

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PEDOLOGIE A OCHRANY PŮD



VLIV ENVIRONMENTÁLNÍHO MANAGEMENTU
ÚZEMÍ NA FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PŮD A
ZADRŽOVÁNÍ VODY V KRAJINĚ.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Ing. Lenka Pavlů, Ph.D.

Bakalant: Naďa Andrušíková

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nad'a Andrušíková

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Vliv environmentálního managementu území na fyzikální vlastnosti půd a zadržování vody v krajině.

Název anglicky

The influence of environmental management on the physical properties of soils and water retention in the landscape.

Cíle práce

- 1) Zhodnocení vlivu specifických krajinných prvků na retenci vody v krajině.
- 2) Vymezení půdních vlastností ovlivňujících retenci vody v krajině.
- 3) Zhodnocení změn fyzikálních vlastností půd (pórovitost, maximální kapilární kapacita, retenční vodní kapacita aj.) na modelovém příkladu území s environmentálním managementem.

Splněním těchto cílů má student prokázat schopnost samostatné vědecké práce a rovněž potvrdit či vyvrátit následující vědecké hypotézy vztahující se především k poslednímu cíli a tedy praktické části práce.

- 1) Environmentální management území (v modelovém území ponechání části orné půdy přirozené sukcesí) vede ke změně půdních vlastností.
- 2) Distribuce jednotlivých velikostních kategorií půdních pórů se změní.
- 3) Změna zastoupení kategorií pórů pozitivně ovlivní celkovou retenční schopnost půdy pro vodu.

Metodika

Bakalářská práce bude součástí širšího výzkumu zaměřeného na změnu managementu území a jeho vliv na půdní vlastnosti obecně. Výzkum započal v roce 2009 rozsáhlým půdním průzkumem tehdy zemědělsky využívaného území v okolí Ctěnického potoka. Po té bylo území ponecháno přirozené sukcesí. V roce 2020 bude průzkum zopakován a budou posouzeny změny půdních vlastností. V rámci této bakalářské práce budou odebrány neporušené půdní vzorky. U nich budou stanoveny základní fyzikální vlastnosti (pórovitost, maximální kapilární kapacita, retenční vodní kapacita aj.) půdy určující retenční schopnost půdy pro vodu.

Porovnání výsledků aktuálního výzkumu a výsledků z roku 2009 bude zpracováno a vyhodnoceno vhodnými statistickými metodami.

Doporučený rozsah práce

Podle platných pokynů pro vypracování bakalářské práce.

Klíčová slova

environmentální management území, fyzikální vlastnosti půd, retenční kapacita

Doporučené zdroje informací

- Fér, M., Kodešová, R., Nikodem, A., Jirků, V., Jakšík, O., Němeček, K., 2016. The impact of the permanent grass cover or conventional tillage on hydraulic properties of Haplic Cambisol developed on paragneiss substrate. *Biologia* 71 (10), 1144–1150.
- Kodešová, R., Pavlů, L., Kodeš, V., Žigová, A., Nikodem, A. 2007: Impact of spruce forest and grass vegetation cover on soil micromorphology and hydraulic properties of organic matter horizon. *Biologia*, Bratislava, 62/5: 565–568
- Kodešová, R., Rohošková, M., Žigová A., 2009. Comparison of aggregate stability within six soil profiles under conventional tillage using various laboratory tests. *Biologia* 64, 550–554.
- ŠARAPATKA, B. *Pedologie a ochrana půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-3736-1.
- ŠIMEK, Miloslav et al. *Živá půda: biologie, ekologie, využívání a degradace půdy*. Praha: Academia, 2019. 789 s. ISBN 978-80-200-2976-8.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Lenka Pavlů, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pedologie a ochrany půd

Elektronicky schváleno dne 2. 9. 2020

prof. Dr. Ing. Luboš Borůvka

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 01. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vliv environmentálního managementu území na fyzikální vlastnosti půd a zadržování vody v krajině, vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 6.3.2021

.....

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Lence Pavlů, Ph.D. za odborné vedení a podnětné rady, kterými přispěla k vypracování této bakalářské práce. Mé díky patří příteli a rodině za podporu během celého studia.

V Praze dne 6.3.2021

.....

ABSTRAKT

První částí této práce je literární rešerše, která čtenáře zasvěťí do problematiky environmentálního managementu a jeho vlivu na schopnost půdy zadržovat vodu v krajině, tvorby a funkce krajinných prvků, vlastností půdy, které ovlivňují retenci vody v krajině, ale i ochrany půdy.

Praktická část je založena na porovnání fyzikálních vlastností odebraných vzorků půdy v roce 2009 a 2020 na stejném zájmovém území, kde došlo ke změně managementu z orné půdy na území ponechané přirozené sukcesi. Smyslem tohoto výzkumu bylo ověřit, zdali tato změna měla příznivý vliv na fyzikální vlastnosti půdy a to zejména na zadržování vody v krajině.

Výzkumem bylo prokázáno, že za 11 let po realizaci krajinných prvků došlo k navýšení kapilární pórovitosti, retenční vodní kapacity, nasáklivosti a naopak ke snížení specifické hmotnosti. Všechny tyto ukazatele jasně prokázaly, že environmentální management na zájmovém území měl pozitivní vliv na retenční schopnost půdy a obsah organické hmoty.

Klíčová slova

Environmentální management území, fyzikální vlastnosti půd, retenční kapacita

ABSTRACT

The first part of this work is a literature search that introduces the reader to the issues of environmental management and its impact on the ability of soil to retain water in the landscape, the creation and function of landscape elements, soil properties that affect water retention in the landscape, and soil protection.

The practical part is based on a comparison of the physical properties of soil samples taken in 2009 and 2020 in the same area of interest, where there was a change of management from cropland to the area left to natural succession. The purpose of this research was to verify whether this change had a positive effect on the physical properties of the soil, especially on water retention in the landscape.

Research has shown that 11 years after the implementation of landscape elements, there was an increase in capillary porosity, water retention capacity, water absorption and, conversely, a decrease in specific gravity. All these indicators clearly showed that environmental management in the area of interest had a positive effect on the retention capacity of the soil and the content of organic matter.

Keywords

Environmental management, soilsphysical properties, retention capacity

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. CÍLE PRÁCE	1
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	2
3.1 Environmentální aspekty v managementu	2
3.2 Retence vody v krajině	4
3.3 Ekosystémy	5
3.3.1 Charakteristické znaky a význam ekosystémů	6
3.3.2 Druhy ekosystémů v ČR	6
3.4 Krajinné prvky	7
3.4.1 Tvorba krajinných prvků.....	8
3.4.2 Funkce krajinných prvků	8
3.4.3 Druhy krajinných prvků	8
3.5 Mokřady	10
3.5.1 Funkce a příčiny ohrožení mokřadů	10
3.5.2 Obhospodařování a činnosti mokřadům prospěšné	11
3.6 Půda	12
3.6.1 Půdní vlastnosti	12
3.6.2 Degradace půdy	15
3.6.3 Ochrana půdy	16
4. METODIKA.....	17
4.1 Popis území	17
4.2 Odběr vzorků.....	17
4.3 Rozbor neporušeného půdního vzorku.....	19
4.4 Výpočty	20
5. VÝSLEDKY	22
5.1 Zhodnocení výsledků fyzikálních vlastností půdy	22
6. DISKUZE.....	26
7. ZÁVĚR.....	28
ZDROJE	30
Odborné publikace.....	30

Internetové zdroje	31
Legislativní zdroje.....	32

1. ÚVOD

Čím dál častěji se v současné době v médiích či odborných člancích setkáváme s informacemi, že nejen na území České republiky, ale i v globálním měřítku dochází nešetrným zemědělstvím ke značné degradaci zemědělské půdy. Důsledkem toho dochází k jejímu vysychání a úbytku organické hmoty, což má za následek menší úrodnost půdy.

Na našem území došlo k zásadním negativním změnám během 50. let minulého století, kdy v rámci kolektivizace docházelo k násilnému spojování menších hospodářství do velkých zemědělských družstev, která pro nejvyšší sklizně rozorala meze, remízky a ostrůvky s křovisky, které zadržovaly vodu v krajině a zamezovaly vodní a větrné erozi.

Trendem dnešní doby je ekologicky šetrné zemědělství a ochrana půd, kdy pomocí environmentálního managementu je snahou opět zlepšovat fyzikální vlastnosti půdy a zadržování vody v krajině.

Bakalářská práce je součástí širšího výzkumu zaměřeného na změnu managementu území a jeho vliv na půdní vlastnosti obecně. Výzkum započal v roce 2009 rozsáhlým půdním průzkumem tehdy zemědělsky využívaného území okolí Ctěnického potoka. Poté bylo území ponecháno přirozené sukcesi. V roce 2020 byl průzkum zopakován. V rámci této bakalářské práce byly odebrány neporušené půdní vzorky a byly na nich stanoveny základní fyzikální vlastnosti půdy určující retenční schopnost půdy pro vodu.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je zasvěcení do problematiky půdy, jejích vlastností ovlivňující retenci vody v krajině a managementu za účelem její ochrany. Práce dále hodnotí vlivy specifických krajinných prvků na retenci vody v krajině. Praktická část má za cíl na vymezeném zájmovém území prověřit účinky environmentálního managementu na fyzikální vlastnosti půd (pórovitost, maximální kapilární kapacita, retenční vodní kapacita aj.) za období mezi roky 2009 a 2020.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Environmentální aspekty v managementu

Environmentální aspekty v managementu území sehrávají významnou roli v rámci ochrany životního prostředí a měly by vést k vyhledávání a uplatňování vhodných alternativních a šetrných způsobů jejího využívání.

Jedním z konkrétních příkladů je zachování dřevin na okraji zemědělských pozemků, neboť plní řadu důležitých funkcí pro zlepšení kvality a stability zemědělské půdy – zvyšují podíl edafonu v půdě i její porozitu, brání půdní erozi a dlouhodobě tím zvyšují také výnosy. U silničních stromořadí navíc částečně filtrují škodliviny z dopravy, které se dostávají do zemědělských produktů. Dalším příkladem je alternativní zemědělství, přechod na extenzivní způsob hospodaření, zlepšování kvality půd, čímž selepší i její schopnost zadržet vodu čili upraví se i celkový koloběh vody. Zasakování a odtok vody v krajině je tedy závislé na infiltraci (vsakování) vody do půdy a na přirozené retenci čili zadržování vody v krajině závisí hlavně na charakteru půdního krytu, stavu půdy a typu využívání půd. Jde o to, měnit krajinu tak, aby docházelo k sukcesi sekundární tedy ke změnám v oblasti, jež byla dříve obsazena jiným typem společenstva (Lucas 2004).

Je stále potřeba hodně osvěty, aby nedocházelo k poškozování tůní a mokřadů zaplňováním stavební sutí, zeminou či dalším odpadem nebo jiným způsobem, například nadměrným přísunem živin. Měli bychom zachovat alespoň jeden přírodní ráz vodních toků a jejich prameny nezatěžovat hnojivý. Je vhodné, aby pole nezasahovala až k okraji vodních ploch a toků, stejně jako není vhodné kosení pobřežních pásů (Reichholf 1999).

V této souvislosti je přínosné, že se začíná uplatňovat i tzv. integrovaná protipovodňová ochrana. Jde o vytvoření více menších, přírodě blízkých, opatření, která jsou lokalizována v celé ploše povodí. Jde o změnu způsobu využití půdy, regulaci rozsahu, druhové a věkové skladby lesů, budování drobných retenčních a protierozních opatření v ploše povodí, správné odvodnění cestní sítě, vytváření vsakovacích a suchých nádrží, patřičnou delimitaci kultur, zatravnění údolnic a okolí vodních toků, zmenšení kapacity koryta a rozliv vody do nivy a vhodné agrotechnické postupy. Tyto postupy mohou významně zmírnit průběhy odtoků 10 – 20ti letých vod. Pro větší srážky (50-ti a víceleté vody) jsou nezbytná a nenahraditelná technická opatření, zejména pro ochranu a bezpečné odvedení vod

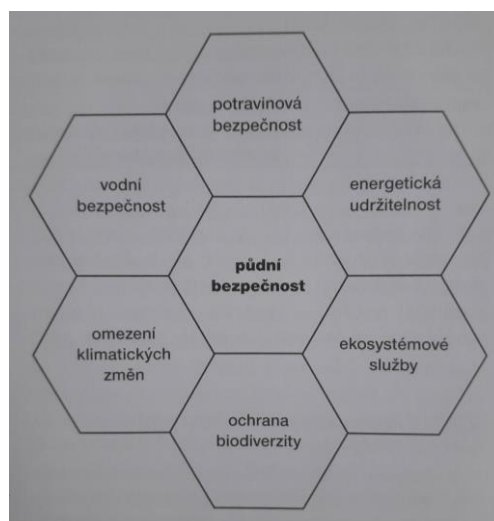
v intravilánech, tedy budování suchých a retenčních nádrží, opevnění koryt toků, na větších tocích přehrady (Vopravil 2010).

