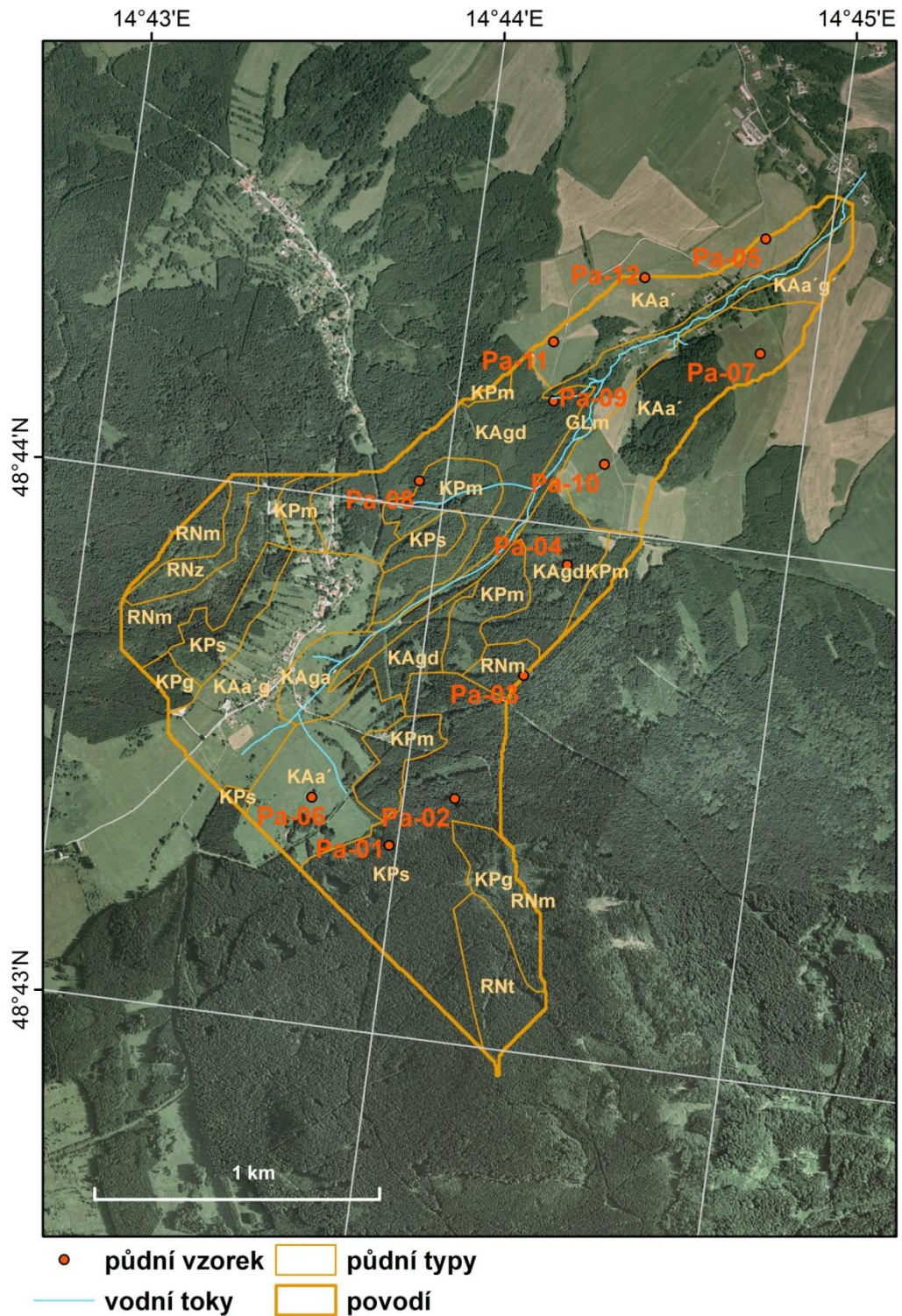
WU, J. S., JIANG, P. K., CHANG, S. X., XU, G. F., LIN, Y. Dissolved soil organic carbon and nitrogen were affected by conversion of native forests to plantations in subtropical China. *Canadian journal of soil science*, 2010, 90.1: 27-36.

XIA, X. U., XIAOLI, CH., YAN, Z., YIQI, L., HONGHUA, R., JIASHE, W. Variation of soil labile organic carbon pools along an elevational gradient in the Wuyi Mountains, China. *Journal of Resources and Ecology*, 2010, 1.4: 368-374.

