

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**ZRNITOSTNÍ ANALÝZA SEDIMENTŮ BOBŘÍCH
JEZÍREK NA VYBRANÉM ÚSEKU KATEŘINSKÉHO
POTOKA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zuzana Procházková

Geografie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Václav Stacke, Ph.D.

Plzeň, 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni dne 30.6.2016

.....

Zuzana Procházková

Tímto bych chtěla poděkovat především panu RNDr. Václavu Stacke, Ph.D. za jeho ochotu, vstřícnou pomoc a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Oddělení biologie, geověd a envigogiky Západočeské univerzity za možnost pracovat s vybavením v laboratoři. Také děkuji Katedře fyzické geografie a geoekologie na Přírodovědecké fakultě Ostravské univerzity za dílčí analýzy. V neposlední řadě patří díky všem, kteří mi pomáhali při terénním výzkumu.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce	2
3	Teoretická východiska	3
3.1	Bobr evropský	3
3.1.1	Základní charakteristika druhu	3
3.1.2	Ochrana bobra evropského na našem území	4
3.1.3	Rozšíření druhu	5
3.1.4	Bobří činnosti	6
3.2	Dopady bobří aktivity na krajinu	7
3.3	Sedimenty v bobrem ovlivněném toku	8
4	Charakteristika území	10
4.1	Prostorové vymezení	10
4.2	Hydrologické poměry	11
4.3	Geologická charakteristika	12
4.4	Geomorfologická charakteristika	13
4.5	Pedologické poměry	14
4.6	Klimatické poměry	15
4.7	Biota zkoumaného území	15
5	Metodika práce	17
5.1	Terénní metody	17
5.1.1	Mapování blízkého okolí výzkumné oblasti	17
5.1.2	Zjišťování mocnosti sedimentů	17
5.1.3	Odběr materiálu	18
5.2	Laboratorní metody	22
5.2.1	Granulometrické analýzy	22
5.2.2	Sítová granulometrie mokrou cestou	22
5.2.3	Měření valounů	24
5.2.4	Ztráta hmotnosti žháním	24
5.2.5	Vyhodnocení a vizualizace výsledků	25
6	Výsledky	26
6.1	Jezírko č. 1	26

6.1.1	Mocnost sedimentů.....	28
6.1.2	Výsledky zrnitostní analýzy	30
6.1.3	Výsledky objemu organického uhlíku.....	37
6.2	Jezírko č.2	40
6.2.1	Výsledky zrnitostní analýzy	41
6.2.2	Výsledky objemu organického uhlíku jezírko č. 2	48
7	Diskuze výsledků.....	50
8	Závěr.....	52
9	Abstrakt	53
10	Abstract.....	53
11	Seznam použité literatury	55
12	Seznam obrázků a tabulek	59
13	Přílohy	I

1 Úvod

Bobr evropský byl miliony let nedílnou součástí naší krajiny. V důsledku střetu se společnostmi a také kvůli užitku, který bobr skýtal ve své kožešině či mase, byl však na našem území zcela vyhuben v polovině 18. století (Zajíček a Vlašín, 1992; Anděra a Horáček, 2005; Čeněk, 2011). Nicméně, v posledních desetiletích se bobr na naše území navrácí a jeho početnost roste (Vorel et al, 2010; Kostkan et al., 2012). Od roku 2012 je bobr na našem území chráněn. S reintrodukcí je spojeno mnoho vědeckých výzkumů, které se zabývají dopadem činnosti bobra na krajinu a na tok, jelikož bobr svým stylem života dokáže své okolí pozměnit (Anděra, 1996; Curran a Cannatelli, 2014; Thomsson et al., 2015). Tato bakalářská práce se zabývá vlivem bobří činnosti na sedimenty v toku. Na našem území se jedná o druhou práci na toto téma. V roce 2015 se na Mrtvém potoce zabýval dynamikou sedimentů Petr Plecháč. Sedimenty v bobrem ovlivněném toku se zabývala také řada zahraničních autorů. Velká část těchto výzkumů je zaměřena na objem sedimentů zadržovaných hrázemi (Butler a Malason, 1995; Levine a Meyer 2013). Tato práce si klade za cíl prozkoumat změnu charakteru sedimentů v různé vzdálenosti od hrází na území povodí Kateřinského potoka.

2 Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vyhodnocení variability zrnitostního složení a podílu organické hmoty sedimentů bobřích jezírek v závislosti na vzdálenosti od hrází. Splnění hlavního cíle podmiňuje splnění několika dílčích kroků::

1. zmapování mocnosti sedimentů v bobřím jezírku,
2. odběr sedimentů v různé vzdálenosti od bobřích hrází a zjištění objemu sedimentární výplně,
3. provedení zrnitostní analýzy sedimentů,
4. zjištění zastoupení množství organické hmoty v sedimentech.

Spolu s cíli byly definovány následující hypotézy:

- H1: Procentuální zastoupení frakcí a podíl organické hmoty v odebraných sedimentech se mění se vzdáleností od bobří hráze.
- H2: Poměr jednotlivých zrnitostních frakcí a podíl organické hmoty není v celé mocnosti sedimentární akumulace konstantní.

3 Teoretická východiska

3.1 Bobr evropský

3.1.1 Základní charakteristika druhu

Rod Bobr *Castor*, patřící do čeledi bobrovitých, je druhým největším hlodavcem (po kapybaře) na světě (Čeněk, 2011) a největším hlodavcem v Evropě a to vzhledem k délce těla 70-100 cm a hmotnostiaž 30 kg (Uhlíková et al., 2014; Zajíček a Vlašín 1992). Nyní se na Zemi nachází již jen dva zástupci z této čeledi a to bobr evropský *Castor fibera* bobr kanadský *Castor canadensis*(Anděra, 1996). Zatímco bobr kanadský se vyskytuje v Severní Americe, od Aljašky až po severní Mexiko (Anděra a Horáček, 2005), bobr evropský obývá krajinu Evropy a částečně Asie(Anděra, 1996). Styl života a morfologie těchto dvou druhů je však téměř identický (Anděra, 1996), což dokládá i fakt, že bývali klasifikováni jako jeden druh. To však definitivně vyvrátili Lavrov a Orlov (1973) na základě výzkumu na mikrobiologické úrovni. I přes společné znaky bobra evropského a kanadského není možné tyto dva druhy mezi sebou křížit (Zajíček a Vlašín, 1992). Je však možné, díky společným charakteristikám a stylu života, vycházet z výzkumu jednoho druhu a aplikovat jejich výsledky na druhý druh (Collen a Gibson, 2001).