Otázka zadržení vody v krajině je také otázkou správného hospodaření, uvážlivého využívání zemědělské půdy, včetně jejího zpracování, úpravy vodního režimu a zavlažování, vhodného střídání plodin, optimalizovaného používání hnojiv a prostředků na ochranu rostlin, zachování krajinných prvků, nebo zavádění protierozních opatření má rovněž širší dopad na životní prostředí jako je např. kvalita a vydatnost vodních zdrojů, agro-biodiverzita, nebo veřejné zdraví obyvatel. Výzvou do budoucna je rovněž ochrana zemědělského půdního fondu před nadměrným úbytkem v souvislosti s rozrůstáním obytných aglomerací obcí a měst, výstavbou průmyslových zón, těžební činnosti, nebo výstavbou dopravní infrastruktury. Reichholf (1998) k tomu dodává: „Mnohem lépe je spolupracovat s přírodou, zapojit ji co nejtěsněji do vodního hospodářství.“

Jak uvádí Vopravil (2010), je výhodné podporovat malý koloběh vody, to lze za předpokladu, že jsou v krajině přítomny rozsáhlé plochy s vegetací (mokřady, lesy, lužní louky aj.), protože většina vypařené vody se vrací na zem v podobě srážek na relativně malém území. Výparem a kondenzací vody se také přenáší - přerozděluje sluneční energie (zmenšování rozdílu mezi denními a nočními teplotami).

Byl zaveden pojem půdní bezpečnost. Znamená to udržování a zlepšování světových půdních zdrojů, aby mohly nadále poskytovat potraviny, textilní vlákna a další produkty, zajišťovat čistou vodu, přispívat k energetické a klimatické udržitelnosti a pomáhat zachovat biodiverzitu a celkovou ochranu ekosystémových složek. Na

obrázku č. 1 můžeme vidět, jak je půdní bezpečnost spojena se šesti existenčními výzvami pro lidstvo (Šimek 2019).



Obr. 1 Půdní bezpečnost a její význam v udržování světových zdrojů (Šimek a kol. 2019)

Na otázku, jak zachránit svět, a to v jakémkoliv měřítku, si můžeme odpovědět zásadami Scotta (1996): “Promlouvat, Pozorovat, Připojit se, Přispět, Přiložit ruku k dílu, Skoncovat se špínou odpadu, Přemýšlet, Objevit.”

3.2 Retence vody v krajině

Naše republika leží ve střední Evropě a s nadsázkou můžeme říct, že tvoříme pomyslnou střechu Evropy, z které všechny vody odtékají pryč. Jsme tedy zcela závislí na srážkách. Nelze ovlivnit, kolik vody u nás spadne, ale lze ovlivnit kolik jí tu zůstane. Je potřeba se společně zamýšlet, jak vodu zadržet, v jaké podobě uchovat, jak zajistit její dostupnost.

Voda je základ života, na tom se shoduje odborná i laická veřejnost. Je třeba si ale uvědomit, že jak sucho, čili nedostatek vody, tak její nadbytek způsobují škody na majetku i poškozují přírodu. Jak se vyrovnat se suchem není jednoduchá záležitost. Aby se jevy neopakovaly, je nutné systematické plánování, spolupráce a vlastní realizace projektů vedoucí k obnově krajiny, projektů vedoucích k dlouhodobému zadržení vody v krajině, aby neodtékala do řek, kde je pro krajinu již málo využitelná (Dostál 2021).

Kovaříková, Šedlbauer (2021) zdůrazňují odpovědný přístup všech institucí k hospodaření s vodou, neboť naše krajina ztratila schopnost zadržovat vodu. Zmiňují opatření jak pro domácnosti (záchyt a využití dešťové vody), tak pro obce (zeleň v obcích jako zdroj zasakování, investice do vodohospodářské infrastruktury) i pro stát (péče o půdu, protierozní vyhlášky, obnova krajiny).

V naší legislativě byly udělané změny týkající se způsobu nakládání s dešťovou vodou. Není legální (mimo výjimek), aby dešťová voda odtékala rovnou do řek. Normy a metodiky preferují dešťovou vodu na pozemku vsakovat. Tam, kde je z hydrogeologických důvodů omezená možnost vsakování, plní majitelé nemovitostí povinnost hospodaření se srážkovou vodou pomocí povrchových retenčních dešťových nádrží nebo podpovrchových nádrží s regulovaným odtokem do kanalizační sítě. Například v Praze je specifický odtok stanoven na $10 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$, normy doporučují dokonce $3 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ (Kovaříková 2021).

Zvyšování intercepce, zvyšování drsnosti povrchu, zvýšení retence zpomalení povrchového odtoku, vhodná vegetace, to vše uvádí Dostál (2021) jako opatření přírodě blízká. Pak jsou tu ještě technická opatření směřující k retenci vody v krajině.

Řadí se k nim prvky záchytné či odváděcí jako jsou meze, příkopy, záchytné jímky a nádrže.

Dnes již existuje mnoho organizací zabývajících se retencí vody v krajině (např.: Mokřady, Arnika, Svaz ochránců přírody, aj.). Jsou zřízeny i fondy na podporu zadržování vody v krajině. Objevila se i nová terminologie tzv. modro-zelená infrastruktura. (modro=hospodaření s dešťovou vodou, zeleno=ekosystémový přístup). Preferuje tři základní cíle, zadržet dešťovou vodu, omezit povrchový odtok, podpořit výpar z vodních ploch, mokřadů a zeleně a tak snížit vliv přehřátých povrchů městské a příměstské krajiny. Zdá se, že slibnou vizí k naplňování všech tří cílů jsou povrchové retenční nádrže (vysoká retence v závislosti na objemu retenčního prostoru). Kromě kvality vody může být limitujícím faktorem vodního ekosystému výrazné kolísání hladiny vody v případě nevhodné morfologie nádrže (Kovaříková 2021).

Také zemědělství nemalou mírou přispívá ke špatnému hospodaření s vodou v krajině. V dnešní době jsou již nastaveny nové podpory Společné zemědělské politiky, aby nedocházelo jako dřív k zvětšování ploch, rozorání mezí, masové melioraci, narovnávání vodních toků, ale aby se zlepšila environmentální funkce krajiny, omezila se eroze půdy, zvětšila se schopnost retence vody v půdě.

Dostál (2021) uvádí tři hlavní důvody pro zadržování vody v krajině: prevence před povodněmi, prevence před suchem, dotace podzemních vod.

3.3 Ekosystémy

Ekosystém je definovaný (Slovník cizích slov, 2021) jako základní funkční jednotka v přírodě, ve které jsou v přímém vztahu všechny živé složky s fyzikálními i chemickými faktory prostředí.

Člověku „slouží“ (tvorba půdy, regulace podnebí, produkce plodin, atd.) ekosystémy dobře jen tehdy, pokud jsou všechny složky vyvážené a mají dostatek životodárné vody. Důkladná znalost fenoménu sucha je tedy předpokladem jak environmentální, tak celkové bezpečnosti. Významnou roli v této problematice hraje legislativa, která umožňuje regulaci činností, jež negativně ovlivňují vláhové podmínky dané lokality. V legislativních předpisech České republiky však zatím není pojem „sucho“ přesně definován, a není tak stanovena ani ochrana cenných

ekosystémů před jeho účinky. Oproti tomu povodně jsou rozpracovány daleko více (existují krizové plány), a to přesto, že větší škody má na svědomí právě sucho.

Velmi obecně je téma ochrany vodních ekosystémů řešeno v zákoně č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, který ochranu životního prostředí chápe jako „ochranu jeho jednotlivých složek, druhů organismů nebo konkrétních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb, ale i ochranu životního prostředí jako celku“. Poškození životního prostředí je zde definováno jako „zhoršování jeho stavu znečišťováním nebo jinou lidskou činností nad míru stanovenou zvláštními předpisy“ (Svejkovská 2021). O něco konkrétněji se problematikou zabývá zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, který zmiňuje „ovlivňování vodního hospodaření v krajině s cílem udržovat přirozené podmínky pro život vodních a mokřadních ekosystémů“.

3.3.1 Charakteristické znaky a význam ekosystémů

Existuje mnoho typů ekosystémů a ve všech se nachází množství organismů, kteří svojí výměnou látek, vzájemným působením způsobují proudění energie, informací a tím vytváří daný ekosystém. Je to jeden z důvodů, proč daný ekosystém zůstává stabilní po dlouhou dobu.

Znaky:

- V každém ekosystému jsou povinnými prvky živé organismy a abiotické faktory životního prostředí.
- V každém ekosystému existuje uzavřený cyklus od tvorby organických látek až po jejich rozklad na anorganické složky.
- Interakce druhů v ekosystémech poskytuje stabilitu a samoregulaci.

Všechny ekosystémy jsou propojeny cyklem látek, které mohou migrovat z jednoho systému do druhého. Díky jejich existenci se zachovává biologická rozmanitost přírody. Jsou potřebnými přírodními zdroji, z nichž využíváme čistou vodu, vzduch, nebo úrodnou půdu (Vacek, Krejčí 2009).

3.3.2 Druhy ekosystémů v ČR

V každém systému je struktura druhů (poměr mezi rostlinnou a živočišnou říší) různá, závisí na mnoha faktorech: zeměpisné poloze, klimatu, věku ekosystému. V naší přírodě se nacházejí dva typy ekosystému: (Ulbrichtová 2010).

- přírozený - přírozený přírodní ekosystém s minimálními nebo žádnými zásahy člověka. Druhově bohaté území s nižší produkcí. Je schopen autoregulace a vývoje, při částečném porušení má možnost obnovy.
Patří sem například horské louky, jezera, horské lesy, mokřady, pouště, aj. Je pro ně typické vysoké množství druhů, dostatek kořisti i predátorů, zdrojem energie je jen Slunce, člověk zde zasahuje jen minimálně.
- umělý - dnes převažující typ ekosystému. Vznikl zásahem člověka. Lze mezi ně zařadit pole, louky, zahrady, parky, lesy, rybníky, přehrady, ovocné sady. Druhově méně početné, proto nestabilní, snadno narušitelné, nejsou schopny autoregulace.

Lidé žijí všude, do veškeré přírody zasahují, proto musí člověk cíleně zasahovat i do umělých ekosystémů, a to pravidelně, aby je udržel v požadovaném stavu. Tím jsou velmi nestabilní, rychle se zde vyčerpá energie, dochází k rychlému a snadnému poškození. Příkladem může být nadměrné hnojení (Vacek, Krejčí 2009).

3.4 Krajinné prvky

Významný krajinný prvek (dále jen KP) je v § 3 odst. 1 písm. b) zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, definován jako „ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny, která utváří její typický vzhled nebo přispívá k udržení její stability. Významnými krajinnými prvky jsou lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy. Chotěbor (2021) zmiňuje, že sem patří i jiné části krajiny, které podle § 6 tohoto zákona příslušný orgán ochrany přírody zaregistruje jako významný krajinný prvek, zejména mokřady, stepní trávníky, remízky, meze, trvalé travní porosty, naleziště nerostů a zkamenělin, umělé i přírodní skalní útvary, výchozy a odkryvy, stromořadí, solitérní dřeviny či příkopy. Mohou to být i cenné plochy porostů, sídelních útvarů, včetně historických zahrad a parků. Zmiňuje i § 4 odst. 2 zákona o ochraně přírody a krajiny, který vyžaduje stanovisko příslušného orgánu k zásahům do krajinného prvku. Mezi takové zásahy patří zejména umístování staveb, pozemkové úpravy, změny kultur pozemků, odvodňování pozemků, úpravy vodních toků a nádrží a těžba nerostů. Novela zákona o zemědělství č. 252/1997 Sb. zavedla evidenci krajinných prvků. Registrace významného krajinného prvku (VKP) se provádí zápisem do seznamu,

podnět může podat kdokoliv. Závažné poškození či dokonce zničení je navíc zároveň trestným činem.