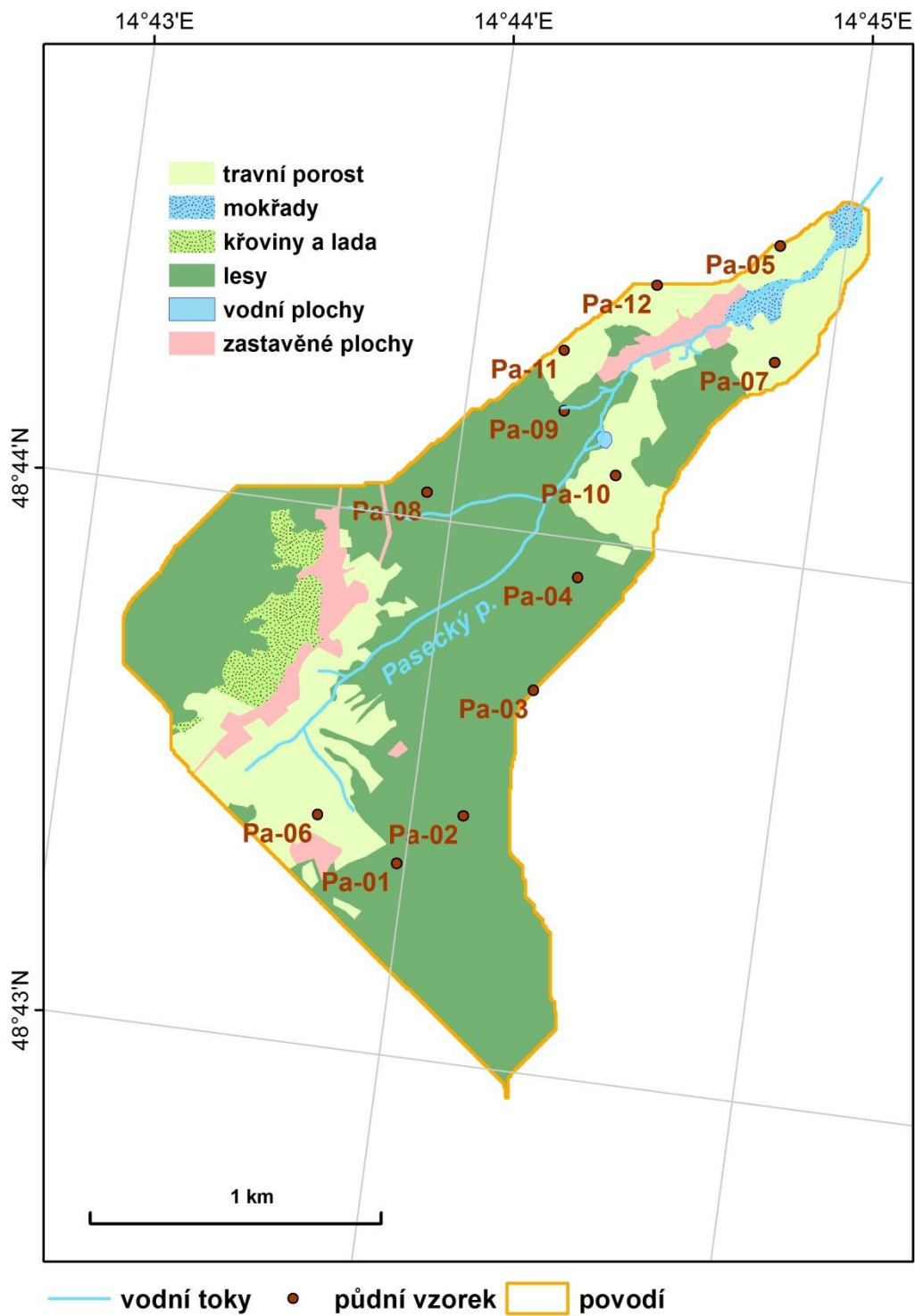
Internetové zdroje:

Skalar Analytical B. V. Webové stránky výrobce analyzátorů. Dostupné z: <http://cs.skalar.com/primacs> (staženo dne: 21. 2. 2018).