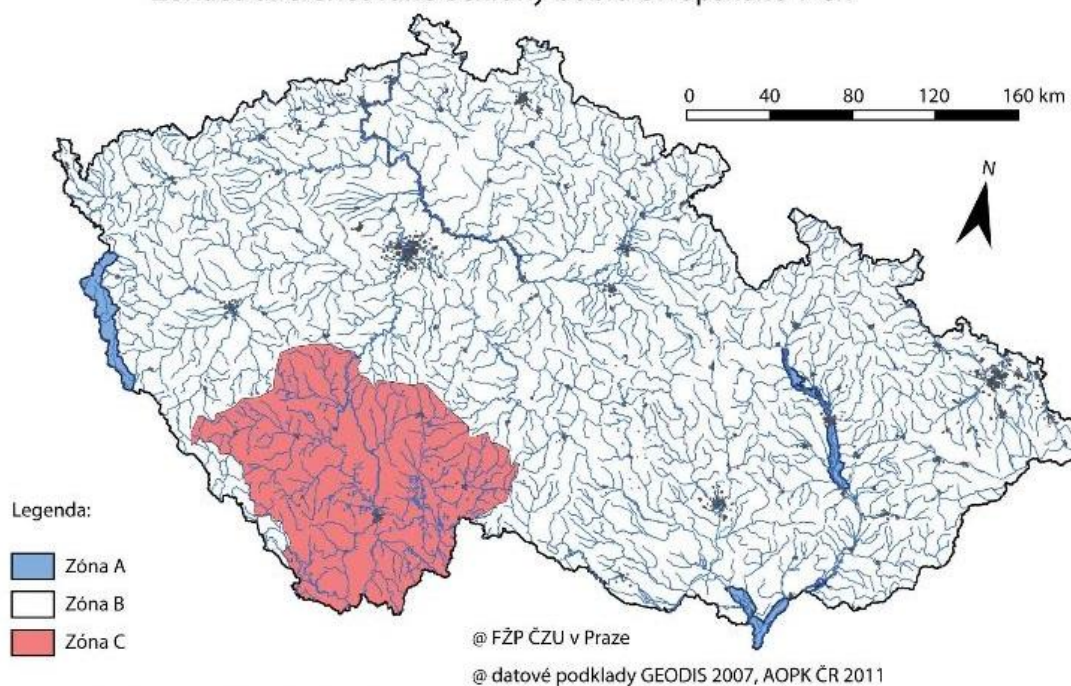
Dále bývá bobr evropský dělen na poddruhy definované dle jeho původních refugií (Vorel et al., 2012). Jednotlivé subspecie se liší drobnými rozdíly ve stavbě lebky (Halley a Rossel 2002; Halley a Rossel, 2012). Bobr evropský je savec tzv. semiakvatický (tj. polovodní živočich žijící ve vodě i na souši) a tomuto stylu života je plně adaptován (Anděra a Horáček, 2005; Cehláriková 2010). Adaptace na vodní biotopy tkví v morfologickém přizpůsobení těla. Součástí prstů na zadních končetinách je silná plovací blána zefektivňující pohyb ve vodě, uzavíratelné nozdry a uši, které usnadňují samotný pohyb pod vodou, dále zploštělý ocas, který bobr využívá nejen jako kormidlo při plavání, ale také jako signalizační zařízení. Tato signalizace funguje při silném plácnutí plochého šupinatého ocasu o vodní hladinu, které vyvolá hlasitý zvuk mající sloužit jako varovný signál (Zajíček a Vlašín, 1992; Anděra a Horáček, 2005; Cehláriková 2010). Díky těmto přizpůsobením bobr plave až rychlostí 8 km/h a pod vodou je schopný vydržet až 20 min. Bobři jsou herbivoři živící se výhradně rostlinnou potravou (Páleník a Vogeltanz, 2006). Výskyt dřevin podél toku je nejdůležitější faktor podmiňující rozšíření bobra (Zajíček a

Vlašín, 1992). Ke konzumaci preferuje kůru a mladé větve dřevin, jejichž druh závisí mimo jiné také na nadmořské výšce. Dle Markové (2014) jsou bobrem okousávány nejvíce vrby, břízy, topoly a olše. Ve vyšších polohách k těmto dřevinám přibývají ještě např. jeřáby (Uhlíková, 2014). Potrava bobra se liší také v závislosti na ročním období. Na jaře se živí submerzní vegetací, přes léto bylinami, které rostou na břehu, jako je např. tužebník, kuklík, kopřiva nebo šťovík na podzim k bylinám přibývají dřeviny, které se v zimě stávají jedinou bobří potravou (Zajíček, Vlašín, 1992; Uhlíková 2010). Okusy jehličnanů jsou výjimečné a dochází k nim převážně v jarních měsících (Vorel et al., 2012, Marková, 2014). Ke svému životu si bobr vybírá především vodní nádrže nebo menší vodní toky (Valachovič, 2010). Výskyt bobra je pak vázáný na kvalitu biotopu, na možnostech produkce potomků a jejich následné migraci (Vorel et al. 2012). Bobr evropský je na našem území chráněným druhem (Vorel et al, 2006). Bobr je monogamní živočich žijící v rodinách až o 15 členech (Uhlíková, 2010). Bobří sanice rodí 2-5 mláďat za rok. Bobr je schopný v případě potřeby migrovat na velké vzdálenosti (Uhlíková, 2014).

3.1.2 Ochrana bobra evropského na našem území

Bobr, jakožto původní savec našeho území, byl již dvakrát vyhuben (Vorel et al, 2006). Soužití člověka a bobra je mnohdy problematické, zejména kvůli pokáceným stromům a škodám na zemědělských půdách, které jsou způsobeny rozlivem vody zadržované bobřími hrázemi (Anděra, 1996). Vorel (2006) se domnívá, že střed zájmů mezi člověkem a bobrem by mohl opět vyústit v ohrožení druhu. Z tohoto důvodu byl Alešem Vorlem a kolektivem sepsán Program péče o bobra, dokument podpořený grantem Ministerstva zemědělství, který vznikl roku 2012. Program má za úkol chránit tento druh s ohledem na hospodářské potřeby. Přesněji jde o stabilní udržení populace bobra na našem území bez nutnosti migrace ze zahraničí, které nemá devastující dopad na socioekonomické prostředí. Zajištění těchto cílů je realizováno zonací ČR viz obrázek č. 1. Rozdělení na zóny A, B a C. Tyto zóny se od sebe liší poměrem zájmu o ochranu bobra a zájmu o bezpečné socioekonomické prostředí, kdy zóna A má nejvyšší míru ochrany. Zásahy do bobřích biotopů jsou v zóně A povoleny jen ve výjimečných případech. Zóna B již připouští drobné úpravy a opatření k prevenci a minimalizaci škod působených bobrem. Zóna C zahrnuje území s rybníčními soustavami či velkou koncentrací vodních nádrží, kde by rozšíření bobra přineslo velké škody na těchto objektech, tudíž je snaha o eliminaci bobra v této zóně (Vorel et al, 2013).

Zonace diferencované ochrany bobra evropského v ČR



Obrázek č. 1: Zonace diferencované ochrany bobra evropského v ČR (převzato z Vorel et al., 2013).

Bobr, spolu s jeho aktivitami, je na našem území chráněn prostřednictvím zákonů a vyhlášek. Díky zákonu 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny je bobr klasifikován jako zvláště chráněný druh, a vyhláška 395/1995 jej označuje jako druh silně ohrožený. Tito živočichové jsou chráněni ve všech vývojových stádiích a je zakázáno je chovat v zajetí, chytat či jakkoliv poškozovat jejich sídla a biotop. Dle zákona 449/2001 Sb. o myslivosti bobra není možné lovit. Zákon o poskytování náhrad škod způsobených vybranými zvláště chráněnými živočichy č. 115/200 Sb. stanovuje, že je možné žádat o náhradu škody, kterou bobr svou činností způsobí v lese či na poli. Bobr je také na červeném seznamu ČR jako druh zranitelný a na Červeném seznamu IUCN jako druh málo dotčený. Bernská úmluva jej klasifikuje jako chráněný druh živočicha (AOPK, 2007).