3.4.1 Tvorba krajinných prvků

Krajinné prvky v krajině vznikaly často samovolně – vynecháváním neúrodné, kamenité či podmáčené půdy, zarůstáním volných míst mezi poli aj. Později byly cíleně rušeny a dnes se k nim opět vracíme. Důkazem toho je i existence ÚSES (Územní systém ekologické stability). Je to vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Cílem je ekologická stabilita, znovuoobnovení přirozeného genofondu krajiny, podpoření biodiverzity (eAGRI 2021).

3.4.2 Funkce krajinných prvků

Krajinné prvky jsou přírodní nebo člověkem vytvořené, tedy umělé, útvary, které jsou součástí zemědělské krajiny. Tu člení i spoluvytvářejí. Uvádí se tyto funkce (AGRI 2021):

1. protierozní (ochrana půdy před erozí snížením vlivu erozních činitelů na půdu)
2. zvýšení retence vody v krajině (zadržování vody v krajině přírodě blízkými opatřeními (suché poldry), podpora zvýšené infiltrace vody (zasakovací pásy))
3. udržení/zvýšení ekologické stability území (udržení/zvýšení biologické rozmanitosti (druhová, ekosystémová), propojení s dalšími přírodními útvary)
4. krajinářská (tvorba krajiny, ochrana krajinného rázu)
5. estetická a rekreační (působení krajiny na člověka, možnosti odpočinku a rekreace)
6. ochrana přírody a krajiny (významné krajinné prvky, význam CHKO, NP aj.)
7. protipovodňová (ochrana krajiny před povodněmi a jejich následky (náklady na protipovodňová opatření přírodního a přirozeného rázu jsou řádově nižší než náklady na stavby – hráze aj.

3.4.3 Druhy krajinných prvků

Nedílnou součástí krajiny jsou různorodé drobné krajinné struktury, které ji člení a spoluvytvářejí její ráz. Jejich přítomnost má významný dopad na vodní režim

v krajině (zadržování vody, podpora zvýšené infiltrace vody), ovlivňují prostupnost krajiny jak pro lidi, tak pro volně žijící živočichy (eAGRI 2021).

Významné krajinné prvky ze zákona

Les - plní ekologicko-stabilizační funkci v krajině, jeho neoddelitelnou funkční součástí je ekosystém lesních půd

Rašeliniště - ekosystém produkující rostlinou biomasu, avšak s jejím nedostatečným rozkladem v důsledku nadměrného zamokření. Za rašeliniště jsou považována území, kde hloubka neodvodněné rašeliny je vyšší než 0,3 m a plocha je větší než 0,25 ha (Ministerstvo životního prostředí 2020).

Vodní tok – jako KP zahrnuje vodní proud i jeho prostředí (koryto a dřeviny v něm rostoucí, břehy). Stav vodního toku v daném úseku je tím příznivější, čím víc se blíží stavu přirozenému (posuzujeme přirozenost tvarů a rozměrů koryt, charakteristiku proudění a splaveninového režimu), a tím příznivější je i hledisko biologické.

Rybníky a malé vodní nádrže – díla, ve kterých je možná regulace vodní hladiny s množstvím funkcí (zadržování vody, chov a lov ryb, dočišťovací nebo rekreační funkce).

Jezera - sníženiny zemského povrchu vyplněné vodou.

Údolní nivy - rovinná údolní dna aktivovaná při povodňovém stavu vodního toku; tvoří ji šterkovité, písčité, hlinité nebo jílovité naplaveniny, jejichž úložné poměry často vykazují nepravidelnosti způsobené větvením toku, vznikem ostrovů, meandrů, náplavových kuželů a delt, sutí, svahových sesuvů apod. (Věstník Ministerstva životního prostředí 2007).

Ostatní krajinné prvky

Novela zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, zavedla s účinností od listopadu 2009 evidenci krajinných prvků, která má následně umožnit získání podpory na plochu vnitřních krajinných prvků. Související nařízení vlády č. 335/2009 Sb., o stanovení druhů krajinných prvků definuje další krajinné prvky:

Meze - souvislý zatravněný útvar liniového typu, sloužící zejména ke snižování nebezpečí vodní, popřípadě větrné eroze.

Travnatá údolnice - členitý svažité útvary, sloužící ke snižování nebezpečí vodní, popřípadě větrné eroze, vymezující dráhu soustředěného odtoku vody z půdního bloku.

Terasy - souvislý svažité útvary sloužící ke snižování nebezpečí vodní, popřípadě větrné eroze, vymezující dráhu soustředěného odtoku vody z půdního bloku.

Remízky - jsou v podstatě meze u polí, porostlé různými malými stromky, keři a jinou vegetací. Chrání půdu před erozivním působením větru a brání jejímu splachování při deštích, chrání zvěř proti predátorům i počasí, plní roli vsakovacího pásu a vytvářejí stín (zabraňují vysoušení půdy).

Aleje, stromořadí, solitéry - účinné a hojně využívané biokoridory pro velké množství druhů živočichů, zadržují v místě vodu a udržují tak stabilní vodní režim a mikroklimatické podmínky.

3.5 Mokřady

Mokřad je místo v krajině s vyšší hladinou povrchové nebo podpovrchové vody. Můžeme říct, že jsou to tzv. podmáčená místa. Může se jednat o vlhké louky, nivy vodních toků, tůň, jezera, rybníky atd. Abychom mohli říct, že je mokřad funkční, měl by zadržovat vodu a zavodňovat také svoje okolí. Proto mělké rybníky s pozvolnými okraji můžeme do mokřadů zařadit také.

3.5.1 Funkce a příčiny ohrožení mokřadů

Na mokřady se můžeme podívat ze dvou hledisek. Z pohledu zemědělců je mokřad nejhorší území pro jejich činnost. Podmáčení způsobuje nemožnost obhospodařování dnešní běžnou zemědělskou a lesní technikou, běžné hospodářské plodiny zde nemají vhodné podmínky k růstu. Tato místa se často využívají k produkci ne příliš kvalitního sena (Moravec 2016).

Z pohledu rozmanitosti přírody, je mokřad jedno z nejbohatších území, protože se zde vyskytují jak vodní, tak suchozemské organismy (Reichholf 1999).

V současnosti jsou mokřady z valné části zcela zaniklé nebo představují pouze fragmenty své původní velikosti. Negativní vliv dnes sehrává budování rybníků na nevhodných místech, případně s nevhodnými parametry. V minulosti negativní roli sehrála hlavně meliorace. Díky pozdější nefunkčnosti těchto odvodňovacích systémů vznikají mokřady náhodně. Někteří zemědělci, pro splnění podmínek dotací, takto vzniklé mokřady likvidují. Mokřady jsou stále nedoceny,

přesto mají obrovský význam pro veškerou civilizaci. Jednak účelně a efektivně zadržují vodu v krajině – při přívalových srážkách vodu „nasají“ a postupně ji uvolňují. Podílí se na ovlivňování klimatu, protože podporují zachování malého koloběhu vody. A do třetice podporují bohatost fauny a flóry (MOKŘADY 2021).

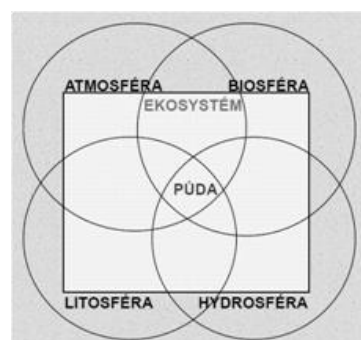
V současné době je mnoho aspektů, které existující mokřady naopak ohrožují. Je to absence původního hospodářského využívání mokřadů, kdy dochází k jejich zarůstání a tím ustupování původní vegetace. Dalším aspektem je aktivní zalesňování pro získání palivového dřeva. Lesní půda tak zvyšuje okyselování prostředí. Dochází i k zavážení mokřadů pro možnost budování nových staveb, k odvodňování či k dalším krajinným zásahům, vedoucím k nečekaným a nechtěným změnám. Ohrožení čili degradaci způsobuje i špatná kvalita okolí, kdy dochází například k nechtěným splachům a kontaminaci chemikáliemi (Moravec 2016).

3.5.2 Obhospodařování a činnosti mokřadům prospěšné

Ramsarská úmluva je první mezinárodní úmluvou zaměřenou na ochranu a rozumné využívání přírodních zdrojů a jednou z mála úmluv chránících určitý typ biotopů. Byla uzavřena 2. 2. 1971, účinnosti nabyla v roce 1975, podepsala i Česká republika. Význam této smlouvy podtrhuje i vyhlášení Světového dne mokřadů právě na 2. února.

O mokřady lze efektivně pečovat a tím je zachovat. Spolek Mokřady (2011) vyjmenovává

činnosti, které jsou mokřadům prospěšné. Jedná se o kosení (nejlépe mozaikovité), při kterém dochází k okamžitému zjištění invazivních druhů, udržení druhové skladby a struktury porostů. Dále se jedná o pastvu buď dlouhodobou extenzivní, nebo naopak krátkodobou intenzivní. Mokřadům prospívá i kácení dřevin či prořezávání tak, aby zůstávaly ostrůvky křovin. Též prospívá vytváření a pravidelné obnovování drobných vodních ploch, jako jsou například tůňe a malé rybníky, protože na každém mokřadu lze lokalizovat místa, kde je možné alespoň nějakou drobnou vodní plochu nově vytvořit. Tůňe lze definovat jako vodní tělesa od velikosti několika dm² až po desítky m², zaručující velkou rozmanitost vodních organismů. Je vhodné umísťovat je na botanicky a zoologicky méně hodnotné



obr. 2 Sféry Země a jejich Interakce (převzato: Šimek a kol., 2019)

plochy. Preferuje se více menších a neprůtočných tůní nepravidelného tvaru než jedna velká. Přínosem mokřadu bývá i vodní plocha typu menšího rybníku (plocha větší 100 m²), pokud nezabírá víc než jeho polovinu.

Vytvářet a obnovovat mělké odtokové stružky, vyhodnocovat ponechání padlých kmenů a v menší míře provádět činnosti vedoucí k strhávání či narušování drnu.

3.6 Půda

Půda se vytváří vlivem působení zemských sfér (obrázek 2), ale zároveň jako dynamický přírodní systém své okolí ovlivňuje a mění (Brady a Weil, 2008). Miliony let docházelo na naší planetě působením větru a deště k rozpadu a zvětrávání hornin a nerostů, k rozkladu a ukládání těl živočichů a rostlin. Tak vznikla půda, která pokrývá povrch celé naší planety. „Můžeme ji považovat za určité srdce životního prostředí“ (Šarapatka, Hejátková 2014). Je to neobnovitelný přírodní zdroj a její degradace může být extrémně rychlá oproti procesu jejího vytváření či regenerace.

Jak zmiňuje Šimek (2019), na vznik a vývoj půdy má vliv mnoho věcí. Vyjmenovává základní půdotvorné faktory zahrnující mateční horninu, z které půda vzniká, klima a čas ovlivňující rychlost zvětrávání i vodní režim půdy i její vegetační kryt. Dále pak půdní organismy a lidskou činnost. Jako jednu z podmínek půdotvorného procesu uvádí i vliv reliéfu.