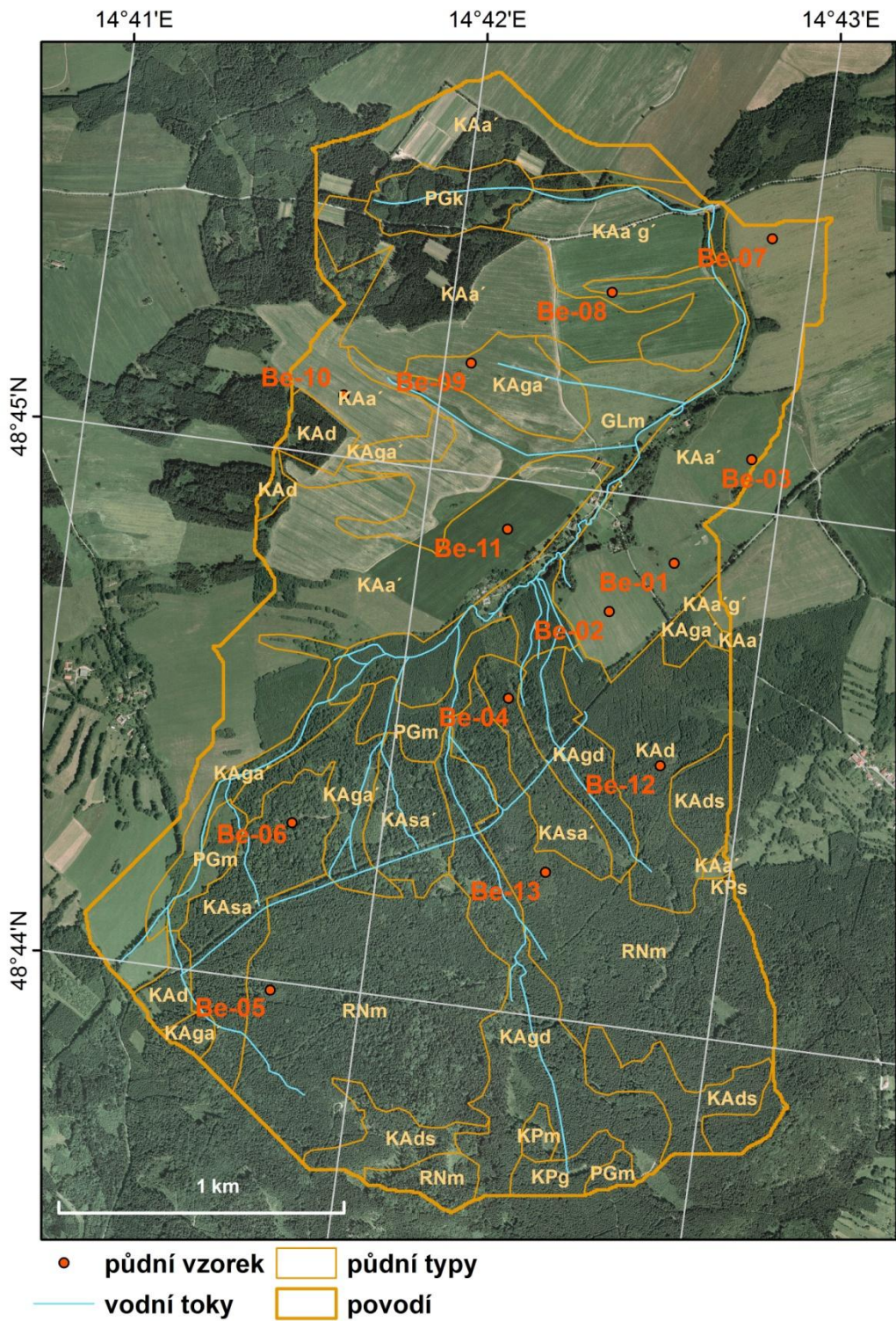
8. Příloha



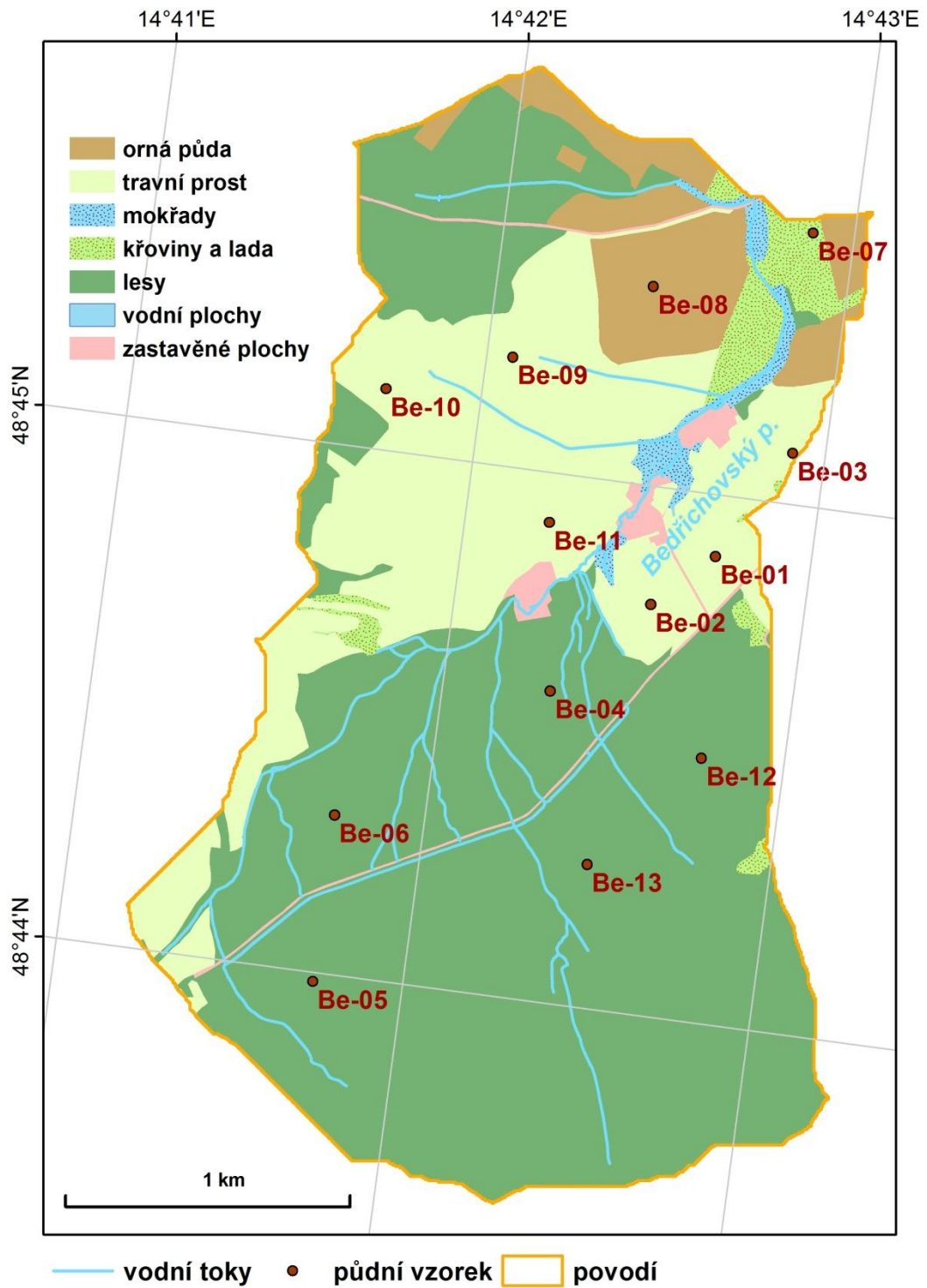
Obr. 15: Přehled půdních typů (VÚMOP) nacházejících se v **povodí Paseckého potoka** s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Pa-01 až Pa-12). Zkratky uvedených půdních typů jsou popsány na konci přílohy. (Geodis, 2008).