3.1.3 Rozšíření druhu

Bobr evropský se na začátku čtvrtohor vyskytoval v celé Euroasii (Anděra, 1996). Tento živočich se dokázal výborně vyrovnávat se změnami klimatu a s nimi spojenými změnami biotopů (Zajíček a Vlašín, 1992). Osudným se mu stal až člověk. Bobr byl loven již od pravěku pro kožešinu, maso, zuby nebo tzv. castoreum (výměšek análních

pachových žláz sloužící k vyznačení teritoria)(Čeněk, 2011). Velmi intenzivní lov vedoucí k vyhubení bobra však započal v době renesance, která je spojená s budováním rybníků, na kterých bobr působí velké hospodářské škody. Aby bylo těmto škodám zamezeno, začal člověk bobra lovit intenzivněji a devastovat jeho biotopy (Vorel et al., 2013). Bobr svou aktivitou narušuje hráze těchto rybníků a je schopný rybník dokonce vypustit (Čeněk, 2011). Zcela vyhuben byl na našem území již v 18. století (Uhlíková, 2010). John (2010) uvádí, že se momentálně populace bobra ve střední Evropě rozšiřuje. To dokládá i Uhlíková (2010), která tvrdí, že na počátku 20. století se v Evropě nacházelo 1200 jedinců, zatímco na počátku 21. století již 450 000 jedinců. Na našem území se bobr vyskytuje především v oblasti dolní Labe, západních Čech, povodí Divoké Orlice, řeky Moravy, Dyje a Odry (Vorel et al, 2012).

3.1.4 Bobří činnosti

Bobří obydlí

Bobr si staví tři typy obydlí v závislosti na charakteru toku a okolních podmínkách biotopu a to hrady, polohrady a nory (Valachovič 2010, Vorel et al., 2013, Uhlíková, 2014). Všechny tyto typy mají za úkol poskytnout bobrovi suché stanoviště s vchodem pod vodou, čímž si bobr zajistí obranu před predátory. Nejčastějším typem obydlí jsou nory (Valachovič 2010), které jsou preferovány zejména v místech s dostatečně hloubkou vody a jílovitými břehy (Kostkan, 2010). Nory jsou často komplikovaným systémem s několika chodbami, jejichž východ je umístěn pod vodní hladinou. Výjimkou mohou být zimní měsíce, kdy voda zamrzá a bobr si tak musí vytvořit suchou cestu ven. Tyto nory jsou kopány těsně pod povrchem, a proto může dojít k jejich propadu (Valachovič, 2010). Polohrad obvykle vzniká tam, kde dojde k propadu nory. Bobr propad vystaví větvemi, čímž vzniká polohrad, který je kombinací nory a hradu. Hrad je kupovitá stavba, která je tvořena větvemi a zpevněná bahnem. Hrady se vyskytují tam, kde jsou nízké břehy nevhodné pro výstavbu nor (Vorel et al., 2013).

Bobří hráze

Bobr staví hráze nejčastěji na menších, klidnějších tocích z materiálů dostupných na jeho stanovišti a blízkém okolí. Nejčastěji je to dřevo, bláto, šterk a kamení. Účel hrází spočívá v navýšení vodní hladiny, ve stabilizaci toku a v rozšíření povrchových vod, čímž bobr zajistí bezpečné stanoviště pro celou bobří rodinu. Bobr je schopný upravovat hráze takovým způsobem, aby reguloval objem vody v bobřím jezírku dle potřeby (např. při

povodních upraví hráze tak, aby na okrajích vznikly kanály, jež zvýší průtok a zamezí protržení hráze). Pokud dojde k poškození hráze, bobr tento defekt rychle opraví, aby nedocházelo k odhalení vchodů do bobřích obydlí. Kromě stálých hrází bobr také staví hráze dočasné, které jsou typické pro letní měsíce a které jsou na první pohled jednodušší (Valachovič, 2000). Butler (1995) uvádí, že bobří hráz může být funkční v řádu až několika desítek let. Doba její životnosti závisí na více faktorech, jako je např. sklon nebo šířka údolí. Pokud dojde ke zničení hráze, bobr postaví novou hráz většinou ve velmi malé vzdálenosti od té původní (Plecháč, 2015).

3.2 Dopady bobří aktivity na krajinu

Bobr stylem svého života přetváří krajinu a má velmi významný vliv na vody, které obývá (Anděra, 1996), což je důvodem, proč bývá velmi často nazýván ekosystémovým inženýrem (Curran a Cannatelli, 2014; Thompson et al., 2015). Kopáním nor, a následným zaplavením oblastí kolem toků, mění vzhled a charakter krajiny, zejména pobřeží (Valachovič, 2010). Bobr bývá někdy označován jako živočich „chráněný nežádoucí“ (Andreska a Andresková, 2014). Jeho výskyt a s ním spojená aktivita má pozitivní i negativní dopad, přičemž negativní dopady jsou nejčastěji vztahovány k objektům lidské činnosti (Vorel et al., 2013). Mezi negativní dopady patří škody na hospodářských a zemědělských objektech, změny odtoku, bariéry pro migraci ryb, či snížená průchodnost toku. Pozitivním dopadem bobřích aktivit je pak zvýšená biodiverzita či revitalizace meliorovaných toků. Některé druhy ryb nachází v bobřích hradech svá útočiště a zimovištěa to díky síti větviček sahajících hluboko pod vodní hladinu (Siemens et al., 2005).

Stojatá voda, která se nachází nad bobří hrází, snižuje rychlost proudění vody, zvyšuje její hloubku a rozptyluje energii toku. Jedná se o faktory, které mají za následek usazování sedimentů, které následně zvyšují koryto toku (Butler a Malason, 1995). Kromě sedimentů zadržují bobří hráze také nejrůznější rostliny, nebo jejich části, či dokonce produkty lidské činnosti (Valachovič 2010). Tyto schopnosti bobří populace mohou být využity k revitalizaci vodních toků, které byly v průběhu let pozměněny lidskou činností. Bobr svou činností podporuje boční erozi, která také vodní tok zásobuje sedimenty (Curran

a Cannatel, 2013). Ačkoliv bývají jezírka a hráze relativně malá, mohou způsobit velké škody při povodních, pokud se hráze protrhnou (Rossel et al., 2005).

Bobr dále svou aktivitou způsobuje promíchávání vody, a tím urychluje chemické procesy. Také ovlivňuje chemické složení půdy, které se mění díky zvýšení hladiny zapříčiněné vodou nahromaděnou v bobřích jezírkách. Vzhledem k následnému zvýšení vlhkosti půdy se mění také půdní fauna (Valachovič, 2010).

V současné době převažují výzkumné práce zabývající se aktivitou a vlivem bobra kanadského na prostředí. Ekologie tohoto druhu je však srovnatelná s ekologií bobra evropského, a z toho důvodu je možné z těchto výsledků rovněž vycházet (John, 2010). Butler a Malason (2005) tvrdí, že kolaps bobřích hrází je jevem častějším, než se dočítáme v literatuře. Selhání bobřích hrází může mít katastrofální následky v podobě velkých povodňových vln. Tyto povodně v Severní Americe vedly k poškození železničních tratí a byly příčinou několika úmrtí lidí. Takové selhání bobří hráze může být zapříčiněno např. intenzivními srážkami, táním sněhu nebo ničením hrází zvířetem či lidskou rukou (Butler, 1989). Při povodních je problémem i množství sedimentu zadržovaného bobřími hrázemi, jehož mobilizace může vést např. k zadušení bentických organismů či pohřbení jiker ryb dále po toku (Butler a Malason, 2005).

3.3 Sedimenty v bobrem ovlivněném toku

Pojmem sedimenty rozumíme nezpevněný uložený materiál, jenž byl transportován z místa na místo. V říčním prostředí se takové sedimenty nazývají fluvialní. Působení vody způsobuje erozi, transport a ukládání sedimentů (Růžičková et al., 2001). Největší část říčních sedimentů tvoří nezpevněný materiál, který je charakteristický proměnlivou zrnistostí (Miall, 1996). Tento nezpevněný materiál nazýváme klasty, což jsou úlomky rozrušených hornin (Kraft, 2004). Dle velikosti částic je možné sedimenty rozdělit do 3 základních kategorií a to na štěrky, písek a jemnozrnný materiál (Miall, 1996). Často je pojmenování těchto facií však problematické a liší se u jednotlivých autorů. Řešením jsou pevně daná pravidla pojmenování, která se dodržují v celé práci (Kukal, 1985).