3.6.1 Půdní vlastnosti

Vlastnosti půdy závisí na matečné hornině, na topografii dané oblasti, klimatickém pásmu, biologické aktivitě a na zralosti půdy. Všechny tyto faktory vzájemně spolupůsobí (Lucas 2004). Šimek (2019) zase uvádí, že na strukturu půdy mají vliv nejen fyzikální faktory (vysychání/zvlhčování, mrznutí/tání), chemické faktory (vazba mezi jílovitými částicemi-tvorba agregátů, koncentrace půdního roztoku), ale i biologické faktory (působení živočichů - nové chodbičky, exkrementy, působení kořenů - ubírají vodu, zanechávají po odumření kanálky, působení mikroorganismů. Shrnutí slovy Šarapatky (2014) fyzikální charakteristiky půdy představují soubor vlastností, které jsou podmíněné vzájemnými vztahy mezi pevnou fází půdy (45% minerální složka + 5% složka organická), vodou (20-30%) a vzduchem (20-30%) v půdě.

Velikost minerálních částic, z kterých půda sestává, tvoří její zrnitostní charakter. Zrnitostní složení půdy, někdy nazývané mechanickou skladbou nebo také texturou či půdním druhem, je jedním z nejvýznamnějších půdních charakteristik (Šmírová 2018). Primární minerály tvoří v půdě hrubší částice (štěrk, písek, prach), nejjemnější frakci půdy tvoří sekundárně vytvořené jílové minerály. Poměr těchto částic ovlivňuje mechanické vlastnosti půdy, její pórovitost, schopnost vázat vodu, ale i provzdušňenost a organickou hmotu. Podle zastoupení hlavních zrnitostních frakcí v hmotnostních procentech čili podle textury rozlišujeme půdy písčité a hlinitopísčité (lehké), ze kterých voda rychle odtéká, tím pádem rychle vysychají, podléhají rychlé erozi a jsou chudé na živiny, hlinité a písčitohlinité (střední), jílovité a jílovitohlinité (těžké), které mají malý podíl pórů s velkým průměrem, pevněji vážou vodu, ale hůře se provzdušňují, snadno se zamokří. Textura půdy se mění pomalým procesem zvětrávání, čili je velmi stabilní (Šantrůčková a kol. 2018). Pro půdy má největší význam obsah tzv. jemnozeme, tj. minerálních částic o velikosti do průměru 2 mm. Částice větší než 2 mm nazýváme skelet a rozdělujeme ho na hrubý písek (2 - 4 mm), štěrk (4 – 30 mm), kameny (> 30 mm) a balvany (> 300 mm) (Šmírová 2018).

Výsledkem prostorového uspořádání těchto pevných částic a volného prostoru mezi nimi je půdní struktura. Jejím základem jsou agregáty, které vznikají spojováním různě velkých minerálních částic s organickými částicemi či zbytky (Šantrůčková a kol. 2018).

Procentuální množství volného prostoru, který není vyplněný pevnými částmi půdy, se nazývá pórovitost. Jinými slovy je to celkový objem pórů v neporušené půdě. U povrchových horizontů minerálních půd je to 40-60% objemu půdy, zbytek je tvořen pevnými částicemi. Důležité je zastoupení jednotlivých velikostních typů pórů. Utužení půd pórovitost snižuje někdy až na 25-30%, tím je kořenům rostlin téměř znemožněno pronikat do těchto vrstev. Póry jsou vyplněny vodou nebo vzduchem. Podle velikosti se půdní póry dělí na hrubé (nekapilární, za normálních podmínek vyplněné vzduchem, neboť voda z nich odtéká působením gravitace), střední (semikapilární, vyplněné vzduchem nebo vodou podle meteorologických podmínek) a jemné (kapilární, v nichž je voda zadržována vztláním) Šarapatka (2014) uvádí i vzorec pro stanovení pórovitosti v %:

$$P = ((\rho_z - \rho_d) / \rho_z) \cdot 100\%$$

kde P = pórovitost, ρ_z = specifická hmotnost a ρ_d = objemová hmotnost.

Objemová hmotnost udává hmotnost objemové jednotky vysušené půdy v neporušeném stavu, tedy při zachování pórů. Běžné hodnoty se pohybují v rozmezí 1,2-1,6 g/cm³ (Brady a Weil 2008). Rozlišujeme objemovou hmotnost s okamžitou vlhkostí a redukovanou, kdy se vzorek půdy vysouší při teplotě 105°C. Čím je půda kompaktnější, tím se hodnoty objemové hmotnosti blíží hodnotám specifické hmotnosti půdy, tedy hmotnosti objemové jednotky vysušené pevné fáze půdy bez pórů. Ta odráží mineralogické složení půdy a obsah organických látek. Jak uvádí Pavlu (2018) nejčastěji dosahuje hodnot 2,6 – 2,7 g/cm³, což odpovídá specifické neboli měrné hmotnosti nejhojněji zastoupeného minerálu – křemene (2,65 g/cm³).

Voda je hlavní složkou všech organismů a je také prostředím, ve kterém probíhají všechny životní pochody. Je rozpouštědlem většiny živin. Je to jeden z nejdůležitějších faktorů, který určuje růst rostlin i biologickou aktivitu půdy. Pro vyjádření vlhkostních poměrů se používají půdní hydrolimity, které charakterizují dostupnost vody v půdě (Šantrůčková a kol. 2018). Mezi základní hydrolimity patří retenční vodní kapacita, popisující maximální množství vody, které je půda po nadměrném zavlažení schopna zadržet vlastními silami. Brady a Weil (2008) uvádějí tři základní formy půdní vody, vodu gravitační, která není pevně vázána na pevnou složku půdy a vyskytuje se v půdě dočasně, po srážkách, závlahách. Je aktivní při transportu látek. Dalším typem je voda kapilární, která je považována za klíčovou pro život v půdě i na ní. Třetím typem je voda adsorpční, téměř nepohyblivá bez schopnosti rozpouštět, tedy pevně poutaná. Šimek (2019) vysvětluje bod vadnutí, kdy je voda pevně zadržována v mikropórech (menší než 30-50 μm), neboť makropóry (větší než 30-50 μm) se vyprázdnily, respektive dovolily vodě rychlý pohyb čili průsak. Naopak horní hranice využitelnosti je charakterizována polní vodní kapacitou.

Množství vody v půdě se popisuje jako vlhkost. Objemová vlhkost je dána poměrem objemu vody k celkovému objemu půdy. Hmotnostní vlhkost je poměr hmotnosti vody k hmotnosti tuhé fáze vody a relativní vlhkost popisuje jaký podíl pórů je vyplněn vodou (tedy i kolik je v nich vzduchu). Nasycená hydraulická vodivost je základní vlastnost půdního prostředí vyjadřující schopnost půdy vést vodu. Rozeznáváme pohyb vody v nasycené zóně, kdy vlhkost je stejná jako

pórovitost, voda proudí ustáleně a pohyb vody v nenasycené zóně, kdy nejsou všechny póry vodou vyplněny, tedy vlhkost půdy je menší než hodnota pórovitosti (Pavlů 2018).

Půdní vzduch vyplňuje ty póry, které nejsou zaplněny vodou, jedná se prakticky o atmosferický vzduch pronikající do půdy, hovoříme o vzdušné kapacitě. Poměr mezi objemem vzduchu a celkovým objemem půdy nazýváme provzdušněnost půdy (Šarapatka 2014).

Teplotní bilance zahrnuje příjem a ztráty tepelné energie. Primárním zdrojem teploty je sluneční záření. Absorpce energie půdou závisí na barvě, vlhkosti, vegetaci, sklonu terénu, expozici. Zásadním způsobem je ovlivněna obsahem vody v půdě (Šimek 2019) ale i pokrytím povrchu půdy (Pavlů et al. 2021, Kodešová et al., 2014).

3.6.2 Degradace půdy

Ve složitém půdním systému ovlivňuje jedna vlastnost druhou a degradace půd souvisí s rostoucím počtem obyvatel a jeho zásahy do přirozeného systému přírody (Šarapatka, Hejátková 2014).

V současné době dochází v České republice k velmi závažným degradacím půd, a tím k poškozování jejich funkcí. Degradace půd může být za určitých okolností velmi rychlá, přitom procesy jejího vytváření a regenerace jsou extrémně pomalé. V zásadě se ale jedná o proces pomalý, avšak jeho důsledky mohou vést k omezení nebo až úplnému zničení cenných funkcí půdy. Mezi hlavní faktory, které způsobují ztrátu půd nebo její degradaci, patří zejména vodní a větrná eroze, zhutnění půd, zastavování území, ztráta organické hmoty, acidifikace nebo kontaminace půd. Dále zde lze zařadit i negativní vlivy intenzivního a neustále rozšiřujícího se zemědělství. Problém degradace půd umocňuje skutečnost, že všechny tyto typy degradace spolu vzájemně souvisí. Převažující typ degradace tedy podmiňuje vznik dalších a vznikne tak řetězová reakce, kterou lze jen velmi obtížně zastavit a půdu navrátit do původního stavu. Z více než 80 % se hospodaří na půdě pronajaté a to je další faktor vedoucí k degradaci půdy – vztah k půdě (Kameníček 2018).

3.6.3 Ochrana půdy

„Půda je od pradávna základním výrobním prostředkem v oblasti zemědělství a veškeré produkční i mimoprodukční funkce agrárního sektoru jsou s ní úzce svázané. Její ochrana je tedy klíčovým úkolem a to nejen ve vztahu k její úrodnosti (např. udržováním složek organické hmoty, ochrany půdní struktury a zachování edafonu), ale rovněž při ochraně proti větrné a vodní erozi, nebo zabránění kontaminace půdy nežádoucími látkami,“ (eAGRI 2021).

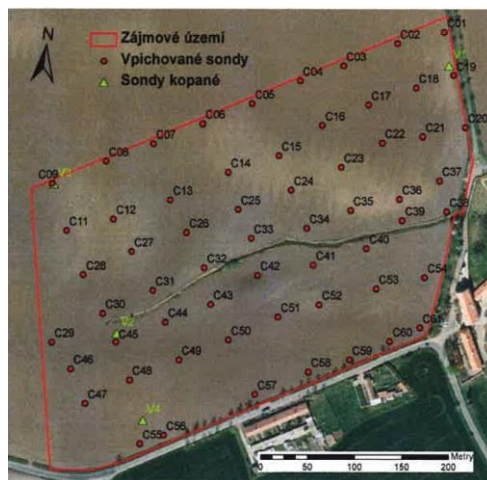
Využíváním i různých programů, můžeme také přispět k udržitelnosti krajiny (operační program ŽP, program rozvoje venkova). Důležitá je podpora projekce a realizace pozemkových úprav, které nejen upravují, ale i navrhují optimalizaci vodního hospodářství a zvyšování diverzity (Šarapatka, Hejátková 2014). Některé pozemky jsou ohroženy více, jiné méně, ale vlivem zejména klimatických změn se nevyhneme přijmutí obecných zásad protierozního charakteru, které spočívají v ochraně půdy před účinky dopadajících kapek erozně nebezpečného deště, v podpoře vsaku vody do půdy, v omezení unášecí síly vody a soustředěného povrchového odtoku (bezpečně odvést do vodoteče, kde již nemůže způsobit přímou škodu, zachytit smytou zeminu), ve zpomalení, zachycení a bezpečném odvedení povrchového odtoku na zájmovém půdním bloku či jeho dílu (eAGRI 2021).

Odborníci se shodují na třech směrech šetrného zacházení s půdou. První jsou opatření organizačního charakteru, kam patří zvolení optimálního tvaru a velikosti pozemku, vhodné umístění pěstovaných plodin, včetně zakomponování ochranného zatravnění a pásové střídání plodin. Druhý směr cílí na agrotechnická opatření, a doporučuje setí a sázení po vrstevnici, ochranné obdělávání, hrázkování, důlkování, plečkování, dlátování, podrývání, setí kukuřice do úzkého řádku či pásové zpracování půdy. Třetí směr zahrnuje technická opatření, při kterých dochází ke vzniku záchytných, sběrných a svodných příkopů, zatravněných údolnic se stabilizovanou dráhou soustředěného odtoku. Budují se polní cesty s protierozní funkcí, ochranné hrázky i ochranné nádrže (nejvyšší forma ochrany intravilánu a infrastruktury před následky transportu smyté zeminy a povrchového odtoku z pozemků, jsou navrhovány nejčastěji jako suché, bez trvalého nadržení vody), terasy, protierozní meze, provádí se asanace erozních výmolů a strží (Novotný 2017).