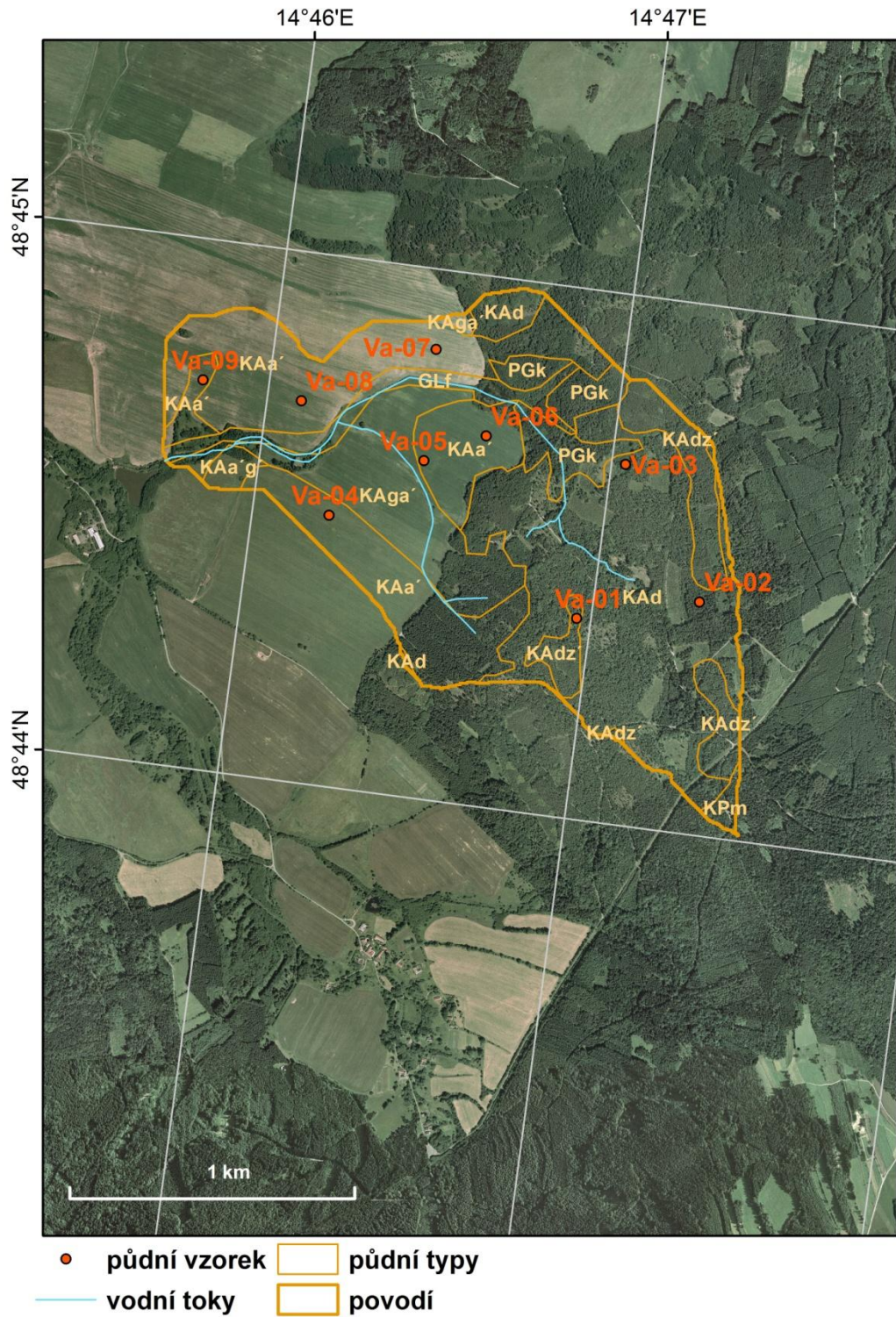
Obr. 16: Složení krajinného pokryvu v **povodí Paseckého potoka** s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Pa-01 až Pa-12). Popsaný stav krajinného pokryvu odpovídá roku 2015.