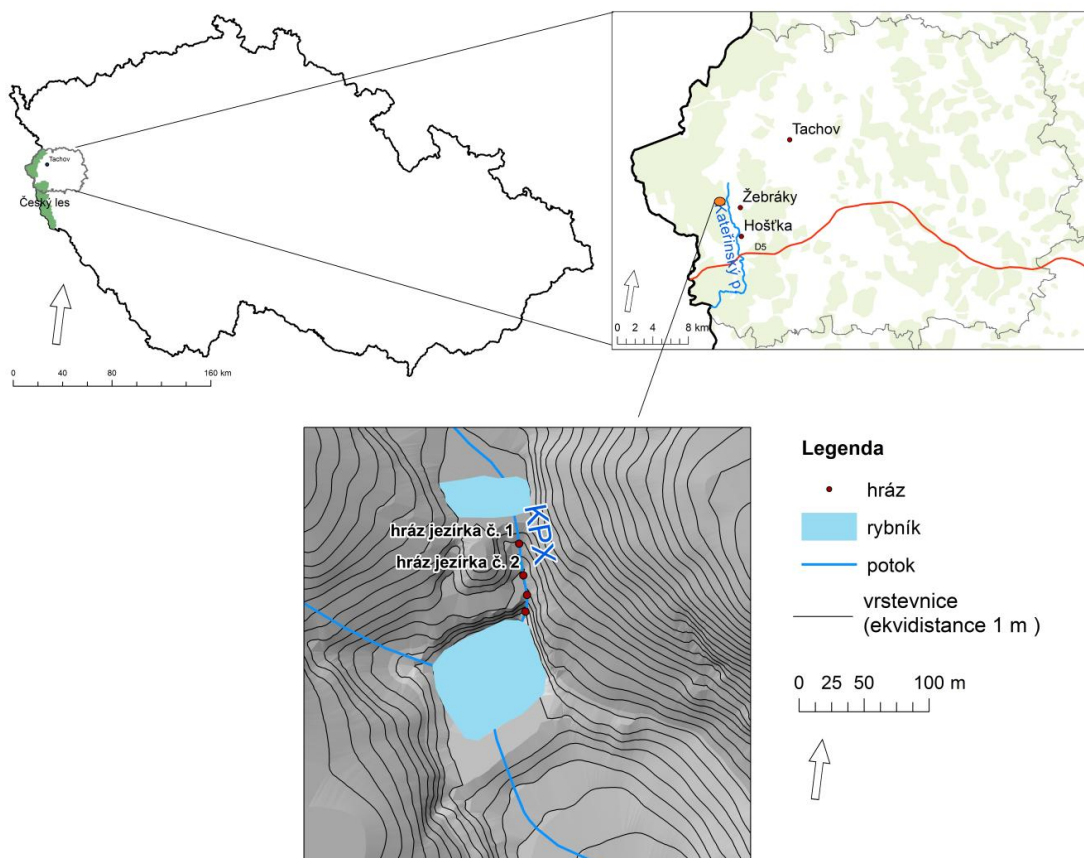
Ukládáním sedimentů v tocích, jež jsou ovlivněny bobří aktivitou, se zabývala řada zahraničních autorů a na našem území se jimi zabýval Petr Plecháč (2015) ve své

bakalářské práci. Usazování sedimentů v bobrem ovlivněném toku má, dle studií, určitá specifika. Vlivem poklesu průtoku vodních toků, který je způsoben bobří aktivitou, zejména bobřími hrázemi, se v bobřích jezírkách hromadí velké množství sedimentů (Valachovič, 2010). Butler a Malason (2005) dokonce nazývají hráze sedimentárními pastmi. Kromě hrází může sedimenty v toku dotovat také tzv. bobří skluzavka. Jedná se o místa výstupů bobra na břeh, která jsou uhlazena a zahloubena od častého pohybu bobra mezi vodou a břehem. Materiál z tohoto místa je tak hrnut do vody. Meentemeyer a Butler (1999) a Bigler et al. (2001), kteří se zajímali o množství sedimentů nad hrázemi v závislosti na jejich stáří, prokázali, že hráze, které jsou starší, zadržují více sedimentů než mladší hráze. Při selhání bobřích hrází je část sedimentů přesunuta dále po toku a část sedimentů zůstává na svém původním místě, kde byly zadržovány hrázemi (Butler a Malason, 2005; Plecháč 2015).

4 Charakteristika území

4.1 Prostorové vymezení

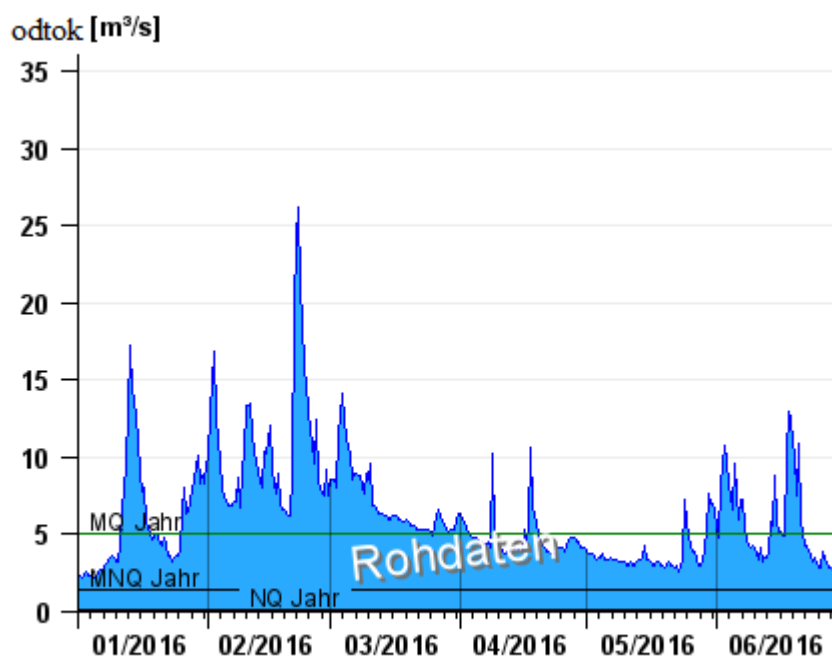
Zájmové území, na kterém probíhal výzkum, se nachází na bezejmenném pravostranném přítoku Kateřinského potoka v místě jeho průtoku kaskádou dvou bezejmenných rybníčků na území zaniklé obce Žebrácký Žďár. Úsek je součástí horní části povodí nad obcí Hošťka. Výzkumné území se nachází asi 200 metrů od hranice chráněné krajinné oblasti Český les, která leží v západních Čechách poblíž česko-bavorských hranic v okrese Tachov. Bezejmenný potok, dále jen KPX, jak je v práci označován, se dále vlevá do Kateřinského potoka. V bezprostřední blízkosti jezírek, na nichž byl prováděn výzkum, se nacházelo několik listnatých stromů. Dále od toku dominovaly stromy jehličnaté. Nad rybníkem, který je na severněji, se nachází silně podmáčená půda.



Obrázek č. 2: Vymezení území v rámci ČR, Podkladová data ArcČR a DMR.