4. METODIKA

4.1 Popis území

V roce 2009 bylo vybráno zájmové území přímo u samého prameniště Ctěnického potoka, který se nachází v severo - východní části Hlavního města Prahy, v katastrálním území Vinoř, na kterém byl proveden půdní průzkum. Byla navržena přibližně pravidelná vzorkovací síť 50 x 50 m, jejíž schéma je vyznačeno na obr. 3. Všechna odběrová místa byla zaměřena pomocí GPS.



obr. 3 Schéma vzorkovací sítě zájmového území

Na levé části (od toku Ctěnického potoka směrem od silnice) zájmového území se nacházejí kvartérní horniny – hlíny, spraše a písky a na pravé části (od toku směrem k silnici) se nacházejí mezozoické horniny – pískovce a jíly. Převažujícím půdním typem zájmového území prameniště Ctěnického potoka je černozem modální na spraši (Půdní mapa 2021).

Dle dat z Českého hydrometeorologického ústavu spadá zájmové území do oblasti s průměrnou roční teplotou vzduchu 10°C, roční úhrn srážek je 600 až 700 mm (data z roku 2020).

Zemědělsky využívané území bylo po roce 2009 z větší části ponecháno přirozené sukcesi, kde vzniklo přirozené travní společenstvo. Část území byla zatravněna a vznikla zde pastvina pro koně, na další části se rozšířil mokřad později doplněný uměle vytvořenými tůněmi a na zbylé části byly vysázeny duby (příloha 1). V roce 2020 byl na stejném území proveden srovnávací výzkum.

4.2 Odběr vzorků

Ve všech místech vzorkovací sítě, viz obrázek 3, byly ze svrchní části půdy (0-20 cm) odebrány neporušené půdní vzorky. Neporušený půdní vzorek slouží k určení základních fyzikálních vlastností půdy. Především se určuje objemový poměr pevné, kapalné a plynné fáze půdy. U neporušeného vzorku se analyzují vodní a vzdušné poměry a provádí se stanovení pórovitosti. Důležité je odebrat půdu v rostlém nezměněném stavu neboli v přirozeném uložení.

V roce 2020 se tento postup opakoval, aby se zjistily změny, které ve fyzikálních vlastnostech půdy ovlivnil čas, kdy bylo území necháno ladem. Odběr se provedl v terénu Ctěnického potoka pomocí tzv. Kopeckého válečků o objemu 100 cm³. Dalšími pomůckami při odběru jsou např. odběrová hlava, příklepová či gumová palička, nůž, plastové sáčky, víčka, rýč, bedna na přenos vzorků, popisovače. Aby nedošlo k nechtěnému ovlivnění objemové hmotnosti půdy, je důležité na určeném místě zbytečně nešlapat. Pro odběr není dobré zvolit přemokřenou půdu ani naopak přesušenou půdu. Tyto odběry by pak mohly vést k chybným neboli zkresleným výsledkům.

Postup:

- ✓ Před odběrem se Kopeckého váleček bez víček zváží (Gv).
- ✓ Váleček se opatrně zatlačí do země (obr. 4, písm. a), při tomto úkonu se snažíme co nejméně rozrušit půdu. Případně použijeme paličku (obr. 4, písm. b a c).

obr. 4 Odběr neporušeného půdního vzorku



- ✓ Po zatlačení válečku se co nejopatrněji odstraní zemina a váleček se vyrýpne (obr. 4, písm. d).
- ✓ Přebytečnou zeminu je potřeba opatrně seříznout nožem (obr. 5, písm. a, b) a po té vzorek zavíčkovat

obr. 5 Odstranění přebytečné zeminy



Vzorky je zapotřebí po odebrání co nejdříve zvážit, aby se určila momentální vlhkost půdy a aby zde nedošlo k ovlivnění hodnot např. výparem. Na neporušených půdních vzorcích se určuje momentální vlhkost v době odběru vzorku (Θ_{mom}), nasáklivost (Θ_{NS}), třicetiminutová vlhkost (Θ_{30}), maximální kapilární kapacita (Θ_{MKK}), retenční vodní kapacita přibližná (Θ_{RVK}), objemová hmotnost (ρ_d), celková pórovitost (P), objem pórů kapilárních (P_k), pórů semikapilárních (P_s) a nekapilárních (P_n) a specifická hmotnost neboli měrná hustota (ρ_z) (Valla et al., 2000).

4.3 Rozbor neporušeného půdního vzorku

- ✓ V laboratoři se odebraný váleček opatrně odvíčkuje a na stranu s břitem se přiloží filtrační papír s hodinovým sklíčkem, které je předem potřeba zvážit (G_s).
- ✓ Pro zjištění momentální nasáklivosti se zváží i váleček s filtračním papírem a hodinovým sklem (G_a).
- ✓ Poté se váleček břitem a papírem dolů umístí na sytící podložku, kde se po dobu 2-3 dnů nasytí destilovanou vodou (dokud se hodinové sklo nezamlží). Minimální doba je 12 hodin. Aby se zamezilo výparu vody, zakryje se hodinovým sklem.

- ✓ Po nasycení se váleček sejme z filtračního papíru sesunutím do strany, aby odkapala přebytečná voda. Opět se váleček postaví na hodinové sklo a zváží. Hodnota se zaznamená jako G_b a využije se pro určení nasáklivosti.
- ✓ Dále se váleček dá na čtyřnásobný filtrační papír a 30 minut se zde odsává voda, pak se váleček opět zváží (G_c). Tato hmotnost slouží pro určení třicetiminutové vlhkosti.
- ✓ Takto pokračujeme stejným způsobem vždy s novým suchým čtyřnásobným filtračním papírem v časových intervalech 2h (G_d) a 24 h (G_e). Využíváme při stanovení maximální kapilární kapacity a přibližné retenční vodní kapacity.
- ✓ Váleček položený na hodinovém skle společně se zeminou a kulatým filtračním papírem, umístíme do sušárny o 105°C a necháme jej zcela vysušit. Po vysušení opět váleček zvážíme (G_f). Tím získáme hmotnost sušiny. Suchá zemina z válečku slouží po rozmělnění ke stanovení specifické hmotnosti ρ_z .

4.4 Výpočty

G_s = hmotnost hodinového skla

G_v = hmotnost prázdného válečku

G_f = vzorek po vysušení při 105°C

G_a = vzorek s přirozenou vlhkostí

G_b = vzorek kapilárně nasycený

G_c = vzorek po 30ti minutovém odsávání

G_d = vzorek po 2 hodinách odsávání

G_e = vzorek po 24 hodinách odsávání

V_s = objem fyzikálního válečku

čistá hmotnost vysušeného vzorku:

$$G_h = G_f - G_v - G_s$$

Přehled výpočtů a vypočtených charakteristik, pro něž byly použity výsledky rozboru nepochybného půdního vzorku uvádí tabulka 1.

tab. 1 Přehled stanovení

označení	symbol	výpočet	jednotka
Momentální vlhkost	Θ_{mom}	$G_A - G_F$	% obj.
Nasáklivost	Θ_{NS}	$G_B - G_F$	% obj.
Vlhkost třicetiminutová	Θ_{30}	$G_C - G_F$	% obj.
Max. kapilární vodní kapacita	Θ_{MKK}	$G_D - G_F$	% obj.
Retenční vodní kapacita přibližná	Θ_{RVK}	$G_E - G_F$	% obj.
Pórovitost	P	$(\rho_z - \rho_d)100/\rho_z$	% obj.
Kapilární pórovitost	P_k	Θ_{RVK}	% obj.
Nekapilární pórovitost	P_n	$P - \Theta_{30}$	% obj.
Objemová hmotnost	ρ_d	G_H/V_s	% obj.

Specifická hmotnost půdy (ρ_z) byla zjištěna pyknometricky (Flint and Flint, 2002). Pro toto stanovení byla použita část materiálu z neporušeného půdního vzorku po jeho vlastní analýze. Veškeré naměřené i vypočtené hodnoty jsou uvedeny v přílohách 2 a 3.

Statistické metody

Pro zpracování výsledků byly použity statistické metody t-test a jednocestná analýza rozptylu – ANOVA. Výpočty byly prováděny v programu STATISTIKA 13.3 software (StatSoft Inc., USA).

T-test

Metodou dvouvýběrového t-testu byly porovnány hodnoty za rok 2009 a 2020. Výsledkem tohoto testu bylo zjištění statisticky významných rozdílů a hladin jejich významnosti. Na základě těchto ukazatelů můžeme prokázat, zda došlo u odebraných vzorků k významným změnám fyzikálních vlastností.

ANOVA

Tato metoda hodnotí rozdíly půdních vlastností u vybraný porostů v roce 2020. Za průkazné rozdíly jsou považovány ty nad hranicí významnosti 95 %.

5. VÝSLEDKY

5.1 Zhodnocení výsledků fyzikálních vlastností půdy

Momentální vlhkost (tab. 2) je vlhkost půdy v době odběru vzorku. Udává se v procentech objemových nebo hmotnostních. V pedologii se dává přednost objemovému vyjádření vlhkosti. Pro určení momentální vlhkosti se musí odebraný neporušený vzorek ihned zvážit.

tab. 2 Momentální vlhkost a vlhkost třicetiminutová v roce 2009 a 2020

	Θ_{mom}		Θ_{30}	
	2009	2020	2009	2020
Průměr (% obj.)	25,80	40,19	30,50	43,42
Sm. odchylka (% obj.)	5,20	6,13	6,60	5,24
Variační koef. (%)	20,10	15,25	21,60	12,07
Minimum (% obj.)	18,30	29,68	21,40	32,77
Maximum (% obj.)	48,20	67,59	48,10	65,22
Rozsah (% obj.)	29,90	37,91	26,70	32,45

Vlhkost třicetiminutová (tab. 2) je charakteristika sloužící ke klasifikaci půdních pórů, zavedená na základě studia odsávání vody z válečků na čtyřnásobném filtračním papíru v závislosti na čase. Po 30-ti minutách je odsátá voda z největších nekapilárních pórů.

Nasáklivost (tab. 3) je maximální množství vody, které je vzorek schopný pojmout. U nebobtnavých půd by měla být nižší než pórovitost. U bobtnavých půd pak nasáklivost zastupuje pórovitost. V tomto případě dosazujeme do všech vzorců za P hodnotu nasáklivosti Θ_{NS} .

tab. 3 Nasáklivost, Maximální kapilární vodní kapacita, Retenční vodní kapacita v roce 2009 a 2020

	Θ_{NS}		Θ_{MKK}		Θ_{RVK}	
	2009	2020	2009	2020	2009	2020
Průměr (% obj.)	32,40	45,24	29,10	42,40	25,00	38,84
Sm. odchylka (% obj.)	7,60	5,41	6,30	5,01	6,30	4,47
Variační koef. (%)	23,40	11,96	21,70	11,82	25,40	11,51
Minimum (% obj.)	22,30	35,26	20,90	31,15	17,60	27,93
Maximum (% obj.)	49,90	68,89	47,20	61,86	42,60	55,66
Rozsah (% obj.)	27,60	33,63	26,30	30,71	25,00	27,73

Maximální kapilární kapacita (tab. 3) je schopnost půdy zadržet vodu pro potřeby vegetace. Používá se jako hodnota vodní kapacity půdy všude tam, kde nemůže dojít s časových důvodů k ustálení vlhkosti.

Retenční vodní kapacita (tab. 3) představuje ustálený stav vlhkosti. Voda v pórech je pod výhradním vlivem kapilárních sil (v kapilárních pórech). Z tohoto důvodu lze Θ_{RVK} ztotožnit s kapilární pórovitostí.

Objemová hmotnost půdy (tab. 4) je vyjádřena poměrem hmotnosti půdy k jejímu objemu včetně mezer, dutin a pórů, tedy v neporušeném stavu. Je charakterizována jako měrná hmotnost zeminy v přirozeném uložení.