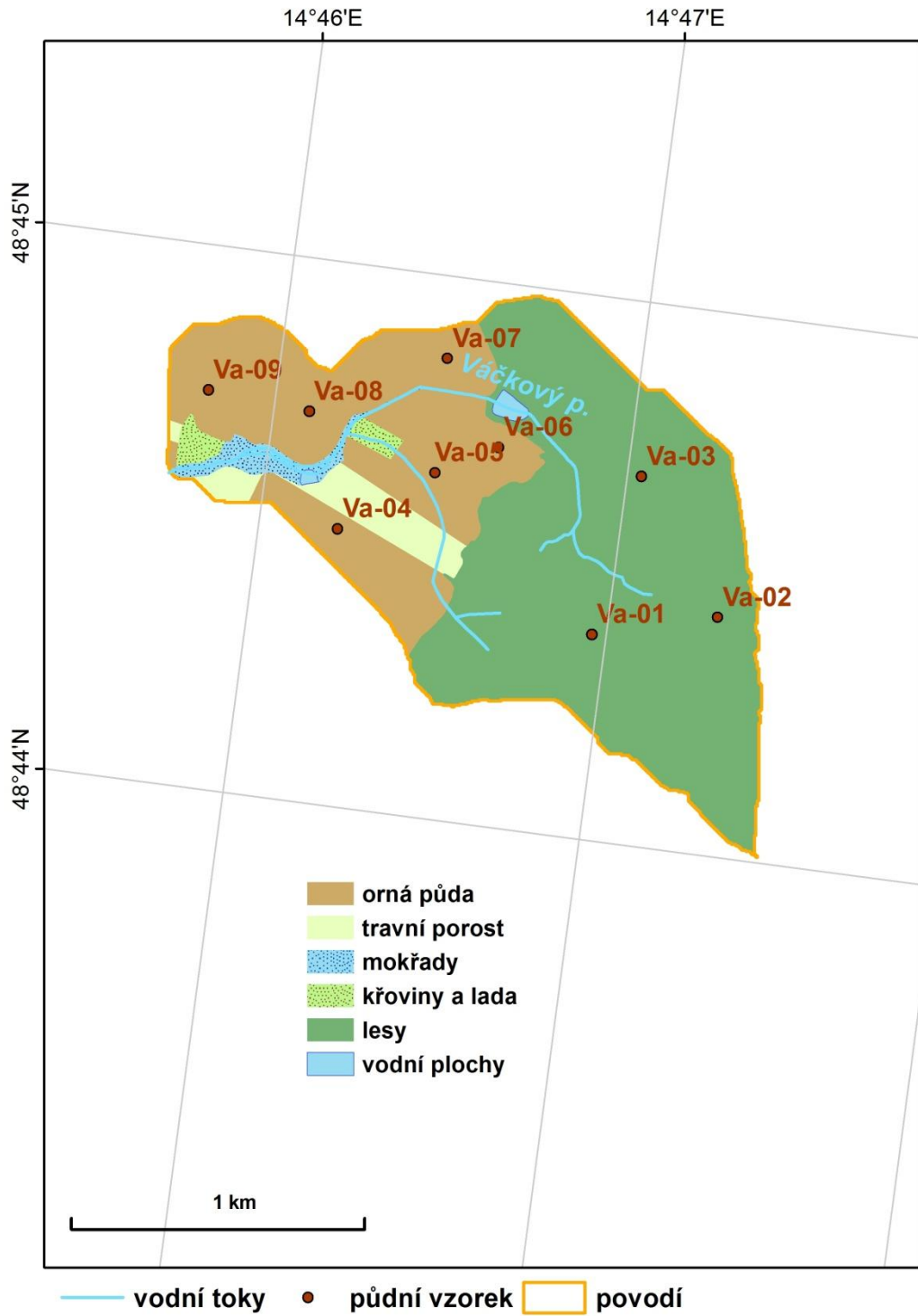
Obr. 17: Přehled půdních typů (VÚMOP) nacházejících se v povodí Bedřichovského potoka s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Be-01 až Be-13). Zkratky uvedených půdních typů jsou popsány na konci přílohy. (Geodis, 2008).