4.2 Hydrologické poměry

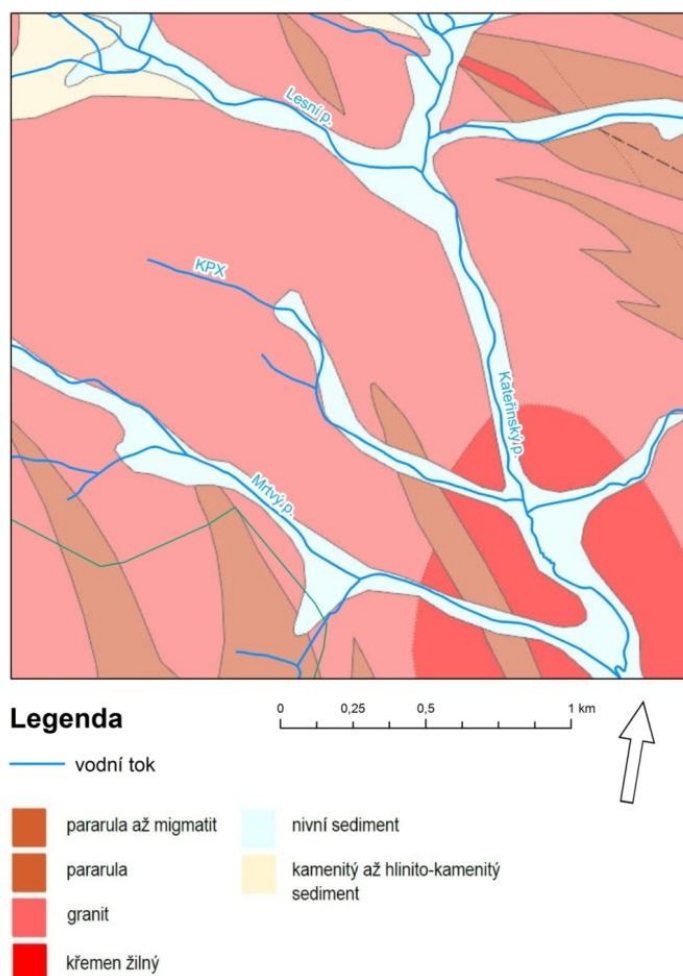
Zkoumaný úsek je pravostranným bezejmenným přítokem Kateřinského potoka, dále nazývaný KPX. Kateřinský potok je tok III. řádu pramenící 1,5 km JV od obce Lesná v nadmořské výšce 690 m n. m. Délka toku na našem území činí 20,6 km a plocha povodí je 101,4 km² (Vlček, 1984; AOPK, 2016). Poblíž obce Diana Kateřinský potok překračuje naše hranice a teče do Německa, kde nese název Pfreimd. Dále tok ústí do řeky Naab, jež je přítokem Dunaje tekoucího do Černého moře. Pravostranné přítoky Kateřinského potoka na našem území jsou Lesní, Mrtvý a Jelení potok a levostrannými přítoky jsou Žebrácký, Václavský a Apolenský potok. Na území Německa je dalším přítokem Nivní potok pramenící na našem území poblíž obce Nová Ves. Dále se do Kateřinského potoka vlévá několik bezejmenných přítoků (Povodí Vltavy, 2014). Dále po toku v Německu se nachází hydrometeorologická stanice Pfreimd.



Obrázek č. 3: Záznam odtoku v období výzkumu z hydrologické stanice Pfreimd.

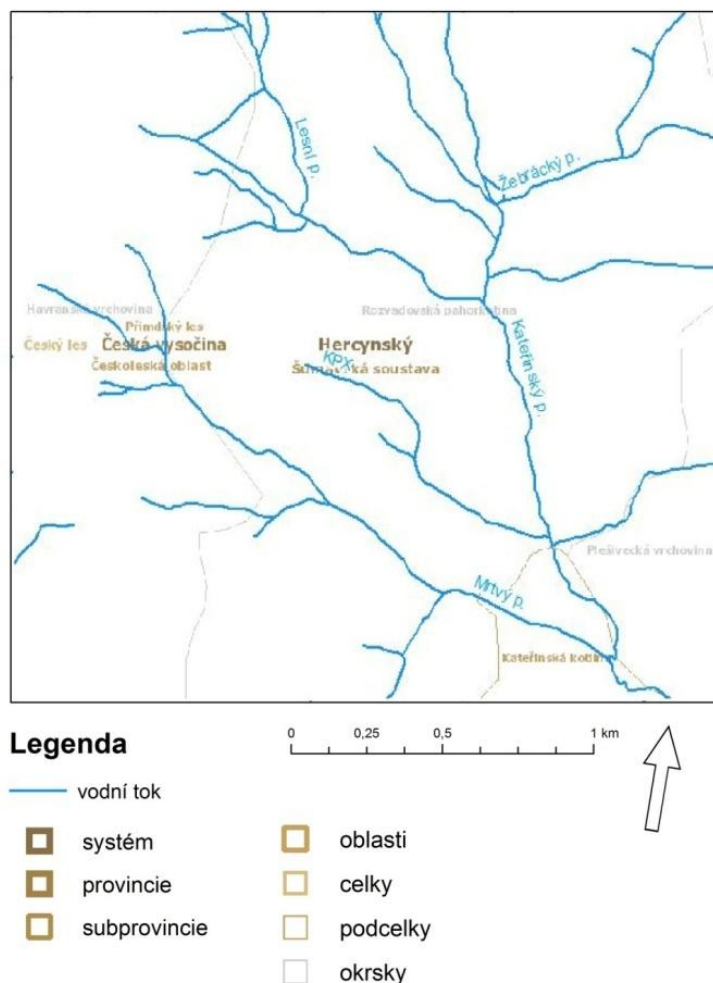
4.3 Geologická charakteristika

Zkoumaná oblast spadá do oblasti Českého masívu, který byl vyvrásněn Variským vrásněním, které probíhalo v období středního devonu až spodního permu. Český masív dále spadá do Moldanubické zóny a jednotky Moldanubikum Českého lesa, která je charakteristická metamorphyty s vysokým stupněm metamorfózy (Chlupáč et al., 2002). Mapa geologického podloží dokládá, že širší okolí je tvořeno zejména granitem, dále po toku se nachází pararula a migmatit. Tyto horniny jsou velmi odolné a tudíž tak snadno nepodlehnu fluvialní erozi. Vodní toky a údolní niva jsou tvořeny nivními sedimenty jako písky, štěrky a hlínami. Čtvrtohorní horniny však nejsou na území časté, právě z důvodu dominance erozních faktorů nad sedimentačními.



Obrázek č.4: Geologická mapa, podkladová data Česká geologická služba.

4.4 Geomorfologická charakteristika



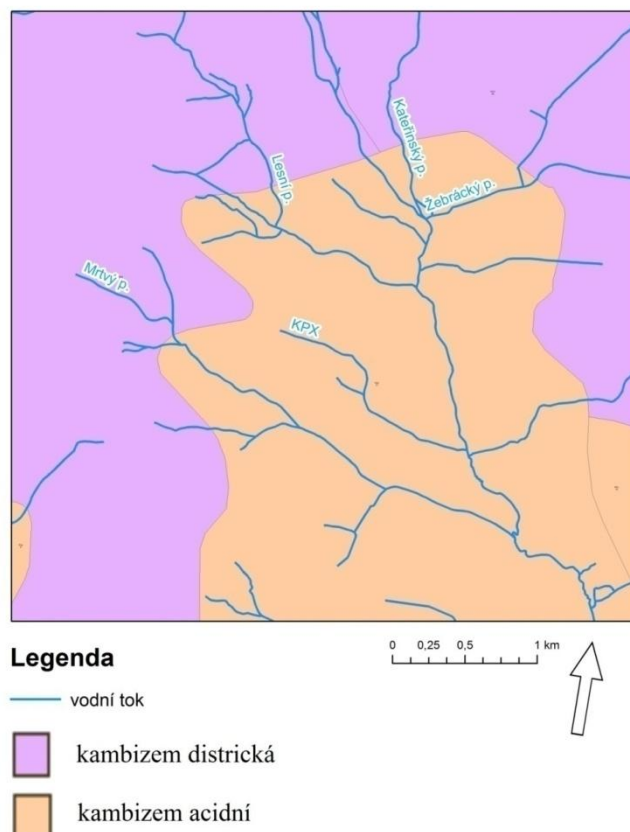
Obrázek č. 5: Mapa geomorfologického členění ČR, podkladová data: INSPIRE, geoportál, 2016.