Specifická (měrná) hmotnost půdy (tab. 4) neboli zdánlivá hustota pevných částic zeminy je hmotnost objemové jednotky pevné složky půdy, bez pórů.

tab. 4 Objemová hmotnost, Specifická hmotnost v roce 2009 a 2020

	ρ_d		ρ_z	
	2009	2020	2009	2020
Průměr (% obj.)	1,53	1,40	2,40	2,22
Sm. odchylka (%)	0,13	0,16	0,16	0,20
Variační koef. (%)	8,55	11,43	6,73	9,01
Minimum (% obj.)	1,10	0,80	2,10	1,33
Maximum (% obj.)	1,70	1,65	2,70	2,91
Rozsah (%)	0,60	0,85	0,60	1,58

Pórovitost (tab. 5) vyjadřuje objem všech prostor mezi pevnými částicemi. Vypočítá se pomocí objemové a specifické hmotnosti.

Pórovitost ovlivňuje bezprostředně zadržování a pohyb vody v půdě a míru provzdušnění půdy (Sáňka a kol. 2016).

tab. 5 Celková pórovitost, Pórovitost kapilární, Pórovitost semikapilární, Pórovitost nekapilární v roce 2009 a 2020.

	Pórovitost		Pk		Ps		Pn	
	2009	2020	2009	2020	2009	2020	2009	2020
Průměr (% obj.)	35,70	37,00	25,00	38,84	5,50	4,58	5,30	1,82
Sm. odchylka (% obj.)	7,40	7,77	6,30	4,47	1,70	1,64	2,80	0,68
Variační koef. (%)	20,70	21,00	25,30	11,51	30,50	35,81	53,60	37,36
Minimum (% obj.)	25,00	12,59	17,60	27,93	2,40	2,22	0,70	0,51
Maximum (% obj.)	55,50	65,38	42,60	55,66	10,10	9,91	14,50	3,70
Rozsah (% obj.)	30,50	52,79	25,00	27,37	7,70	7,69	14,80	3,19

Pórovitost dělíme na pórovitost kapilární (P_K), semikapilární (P_S) a nekapilární (P_N). Kapilární póry jsou číselně totožné s hodnotou Θ_{RVK} . Vedou vodu proti gravitaci, neboli umožňují vzlínání.

Semikapilární póry umožňují nasycení kapilárních pórů do větších hloubek, a celkově zajišťují lepší vnikání vody do půdy, do větších hloubek.

Nekapilární póry zajišťují pronikání vody do hloubky. Při jejich velkém zastoupení je v půdě zásoba vody nízká, jelikož zde dochází k rychlému zasakování vody z dosahu kořenu rostlin.

T - test

Z níže uvedené tabulky (tab. 6) je patrné, že v roce 2020 došlo ke zvýšení hodnot většiny fyzikálních parametrů, vyjma celkové pórovitosti, která byla ovlivněna větší přítomností organických zbytků, viz kapitola o nasákivosti.

tab. 6 Tabulka výpočtu statisticky významného rozdílu mezi roky 2009, 2020 a hladina významnosti

		Q _{mom}	Q _{NS}	Q ₃₀	Q _{MKK}	Q _{RVK}	rd	rz	P	P _k	P _s	P _n
2009	průměr	25,800	32,400	30,500	29,100	25,000	1,530	2,400	35,700	25,000	5,500	5,300
2020	průměr	40,190	45,240	43,420	42,400	38,840	1,400	2,240	37,000	38,840	4,580	1,820
	t	-13,852	-10,930	-11,960	-12,795	-13,837	5,395	3,735	-1,207	-13,837	2,865	9,507
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,230	<0,001	0,005	<0,001

Kde **t** = velikost rozdílu mezi roky 2009 a 2020, **p** = hladina významnosti

Jednocestná analýza rozptylu – ANOVA

Pro analýzu rozptylu (tab. 7) byly vybrány porosty nejvíce zastoupené na ploše v roce 2020 (pastvina, sukcesní společenstva travin, duby). Mokřady nebyly v této analýze posuzovány, jelikož se na části území nacházely již v roce 2009 a nejedná se tedy plně o změnu v rámci sledovaného období.

tab. 7 Tabulka označující průkazné rozdíly mezi hodnotami v řádcích (95% LSD).

Rok 2020	Θ _{mom}	homogenní skupiny
pastvina	35,37	B
výsadba dubů	39,65	A
sukcesní společenstvo travin	40,41	A
	Θ _{NS}	homogenní skupiny
pastvina	40,74	B
výsadba dubů	45,03	A
sukcesní společenstvo travin	45,63	A
	Θ ₃₀	homogenní skupiny
pastvina	38,90	B
výsadba dubů	43,32	A
sukcesní společenstvo travin	43,84	A
	Θ _{MKK}	homogenní skupiny
pastvina	37,79	B
výsadba dubů	42,63	A
sukcesní společenstvo travin	42,69	A
	Θ _{RVK}	homogenní skupiny
pastvina	34,98	B
výsadba dubů	39,27	A
sukcesní společenstvo travin	39,31	A

Rok 2020	ρd	homogenní skupiny
pastvina	1,38	A
výsadba dubů	1,41	B
sukcesní společenstvo travin	1,53	B
	ρz	homogenní skupiny
pastvina	2,21	A
výsadba dubů	2,22	A
sukcesní společenstvo travin	2,34	A
	P	homogenní skupiny
pastvina	30,37	B
výsadba dubů	37,59	A
sukcesní společenstvo travin	38,78	A
	Pk	homogenní skupiny
pastvina	34,98	B
výsadba dubů	39,27	A
sukcesní společenstvo travin	39,31	A
	Ps	homogenní skupiny
pastvina	3,91	A
výsadba dubů	4,06	A
sukcesní společenstvo travin	4,54	A
	Pn	homogenní skupiny
pastvina	1,71	A
výsadba dubů	1,78	A
sukcesní společenstvo travin	1,85	A

6. DISKUZE

Z výsledků je patrné, že se většina studovaných parametrů za 11 let změnila. Průkazné rozdíly jsou zřetelné z výsledků t-testu v tabulce č. 6.

Největší rozdíly (nejvyšší hodnoty t) se vážou k momentální vlhkosti, retenční vodní kapacitě, maximální kapilární kapacitě a s nimi související kapilární pórovitosti.

Momentální vlhkost se pohybovala v rozmezí 29,68 – 67,59 % obj. v závislosti na vzdálenosti od Ctěnického potoka (tab. 2) a na počasí v době odběru. V porovnání s rokem 2009 je z tabulky 2 vidět, že minimální hodnota vlhkosti se zvedla o 11,38 % obj. a maximální o 19,39 % obj. Momentální vlhkost je však vázána na aktuální podmínky na stanovišti (srážky, teplota vzduchu), neodráží tedy dlouhodobé změny způsobené změnou využívání pozemku.

U retenční vodní kapacity bylo zjištěno, že průměrná hodnota roku 2009 je 25 % obj., zatímco v roce 2020 je 38,84 % obj. Zvýšení činí 13,84 % obj.. Z tabulky č. 2 je patrný velký rozdíl mezi minimálními hodnotami roku 2009 a 2020 (17,6 % < 27,93 %) i hodnotami maximálními (42,6 % < 55,66 %). Minimální hodnota se zvýšila o 10,33 % obj., zatímco maximální hodnota se zvýšila o 13,06 % obj..

Nebyly pozorovány výrazné rozdíly výsledků u sond na levé či pravé straně Ctěnického potoka, kromě sondy C32. Tato v roce 2009 dosahovala podprůměrné hodnoty 20,86 % obj. (průměr byl 25,0 % obj.), zatímco v roce 2020 se její průměrná Θ_{RVK} zvedla na hodnotu 55,66 % obj. (průměr činil 38,84 % obj.). Maximální hodnota Θ_{RVK} byla pozorována u sondy C40. V roce 2009 měla Θ_{RVK} 42,63 % obj., což bylo výrazně nad průměr. I tak se v roce 2020 hodnota Θ_{RVK} zvýšila na 45,71 % obj.. Obě tyto sondy jsou umístěny v těsné blízkosti pramene potoka. Z měření je jasně patrné, že ornice nemá tak vysokou zadržovací schopnost vody jako půda s travnatým porostem. Vysokou retenční schopnost půd přirozených trávníků prokázali i Kodešová et al. 2007 a Fér et al. 2016. Maximální vodní kapacita měla v roce 2009 průměrnou hodnotu Θ_{MKK} 29,1 % obj., v roce 2020 stoupla na 42,4 % obj. Hodnota průměru Θ_{MKK} se zvýšila o 13,3 % obj.. S výše uvedenými vlastnostmi úzce souvisí kapilární pórovitost, která se mezi lety 2009 a 2020 rovněž průkazně zvýšila

Celková pórovitost se nijak znatelně nezměnila, konkrétně pouze o 1,3 % obj. Tato skutečnost odpovídá vzestupu množství kapilárních pórů současně s poklesem množství nekapilárních pórů. „Nemanipulace“ s půdou vedla ke snížení nekapilární pórovitosti v průměru (oproti roku 2009) z 5,3 % obj. na 1,82 % obj. v roce 2020.

V roce 2009 měly všechny vzorky (kromě bodů na pravém břehu potoka C40, C42 a C45) nižší hodnoty nasáklivost než pórovitosti. Rok 2020 ukazuje, že nižší nasáklivost má pouze vzorek C28 (levý břeh Ctěnického potoka), ostatní sondy mají Θ_{NS} vyšší než je hodnota pórovitosti (viz příloha 2). Vyšší nasáklivost než pórovitost může být v roce 2020 způsobena vyšším obsahem organické hmoty, která je schopna zapříčinit objemové změny půdy v průběhu sycení a vysoušení vzorku. Rozsah nasáklivosti se v r. 2020 oproti r. 2009 zvětšil o 6,03%, viz tab. 3.

Objemová hmotnost půdy se v hodnoceném období průkazně snížila. Maximální hodnota objemové hmotnosti roku 2020 ($1,65 \text{ g/cm}^3$) a roku 2009 ($1,70 \text{ g/cm}^3$) není výrazně odlišná. Větší odchylka je při porovnání minimální hodnoty z těchto sledovaných let (roku 2009/ $1,10 \text{ g/cm}^3 >$ roku 2020/ $0,51 \text{ g/cm}^3$). Variační koeficient se zvýšil z 8,55% na 11,43%. Tento vzestup může být způsoben větší

variabilitou vegetačního krytu v roce 2020 oproti monokultuře na orné půdě v roce 2009.

U 30-ti minutové vlhkosti se v roce 2020 zvýšila průměrná hodnota o 12,92 % obj. oproti roku 2009.

Specifická hmotnost vzorků se pohybuje v rozmezí 1,33 – 2,91 g/cm³ a vypovídá o složení půdy. Nižší hodnoty signalizují větší zastoupení organické hmoty. Průměrná hodnota v roce 2009, viz tab. 4, dosahovala 2,4 g/cm³, hodnoty odpovídaly humózním půdám, černozemím. V roce 2020 byla průměrná ρ_z 2,22 g/cm³, tedy nižší o 0,18 g/cm³, viz tab. 4, to by odpovídalo hodnotám zrašelinělých horizontů. Na pravé části vymezeného území byly hodnoty specifické hmotnosti v roce 2009 vyšší, půda byla tedy méně humózní. Měření 2020 neukázalo výrazné rozdíly levého či pravého břehu potoka, kromě sondy C33, kdy ρ_z klesla výrazně pod 2 g/cm³, přesně na 1,33 g/cm³, což odpovídá rozšíření mokřadu a posunu k zrašelinělým půdám. Pro půdy České Republiky se udává průměrná hodnota ρ_z 2,65 g/cm³. Vzorky poblíž silnice vykazovaly antropogenní ovlivnění.

Svoji roli hraje také vegetační kryt na původně orné půdě. Jednocestnou analýzou rozptylu (tab. 7) nebyl prokázán žádný znatelný rozdíl mezi přirozeným travním společenstvem a výsadbou dubů. Výrazně se odlišila pastvina a to v momentální vlhkosti, nasáklivosti, 30-ti minutové vlhkosti, maximální kapilární kapacitě, retenční vodní kapacitě a pórovitosti. Samotná pastva koní půdu udusává, čímž se snižuje pórovitost a retenční schopnost půdy.