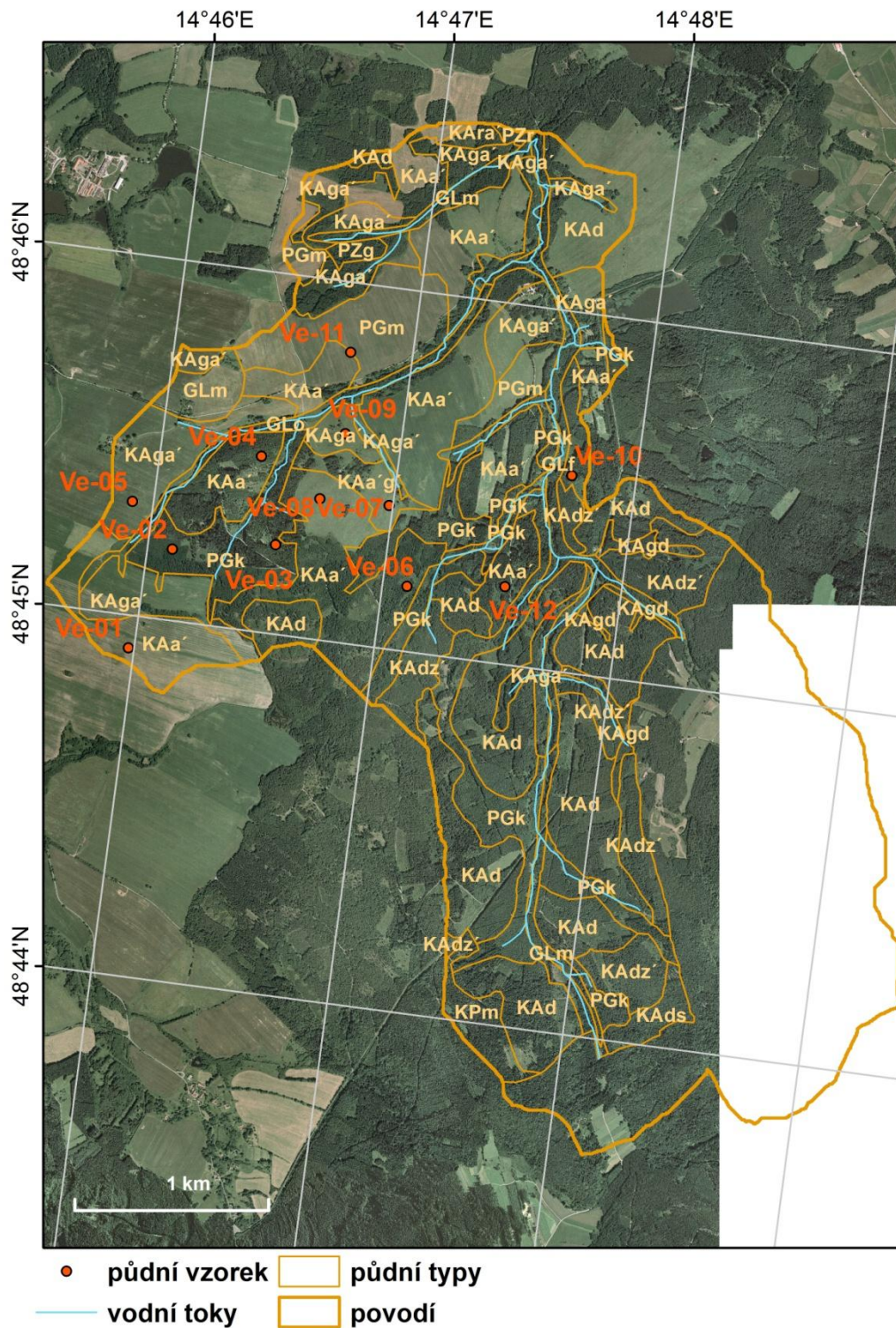
Obr. 18: Složení krajinného pokryvu v **povodí Bedřichovského potoka** s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Be-01 až Be-13). Popsaný stav krajinného pokryvu odpovídá roku 2015.



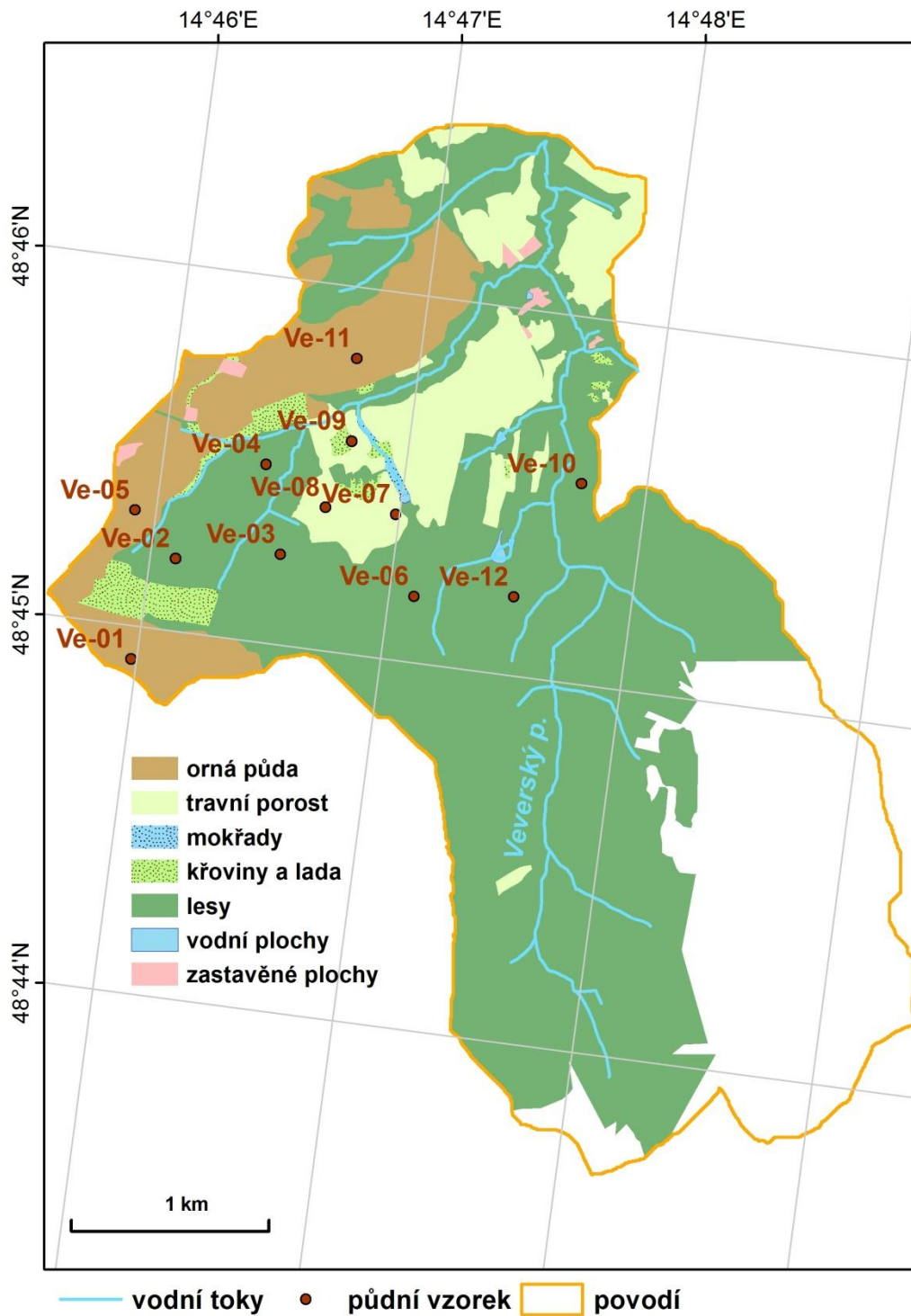
Obr. 19: Přehled půdních typů (VÚMOP) nacházejících se v povodí Váčkového potoka s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Va-01 až Va-09). Zkratky uvedených půdních typů jsou popsány na konci přílohy. (Geodis, 2008).



Obr. 20: Složení krajinného pokryvu v **povodí Váčekového potoka** s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Va-01 až Va-09). Popsaný stav krajinného pokryvu odpovídá roku 2015.



Obr. 21: Přehled půdních typů (VÚMOP) nacházejících se v povodí Veverského potoka s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Ve-01 až Ve-12). Zkratky uvedených půdních typů jsou popsány na konci přílohy. Chybějící část se nachází mimo území ČR. (Geodis, 2008).



Obr. 22: Složení krajinného pokryvu v **povodí Veverského potoka** s vyznačením odběrových míst půdních vzorků (Ve-01 až Ve-12). Popsaný stav krajinného pokryvu odpovídá roku 2015. Chybějící část pokrývá především les.

Tab. 15: Vysvětlení zkratk názvů půdních typů.

GL f – Glej fluvický
GL m - Glej modální
GL o - Glej histický
KA a' - Kambizem mesobazická
KA a'g' - Kambizem mesobazická slabě oglejená
KA d - Kambizem dystrická
KA ds - Kambizem dystrická rankerová
KA dz' - Kambizem dystrická podzolovaná
KA ga' - Kambizem oglejená mesobazická
KA gd - Kambizem oglejená dystrická
KA ra' - Kambizem arenická mesobazická
KA sa' - Kambizem rankerová mesobazická
KP g - Kryptopodzol oglejený
KP m - Kryptopodzol modální
KP s - Kryptopodzol rankerový
PG k - Pseudoglej kambický
PG m - Pseudoglej modální
PZ g - Podzol oglejený
PZ r - Podzol arenický
RN m - Ranker modální
RN t - Ranker litický
RN z - Ranker podzolový