Reliéf je důležitým faktorem ovlivňující charakter toku. Sledované území je tektonicky podmíněný erozně denudačním povrchem (Demek, 2006). Směr pohoří Českého lesa je severozápadní. V Českém lese se nachází rozvodí mezi povodím Dunaje a Labe. (AOPK, 2016). Sledované území spadá do Hercynského systému, provincie Česká vysočina, Šumavské subprovincie, Českoselské oblasti., okrsku Rozvadovská pahorkatina. Všechny toky zkoumaného území byly původně pstruhového charakteru s tvrdým dnem tvořeným pískem a šterkem. Lidskou činností, především napřimováním toků, však došlo ke zkrácení toků a jejich zahloubení pod terén (NATURA 2000). Dle nadmořské výšky, geomorfologických poměrů a členitosti reliéfu lze Český les rozdělit na Dyleňský les,

Přimdký les, Kateřinskou kotlinu a Čerchovský les. Výzkumné území se nachází v Přimdkém lese, jehož nejvyšším vrcholem je Havran (894 m n. m.). Přimdký les je dle Demka (1996) tvořen strukturně denudačními hřbety a hrást'ovými vrchy a suký s tvary zvětrávání a odnosu hornin.

4.5 Pedologické poměry

Ve zkoumaném území se dle pedologické mapy nachází kambizemdistrická, která je typem půdy převažujícím v celém českoleském bioregionu (Culek, 1996), a kambizem acidní. V bezprostřední blízkosti toku KPX je dle mapy INSPIRE zastoupena spíše kambizem acidní. Kambizemě se na našem území vyskytují hojně. Tyto půdy jsou vázány na členitý reliéf a při jejich vzniku hraje hlavní roli zvětrávání (Tomášek, 1995).



Obrázek č.6: Mapa půdních typů, podkladová data: INSPIRE, geoportál, 2016

4.6 Klimatické poměry

Zkoumaná lokalita spadá dle Quitovy klasifikace (1975) do oblasti označované MT3. Tato oblast je charakterizována jako mírně teplá. Dle meteorologické stanice Přimda, která je stanicí neblíže položenou zkoumanému území, je průměrná roční teplota 5,8 °C, průměrný roční úhrn srážek 698,4 mm a průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou je 84 za rok.

měsíc	srážky (mm)	teplota (°C)	sluneční svit (hod)
leden	49	-2.4	37.1
únor	41	-1.5	67.7
březen	43	2.1	121.8
duben	42	6.7	185.6
květen	54	11.4	205.3
červen	63	14.3	220.2
červenec	72	16.2	229.2
srpen	67	16.2	212.9
září	51	11.6	159
říjen	47	6.6	98.6
listopad	51	1.5	41.4
prosinec	63	-1.6	29.8

Tabulka č.1: Průměrné měsíční hodnoty srážek, teplot a slunečního svitu naměřené v meteorologické stanici Přimda

4.7 Biota zkoumaného území

Studované území je součástí Českoleskéhobioregionu, mezofytika, fytogeografického okresu 26. Český les. Vegetační stupeň území lze klasifikovat jako submontánní až montánní. Potenciální vegetací území jsou různé typy bučin. (Culek, 1996). Dnes v bioregionu převažují kulturní smrkové lesy a v částech Kateřinského potoka, kde se nenachází les, se vyskytují chrasticové porosty s podmáčenou olšinou. I přes minimální zásahy lidské společnosti do místní krajiny je zde znatelný eutrofní vliv, který dokazuje výskyt vodní vegetace jako je hvězdoš, rdes či zbochlan (Natura, 2000). Na území jsou významné druhy živočichů jako např.

bobr evropský, ježek západní, vydra říční, netopýr severní, tetřev hlušec, či zmije obecná.(Culek, 1996). Floru Culek (1996) popisuje jako chudou a jednotvárnou. Zástupci typičtí pro tento bioregion jsou svízel okrouhlolistý, kostřava lesní, třtina chloupkatá apod.Území Kateřinského potoka je dle Natura 2000 nejvýznamnější lokalitou, kde se vyskytuje bobr evropský v západních Čechách a tento tok je tedy klasifikován jako významná evropská lokalita.

5 Metodika práce

Metodika této práce je založena na terénním i laboratorním výzkumu. K práci byl nutný multidisciplinární přístup. V práci byly využity tyto metody:

- i. rekognoskační mapování blízkého okolí výzkumné oblasti,
- ii. zjištění mocnosti sedimentů v bobřích jezírkách,
- iii. odběr vzorků sedimentární výplněbobřích jezírek,
- iv. síťová granulometrie,
- v. ztráta hmotnosti žiháním.

5.1 Terénní metody

K práci v terénu byla vybrána vhodná lokalita se zřejmou bobří aktivitou. Odběr byl proveden na reprezentativních místech sedimentární výplně tak, aby byla postihnuta diferenciací sedimentárního složení jak v příčném, tak v podélném směru bobřích jezírek. Celkem 4 hráze se nachází na bezejmenném pravostranném přítoku Kateřinského potoka v místě jeho průtoku kaskádou dvou rybníčků na území zaniklé obce Žebrácký Žďár.

5.1.1 Mapování blízkého okolí výzkumné oblasti

Mapování oblasti bylo provedeno formou rekognoskační pochůzky za použití GPS značky Garmin. Průzkumné mapování zahrnovalo mapování základních charakteristik zkoumaného území jako jsou nadmořské výšky, souřadnice hrází, a zmapování rybníků, které se nachází nad a pod zkoumanou lokalitou. Zmapována byla také dvě jezírka, ve kterých byl uskutečněn odběr materiálu (viz. kapitolu Odběr materiálu).

5.1.2 Zjišťování mocnosti sedimentů

V jezírku č. 1 byla zjištěna mocnost sedimentůve čtvercové síti s rozstupem měření 50 cm. K měření mocnosti byla použita úzká tyč se špičatým hrotem, u které byla známa její délka. Po jejím zapíchnutí do co největší hloubky byla odečtena délka tyče, která nebyla zapíchnuta do materiálu jezírka, a tato hodnota byla následně odečtena od celkové délky tyče, čímž byla zjištěna mocnost sedimentů. K určení polohy v jezírku byly použity 2

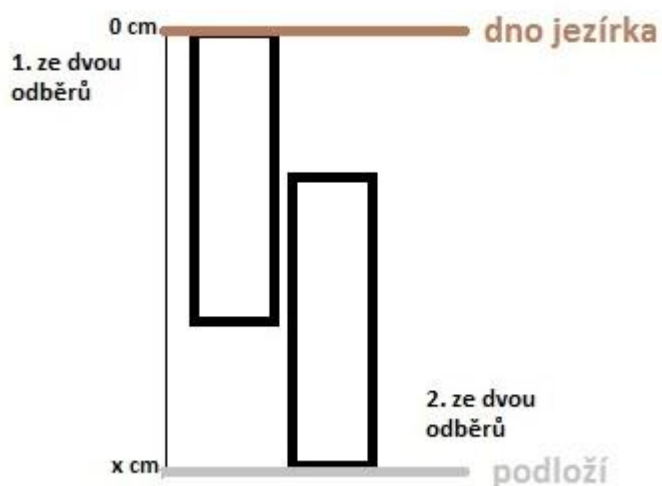
svinovací metry-jeden sloužil ke zjištění polohy ve směru podélného druhý ve směru příčném.