7. ZÁVĚR

Cílem této práce byl výzkum zaměřený na zhodnocení vlivu specifických krajinných prvků realizovaných prostřednictvím environmentálního managementu na retenci vody v krajině. Na odebraných vzorcích z roku 2009, tj. před realizací environmentálního managementu a z roku 2020, kdy se na zájmovém území nachází travní společenstva, mokřady, vysázené duby a pastvina byly zkoumány fyzikální vlastnosti půdy mající vliv na zadržování vody v krajině. Výzkumem bylo prokázáno, že za 11 let po realizaci krajinných prvků došlo k navýšení kapilární

pórovitosti, retenční vodní kapacity, nasáklivosti a naopak ke snížení specifické hmotnosti. Všechny tyto ukazatele jasně prokazují, že environmentální management na zájmovém území měl pozitivní vliv na retenční schopnost půdy a obsah organické hmoty.

Na základě této práce je možné doporučit realizaci specifických krajinných prvků na území s nízkou retenční schopností půdy či půdách s nízkým obsahem organické hmoty.

ZDROJE

Odborné publikace

BRADY NC, WEIL RR, 2008. *The nature and properties of soils*. Pearson Prentice Hall, Saddle River, NJ, USA.

FÉR, M., KODEŠOVÁ, R., NIKODEM, A., JIRKŮ, V., JAKŠÍK, O., NĚMEČEK, K., 2016. *The impact of the permanent grass cover or conventional tillage on hydraulic properties of Haplic Cambisol developed on paragneiss substrate*. *Biologia* 71 (10), 1144–1150.

FLINT, A.L., FLINT, L.E., 2002. *Particle density*. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 4 — Physical Methods*. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.

KAMENÍČEK, Tomáš, 2018. *Polymerní systémy pro zvýšení retence vody v půdním prostředí*. Zlín, Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

KODEŠOVÁ, R., PAVLŮ, L., KODEŠ, V., ŽIGOVÁ, A., NIKODEM, A., 2007. *Impact of spruce forest and grass vegetation cover on soil micromorphology and hydraulic properties of organic matter horizon*. *Biologia*, Bratislava., 62/5: 565–568.

KODEŠOVÁ, R., FÉR, M., KLEMENT, A., NIKODEM, A., TEPLÁ, D., NEUBERGER, P., BUREŠ, P., 2014. *Impact of various surface covers on water and thermal regime of Technosol*. *J. Hydrol.* 519, 2272–2288.

LUCAS, Garcia, 2004. *Ekologie*. Přeložil Tomáš VYSUŠIL. Praha: Albatros. Klub mladých čtenářů (Albatros). ISBN 80-00-01453-x.

MORAVEC, Jan, 2016. *Mokřady: pokladnice naší přírody*. [Praha]: Český svaz ochránců přírody. ISBN 978-80-86770-54-3.

PAVLŮ, Lenka, 2018. *Základy pedologie a ochrany půdy* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. [cit. 2021-02-21]. ISBN 978-80-213-2876-1.

PAVLŮ, L., KODEŠOVÁ, R., FÉR, M., NIKODEM, A., NĚMEC, F., PROKEŠ, R., 2021. *The impact of various mulch types on soil properties controlling water regime of the Haplic Fluvisol*. *Soil Tillage Research*, 205, 104748.

REICHHOLF, Josef, 1998. *Pevninské vody a mokřady: ekologie evropských sladkých vod, luhů a bažin*. Praha: Ikar. Průvodce přírodou (Ikar). ISBN 80-7202-185-0.

REICHHOLF, Josef, 1999. *Pole a louky: ekologie střeoevropské kulturní krajiny*. Ilustroval Fritz WENDLER. Praha: Knižní klub. Průvodce přírodou (Knižní klub). ISBN 80-7176-873-1.

SÁŇKA, Milan, Radim VÁCHA, Šárka POLÁKOVÁ a Přemysl FIALA, 2018. *Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN isbn978-80-7212-627-9.

SCOTT, Michael, 1996. *Příroda a ekologie*. Praha: Svojtka a Vašut. Oxford. ISBN 80-7180-070-8.

ŠANTRŮČKOVÁ, Hana, Eva KAŠTOVSKÁ, Jiří BÁRTA, Ladislav MIKO a Karel TAJOVSKÝ, 2018. *Ekologie půdy*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-695-1.

ŠARAPATKA, Bořivoj a Květuše HEJÁTKOVÁ, 2014. *Degradace půdy a desatero zásad pro ochranu její kvality*. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s.. ISBN 978-80-87226-33-9.

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

ŠIMEK, Miloslav, 2019. *Živá půda*. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-2976-8.

ŠMÍROVÁ, Barbora, 2018. *VYUŽITÍ CIHELNÝCH RECYKLÁTŮ PRO ZADRŽOVÁNÍ VODY V PŮDÁCH*. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.

VACEK, Stanislav a František KREJČÍ, 2009. *Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava*. 2., aktualiz. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-68-7.

VALLA, M., Kozák, J., Němeček, J., Matula, S., Borůvka, L., Drábek, O., 2000. *Pedologické praktikum*. Skriptum. ČZU, Praha.

Internetové zdroje

DOSTÁL, Tomáš, Miroslav BAUER a Josef KRÁSA. *Retenční kapacita krajiny a možnosti jejího zvyšování* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/140445801-Retennci-kapacita-krajiny-a-moznosti-jejeho-zvysovani.html>

CHOTĚBOR, Pavel. *Významné krajinné prvky*. Ministerstvo životního prostředí [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/vyznamne_krajinne_prvky

ULBRICHTOVÁ, Iva, 2010. *Nauka o lesním prostředí* [online]. [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: http://r.fld.czu.cz/vyzkum/nauka_o_lp/ekologie/ekosystemy.html

KOVAŘÍKOVÁ, Zdeňka. [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: doi:<https://www.pocitamesvodou.cz/povrchove-retencni-destove-nadrze-zatim-nevyuzita-prilezitost-mestske-a-primestske-krajiny/>

KOVAŘÍKOVÁ, Zdeňka, 2020. *Josef Šedlbauer radí, jak nenechat krajinu vyschnout* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/josef-sedlbauer-radi-jak-nenechat-krajinu-vyschnout/>

eAGRI. *Krajinné prvky*. [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-krajiny/krajinne-prvky/>

Mokřady. *MOKŘADY* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://mokrady.wbs.cz/Mokrady---zakladni-informace.html>

NOVOTNÝ, Ivan, 2017. *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy* [online]. 3. aktualizované vydání. Těšnov 17, Praha 1: Ministerstvo zemědělství. [cit. 2021-02-03]. ISBN ISBN VÚMOP: 978-80-87361-67-2. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/293635/MZE_prirucka_ochrany_proti_erozi_zemedelske_pudy_2017.pdf

Půdní mapa. [online]. [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Soil&keywordList=inspire>

Rašeliniště, 2020. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/raseliniste_definice

Slovník cizích slov. [online]. [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <https://www.infoz.cz/>

SVEJKOVSKÁ, Adéla. [online]. [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: [doi:https://www.advojka.cz/archiv/2019/15/ekosystemy-a-legislativa](https://www.advojka.cz/archiv/2019/15/ekosystemy-a-legislativa)

VOPRAVIL, Jan, 2010. *Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině* [online]. Praha: VÚMOP [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://www.vumop.cz/>

Legislativní zdroje

Věstník Ministerstva životního prostředí. In: Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2007, ročník 2007, číslo 08.

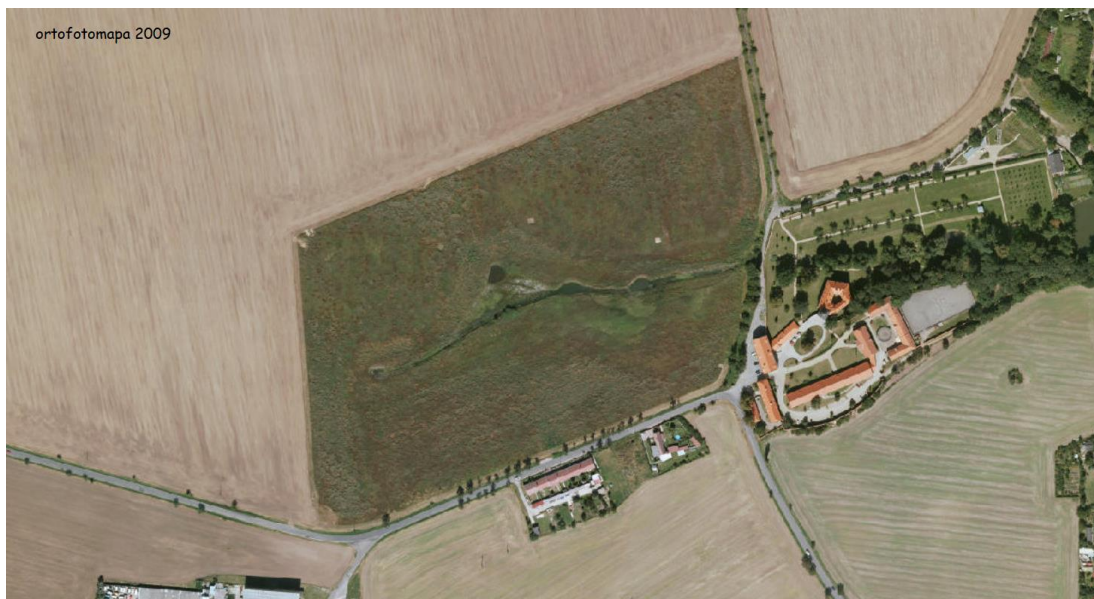
Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění

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

Zákon č. 335/2009 Sb., nařízení vlády o stanovení druhů krajinných prvků

Příloha č. 1 Ortofoto snímky z roku 2009 a 2020 zájmového území Ctěnice



Příloha č. 2 Výsledky fyzikálního rozboru vzorků zájmového území prameniště Ctěnického potoka