5.1.3 Odběr materiálu

Na vytipované lokalitě bylo odebráno dostatečné množství materiálu potřebného pro následující analýzy. Vzorky byly odebírány s velkou pečlivostí tak, aby nedocházelo k mísení materiálu z jednotlivých vrstev sedimentů. Vzorkovač byl před každým odběrem řádně vyčištěn. Odběr vzorků byl proveden v termínech 28. 1., 7. 2., 21. 2. a 28. 2. 2016. Prodlevy mezi termíny vznikly z důvodu závislosti autorky práce na pomoci dalších osob a z důvodu technicky komplikovaného odběru.

K odběru byly vybrány 2 bobří jezírka ze čtyř pro jejich přístupnost a vhodnou hloubku, která je nezbytná pro práci s komorovým vzorkovačem.

Samotné odebírání bylo realizováno za pomoci komorového vzorkovače firmy Eijkelkamp, přídavných tyčí a speciálního kladiva. Díky tomuto nářadí bylo při každém odběru možné odebrat materiál o mocnosti až 50 cm s dostatečně zachovanou stratifikací. Účelem byla snaha o získání co nejdelšího a neporušeného reprezentativního vrtného jádra. Z tohoto důvodu byly odebrány na jednom místě jeden až dva vzorky. V případě, že byla mocnost sedimentů menší než 50 cm, byl na místě odebrán pouze jeden vrt. V případě, že byla mocnost sedimentů vyšší než 50 cm, byl ve stejném výzkumném bodě realizován 2. odběr, který se snažil o co největší hloubku s tou podmínkou, že mezi dvěma odběry nesmí vzniknout vrstva, která by vrty nebyla pokryta (viz. obrázek č.7). V žádném místě nebyly sedimenty hlubší než 100 cm, tudíž byla tato podmínka vždy splněna. Tím byl zajištěn dostatečný objem materiálu pro výzkum a také využita maximální možná hloubka odběru. Extrahovaný materiál byl přesunut do plastových forem, které byly řádně popsány pro účely pozdějšího laboratorního výzkumu. Součástí popisu byla hloubka odebíraného materiálu, vyznačení báze pomocí šipky a označení místa, kde byl odběr realizován. U každého odběru je stěžejní jeho poloha, zejména jeho vzdálenost od hráze. K jejímu zjištění byly použity 2 svinovací metry.



Obrázek č.7:Schématický obrázek oděru jader v případě dvou odběrů z jednoho výzkumného bodu.



Obrázek č. 8: Popsané jádro v plastové formě (označení jádra dle místa odběru, šipka směřující k bázi a hloubka, ve které byl odběr realizován).

Bližší popis jednotlivých odběrů

Odběr 28. 12. 2016

První terénní výzkum byl realizován na jezírkuč. 1. Před samotným odběrem bylo jezírko přeměřeno ve své šířce i délce pomocí svinovacího metru. Poté bylo provedeno celkem 11 odběrů z pěti míst v tomto jezírku, které byly různě vzdáleny od hráze. V každém místě byly pořízeny 1-2 vzorky.

Odběr 7. 2. 2016

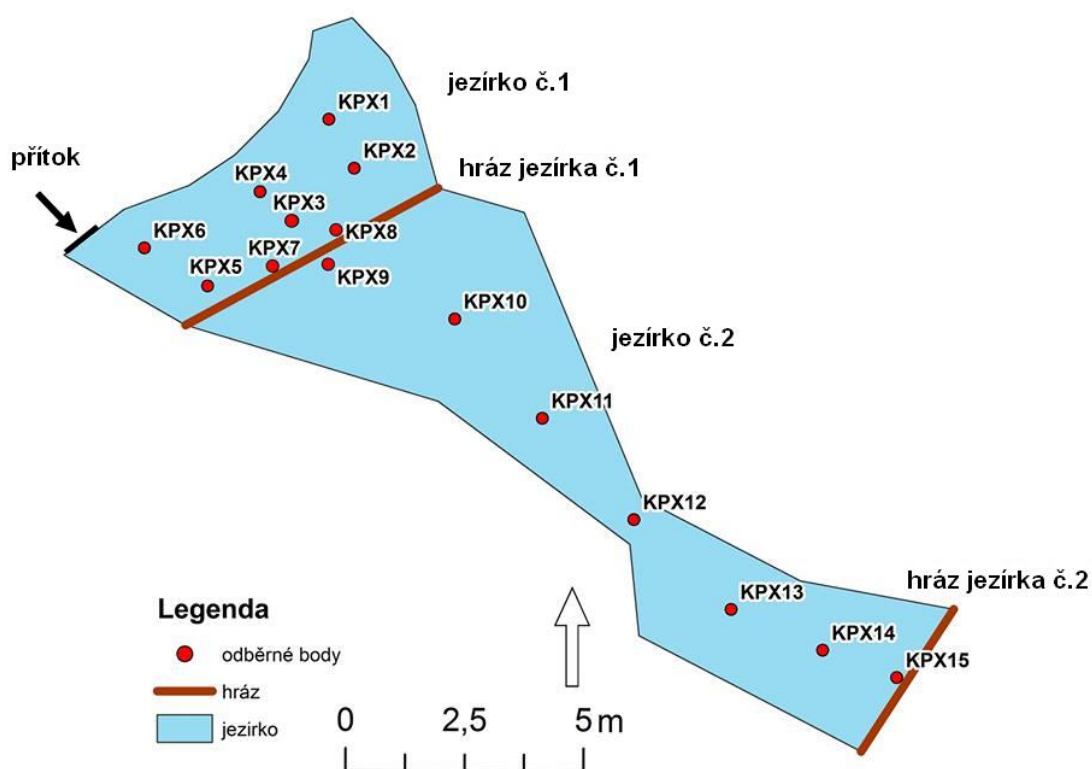
Druhý odběr byl vykonán na obou jezírcích. Bylo odebráno celkem sedm vzorků ve třech místech. V horním jezírku v bezprostředně nad hrází byly provedeny dva odběry na jednom odběrném bodě a v jezírku č.2, které je položeno níže, bylo provedeno pět odběrů na dvou místech. Dále nebylo možné v práci v terénu pokračovat z důvodu technických komplikací, konkrétně z důvodu poškození jádrového vzorkovače, jehož dvířka uvízla v materiálu, který se v bobřím jezírku nachází.

Odběr 21. 2. 2016

Při třetím terénním výzkumu byl bohužel odebrán pouze jeden vzorek kvůli zlomené tyči, která je součástí jádrového vzorkovače. Jádrovnice opět uvízla ve šterku, přibližně 0-50 cm hluboko v materiálu dna jezírka, a při jejím vytahování se tyč zlomila.