v roce 2020

Vzorek	Θmom	ΘNS	Θ30	ΘMKK	ΘRVK	ρd	ρz	P	Pk	Ps	Pn
	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	g/cm ³	g/cm ³	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.
C01	40,70	46,93	45,51	44,56	40,37	1,40	2,31	39,41	40,37	5,14	1,42
C02	43,81	47,85	47,14	46,10	42,36	1,39	2,22	37,47	42,36	4,78	0,71
C03	41,12	46,26	44,22	43,28	40,36	1,39	2,30	39,57	40,36	3,86	2,04
C04	37,14	43,51	41,82	40,95	38,09	1,50	2,36	36,60	38,09	3,73	1,69
C05	37,29	44,44	42,22	40,79	37,04	1,28	2,10	38,84	37,04	5,18	2,22
C06	41,32	48,02	47,34	46,07	42,06	1,31	2,14	38,83	42,06	5,28	0,68
C07	38,42	42,62	40,93	40,19	37,61	1,42	1,84	23,03	37,61	3,32	1,69
C08	39,46	43,51	41,86	41,03	39,11	1,43	2,06	30,74	39,11	2,75	1,65
C09	36,72	45,87	43,73	41,12	35,91	1,29	2,25	42,55	35,91	7,82	2,14
C11	39,78	48,06	44,85	43,97	40,49	1,33	2,25	40,88	40,49	4,36	3,21
C12	38,62	40,93	39,73	38,97	36,21	1,44	2,36	39,10	36,21	3,52	1,20
C13	42,47	45,98	44,45	43,74	41,47	1,34	2,26	40,54	41,47	2,98	1,53
C14	35,98	42,19	39,63	38,70	35,32	1,51	2,36	35,91	35,32	4,31	2,56
C15	37,31	42,45	40,71	39,86	37,40	1,46	2,39	39,09	37,40	3,31	1,74
C16	44,57	47,09	45,75	44,91	42,23	1,38	2,29	39,65	42,23	3,52	1,34
C17	36,18	43,62	41,34	40,23	36,92	1,42	2,29	38,02	36,92	4,42	2,28
C18	40,32	43,45	41,99	41,30	39,27	1,42	2,34	39,33	39,27	2,72	1,46
C19	39,70	46,98	44,50	42,97	39,00	1,36	2,42	43,86	39,00	5,50	2,48
C20	43,78	47,39	45,91	45,06	41,40	1,46	2,24	34,98	41,40	4,51	1,48
C21	44,97	48,38	47,09	46,27	42,60	1,48	2,36	37,43	42,60	4,49	1,29
C22	40,99	44,37	43,08	42,13	38,91	1,39	2,13	34,84	38,91	4,17	1,29
C23	36,35	41,93	38,34	39,36	36,12	1,39	2,30	39,69	36,12	2,22	3,59
C24	39,67	44,49	42,55	41,47	38,22	1,59	2,42	34,14	38,22	4,33	1,94
C25	42,50	54,31	51,38	48,99	43,10	1,10	1,98	44,63	43,10	8,28	2,93
C26	45,12	51,20	49,36	48,37	44,75	1,30	2,11	38,46	44,75	4,61	1,84
C27	43,23	46,07	44,33	43,54	40,12	1,34	2,31	42,12	40,12	4,21	1,74
C28	39,91	46,08	44,16	43,50	41,25	1,35	2,91	53,49	41,25	2,91	1,92
C29	36,10	44,21	42,03	39,88	35,21	1,32	2,22	40,74	35,21	6,82	2,18
C30	40,42	46,65	44,68	43,37	39,51	1,34	2,11	36,55	39,51	5,17	1,97
C31	40,99	45,18	43,75	43,01	40,48	1,46	2,28	35,84	40,48	3,27	1,43
C32	67,59	68,89	65,22	61,86	55,66	0,80	1,99	59,81	55,66	9,56	3,67
C33	52,37	55,09	53,02	51,48	47,59	0,85	1,33	35,77	47,59	5,43	2,07
C34	42,72	48,16	46,60	45,69	42,19	1,40	1,95	28,23	42,19	4,41	1,56
C35	32,73	35,96	35,45	34,62	31,88	1,60	2,31	30,93	31,88	3,57	0,51
C36	36,07	40,59	39,12	38,00	34,97	1,55	2,11	26,43	34,97	4,15	1,47
C37	39,13	43,90	42,11	41,21	37,81	1,49	2,24	33,43	37,81	4,30	1,79
C38	38,91	42,21	41,07	40,44	38,44	1,51	2,19	31,17	38,44	2,63	1,14
C39	36,19	44,02	42,47	41,45	37,65	1,41	2,14	34,12	37,65	4,82	1,55
C40	56,57	56,12	53,96	51,25	45,71	1,18	2,13	44,41	45,71	8,25	2,16
C41	41,16	45,94	43,63	41,57	36,71	1,33	2,33	42,88	36,71	6,92	2,31
C42	46,44	49,19	47,63	46,42	37,72	1,41	2,41	41,37	37,72	9,91	1,56
C43	53,66	55,83	54,34	53,11	48,98	1,14	2,23	49,07	48,98	5,36	1,49
C44	43,01	51,16	49,11	47,13	42,57	1,21	2,23	45,68	42,57	6,54	2,05
C45	39,91	44,80	43,57	46,84	40,29	1,41	2,10	32,80	40,29	3,28	1,23
C47	34,53	38,00	36,75	35,91	33,26	1,59	2,32	31,53	33,26	3,49	1,25
C48	35,01	42,21	39,23	37,39	33,34	1,47	2,14	31,48	33,34	5,89	2,98
C49	36,58	40,86	39,33	38,45	35,83	1,50	2,21	32,31	35,83	3,50	1,53
C50	37,20	45,30	41,60	40,18	36,07	1,41	2,10	33,08	36,07	5,53	3,70
C51	32,12	44,70	43,16	41,71	39,51	1,41	2,16	34,72	39,51	3,65	1,54
C52	37,71	41,91	40,46	39,53	35,89	1,42	2,30	38,17	35,89	4,57	1,45
C53	33,15	38,28	36,34	35,18	32,21	1,56	2,32	32,69	32,21	4,13	1,94
C54	48,92	50,87	49,62	48,75	45,74	1,23	2,40	48,72	45,74	3,88	1,25
C55	34,40	39,00	37,49	36,56	33,66	1,60	2,21	27,71	33,66	3,83	1,51
C56	29,68	35,26	32,77	31,15	27,93	1,65	2,51	34,45	27,93	4,84	2,49
C57	37,55	40,69	39,62	38,91	36,71	1,52	2,21	31,19	36,71	2,91	1,07
C58	37,56	40,67	39,65	38,82	36,82	1,54	2,23	31,05	36,82	2,83	1,02
C59	35,54	40,01	38,18	37,37	35,16	1,58	2,27	30,52	35,16	3,02	1,83
C60	36,44	40,61	39,00	37,92	35,09	1,54	2,33	33,89	35,09	3,91	1,61
C61	37,82	41,58	39,97	39,09	36,39	1,58	1,81	12,59	36,39	3,58	1,61

* Vzorek C46 chybné hodnoty, vyřazen

Příloha č. 3 Výsledky fyzikálního rozboru vzorků zájmového území prameniště Ctěnického potoka

v roce 2009

Vzorek	Θmom	ΘNS	Θ30	ΘMKK	ΘRVK	ρd	ρz	P	Pk	Ps	Pn
	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	g/cm ³	g/cm ³	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.
C01	19,85	23,78	22,76	22,00	18,75	1,65	2,30	28,42	18,75	4,01	5,66
C02	21,46	23,60	22,79	22,27	19,72	1,70	2,35	27,93	19,72	3,07	5,14
C03	21,13	28,66	25,96	23,99	19,15	1,57	2,35	32,97	19,15	6,81	7,01
C04	23,27	27,30	26,03	25,01	20,43	1,58	2,31	31,68	20,43	5,60	5,65
C05	22,66	26,00	25,14	23,46	19,12	1,64	2,37	30,79	19,12	6,02	5,65
C06	25,60	29,02	27,62	26,71	23,40	1,60	2,33	31,20	23,40	4,22	3,58
C07	22,54	27,51	26,39	25,22	20,30	1,60	2,30	30,50	20,30	6,09	4,11
C08	21,78	24,10	23,37	22,66	18,82	1,66	2,33	28,54	18,82	4,55	5,17
C09	22,64	24,36	23,65	22,96	20,54	1,69	2,37	28,68	20,54	3,11	5,03
C11	19,23	25,79	23,68	22,60	18,62	1,64	2,33	29,69	18,62	5,06	6,01
C12	23,80	29,28	27,83	26,09	20,71	1,60	2,39	32,88	20,71	7,12	5,05
C13	20,79	26,40	25,27	24,20	20,42	1,62	2,31	29,93	20,42	4,85	4,66
C14	20,32	28,00	26,25	23,76	17,55	1,57	2,37	33,63	17,55	8,70	7,38
C15	25,33	29,07	27,71	26,52	22,13	1,67	2,46	31,87	22,13	5,58	4,16
C16	21,87	24,84	23,97	23,05	19,19	1,65	2,30	28,22	19,19	4,78	4,25
C17	21,31	26,05	24,77	23,59	19,16	1,63	2,18	25,21	19,16	5,61	0,44
C18	22,70	28,36	27,33	25,88	19,13	1,58	2,37	33,26	19,13	8,20	5,93
C19	25,47	26,82	26,08	25,46	21,86	1,57	2,29	31,37	21,86	4,22	5,29
C20	21,71	25,32	24,07	23,27	19,52	1,53	2,16	28,83	19,52	4,55	4,76
C21	24,73	27,87	27,11	26,28	22,77	1,60	2,32	30,83	22,77	4,34	3,72
C22	21,54	26,23	25,29	24,34	20,02	1,65	2,28	27,66	20,02	5,27	2,37
C23	23,54	29,04	28,27	26,91	21,09	1,59	2,36	32,56	21,09	7,18	4,29
C24	22,95	25,48	24,68	24,05	21,64	1,71	2,43	29,52	21,64	3,04	4,84
C25	27,05	31,11	29,97	28,72	24,08	1,42	2,14	33,67	24,08	5,89	3,70
C26	21,96	29,34	26,26	24,37	19,75	1,41	2,16	34,51	19,75	6,51	8,25
C27	22,59	28,18	27,13	25,52	20,03	1,52	2,30	33,98	20,03	7,10	6,85
C28	24,12	25,82	25,16	24,61	22,56	1,67	2,26	26,16	22,56	2,60	1,00
C29	24,74	29,37	27,92	26,69	22,60	1,53	2,35	34,96	22,60	5,32	7,04
C30	21,98	24,35	23,67	23,17	21,32	1,69	2,34	27,88	21,32	2,35	4,21
C31	18,34	22,26	21,40	20,92	18,55	1,68	2,24	24,96	18,55	2,85	3,56
C32	26,29	28,89	27,15	25,40	20,86	1,44	2,14	32,86	20,86	6,29	5,71
C33	31,25	32,09	30,34	27,46	20,27	1,41	2,11	33,29	20,27	10,07	2,95
C34	25,02	29,19	28,16	27,33	23,82	1,49	2,24	33,29	23,82	4,34	5,13
C35	24,87	26,64	25,46	24,60	20,90	1,68	2,38	29,17	20,90	4,56	3,71
C36	23,11	24,66	24,09	23,50	20,70	1,74	2,39	27,36	20,70	3,39	3,27
C37	23,61	25,85	25,04	24,31	20,99	1,65	2,35	29,86	20,99	4,05	4,82
C38	20,87	30,75	27,83	25,96	20,25	1,43	2,21	35,33	20,25	7,58	7,50
C39	21,92	32,61	30,13	27,90	21,26	1,25	2,15	41,60	21,26	8,87	11,47
C40	48,22	48,83	48,10	47,19	42,63	1,35	2,59	47,84	42,63	5,47	0,44
C41	31,02	49,88	41,93	39,21	34,64	1,15	2,58	55,48	34,64	7,29	13,55
C42	28,37	38,21	35,89	34,17	30,79	1,54	2,49	38,12	30,79	5,10	2,23
C43	39,25	49,91	46,92	45,37	39,99	1,26	2,56	50,78	39,99	6,93	3,86
C44	33,32	43,25	41,69	40,34	36,95	1,44	2,59	44,23	36,95	4,74	2,54
C45	31,24	41,24	38,79	37,65	34,46	1,49	2,44	39,20	34,46	4,33	0,41
C46	28,90	45,05	37,28	34,27	29,69	1,27	2,64	51,80	29,69	7,59	14,52
C47	26,52	41,81	35,86	31,97	27,35	1,36	2,54	46,31	27,35	8,51	10,45
C48	30,48	38,87	36,70	34,70	30,17	1,48	2,62	43,79	30,17	6,53	7,09
C49	33,62	42,08	39,70	38,39	33,75	1,43	2,54	43,77	33,75	5,95	4,07
C50	30,41	43,07	37,64	35,38	31,32	1,33	2,59	48,71	31,32	6,32	11,07
C51	32,58	43,86	39,79	37,74	33,46	1,37	2,49	45,20	33,46	6,33	5,41
C52	24,88	42,90	37,87	34,69	30,13	1,37	2,56	46,57	30,13	7,74	8,70
C53	30,43	37,32	35,92	34,77	31,08	1,53	2,56	40,28	31,08	4,84	4,36
C54	31,76	40,29	38,53	37,26	34,31	1,48	2,62	43,28	34,31	4,22	4,75
C55	26,71	37,49	35,47	33,76	29,80	1,55	2,60	40,42	29,80	5,67	4,95
C56	23,04	34,25	31,86	30,15	26,49	1,63	2,67	38,99	26,49	5,37	7,13
C57	29,47	37,95	36,28	35,27	32,29	1,58	2,64	40,24	32,29	3,99	3,96
C58	28,46	38,81	36,77	34,94	31,25	1,51	2,61	42,04	31,25	5,52	5,27
C59	30,63	35,75	34,78	33,82	31,14	1,62	2,56	36,87	31,14	3,64	2,09
C60	25,64	39,52	36,86	35,60	31,94	1,51	2,62	42,57	31,94	4,92	5,71
C61	27,38	38,16	36,47	35,28	31,75	1,57	2,64	40,46	31,75	4,72	3,99