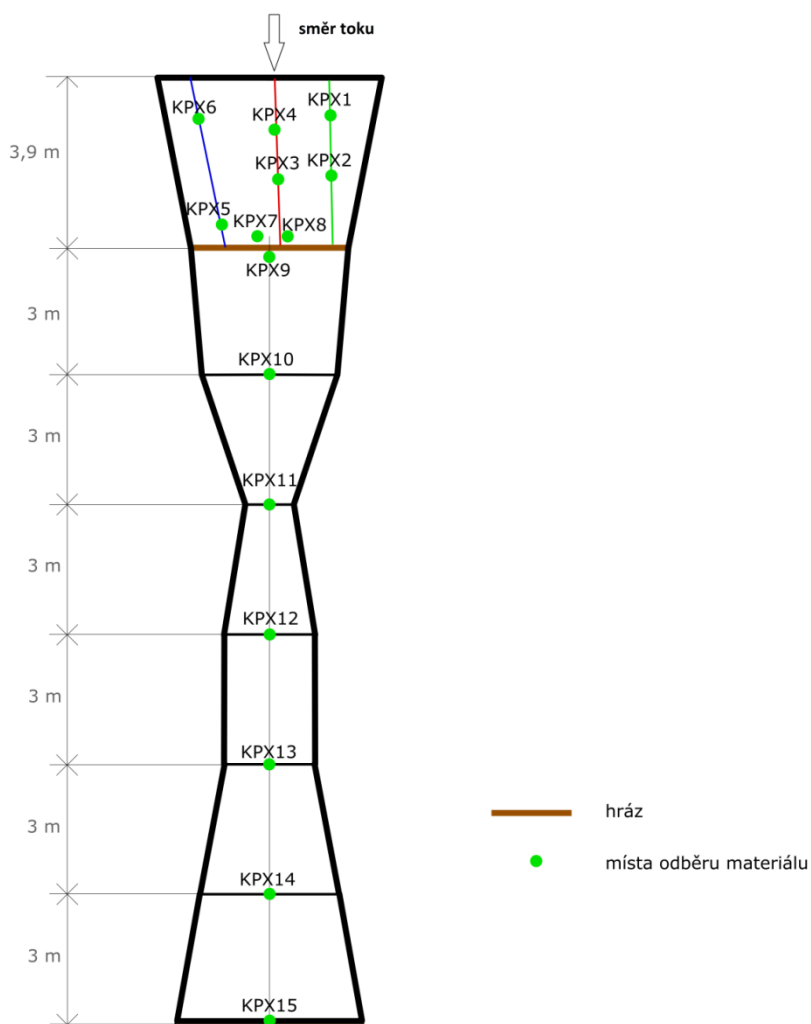
Odběr 22. 2. 2016

Dne 22.2. byl odběr dokončen v obou jezírcích bez komplikací.



Obrázek č 9: Jezírka, ze kterých byl odběr realizován s vyznačením hrází, přítoku a odběrných bodů

Pro potřeby výzkumu byly vytvořeny 3 pomyslné profily v jezírku č. 1 (viz obr. č. 10), ze kterých byl materiál v různých vzdálenostech odebírán. Profily byly zvoleny tak, aby co nejrovnoměrněji pokryly jezírko pro následující analýzy a interpretaci výsledků. Na každém z profilů byl odebrán materiál ze dvou míst. Poté byly odebrány ještě další vzorky ze 2 odběrných bodů v bezprostřední blízkosti hráze. Z jezírka č. 2 byl materiál odebrán každé tři metry.



Obrázek č.10: Rekonstrukce jezírek s vyznačením odběrných profilů v jezírku č. 1 a vzdálenostmi mezi jednotlivými odběry v jezírku č. 2

5.2 Laboratorní metody

5.2.1 Granulometrické analýzy

Zrnitost neboli granulometrie sedimentů je založena na odlišnosti velikosti, tvaru a hmotnosti jednotlivých zrn. Jejich tvar a množství je zanedbáno (Bezvodová et al., 1985). V laboratorním prostředí ZČU byla provedena granulometrická analýza metodou sítování mokrou cestou. Materiál odebraný v bobřích jezírkách byl rozřezán na segmenty po 5 cm, popsán a na filtračních papírech usušen při pokojové teplotě. Z těchto segmentů byla odebrána makroskopická organická hmota. Zároveň byla z každého 5cm segmentu odebrána malá část vzorku do igelitových pytlíků, pro odeslání do laboratoře fyzické geografie na Ostravské univerzitě v Ostravě k dalším analýzám.



Obrázek č. 11 Jednotlivé segmenty vrtu schnoucí při pokojové teplotě na filtračním papíře.

5.2.2 Síťová granulometrie mokrou cestou

Síťová granulometrie je jednou z možných metod, díky které získáme podíl jednotlivých zrnitostních frakcí materiálu. Principem je prosévání materiálu spolu s vodou přes síta s různou velikostí ok tak, že síto s nejmenšími oky je nejnižší a postupně směrem

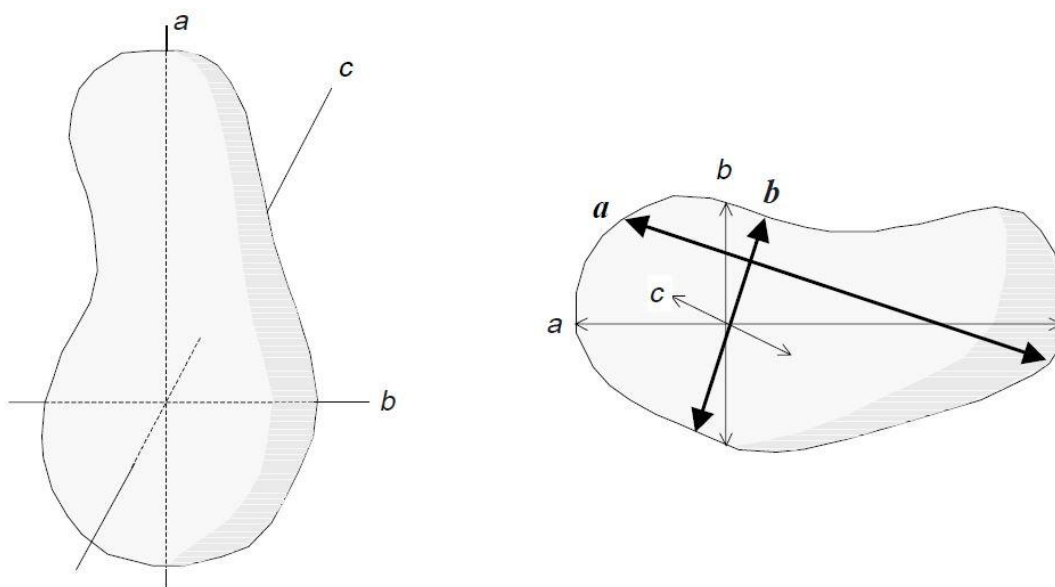
nahoru se umísťujú sítá s väčšími oky. Částice, ktoré jsou menší než je rozměr ok sítá propadnou do sítá s menším průměrem ok, tedy do sítá položeného níže a vytvoří tak podsítnou frakci. Zrna, která setrvají na sítě, se nazývají nadsítnou frakcí (Dolníček a Sulovský, 2013). Pro potřeby této bakalářské práce byla použita sítá o velikosti ok 10 000 μm , 5000 μm , 630 μm , 200 μm a 63 μm . Před samotným síťováním jsou jednotlivá prázdna a čistá sítá zvážena. Po zvážení jednotlivých sít a také materiálu, se sítá umístí na střešací přístroj Retsch AS 200 basic. Nejvýše položené sító je zakryto víkem, které zabrání rozprášení materiálu, upevní sítá k třepací podložce a díky vstřikovací hadici, která je jeho součástí, může do sít po celou dobu třepání proudit regulovatelné množství vody. Síťování za mokra bylo zvoleno z důvodu vysokého podílu nejjemnějších frakcí (prachu a jílu), které se slepují do větších shluků, a ty pak působí jako mnohem hrubozrnnější materiál, než je tomu ve skutečnosti. Nevýhodou síťování mokrou cestou je časová náročnost z důvodu sušení vzorků před i po síťování. (Dolníček a Sulovský, 2013). Vzorek byl prosíván 6 min s amplitudou výkyvu 2 mm a hned poté 1 min bez vody. Po vysušení v univerzální sušičce značky Memmert, jsou sítá protřepána ještě jednu minutu s amplitudou výkyvu 1 mm a následně mohou být zvážena. Po odečtení hmotnosti prázdnych sít získáme hmotnost každé frakce.



Obrázekč. 12: Třepačka Retsch AS 200 basic s vyznačením velikosti ok jednotlivých sít.

5.2.3 Měření valounů

V případě, že se v místě odběrného bodu nacházely valouny výrazně větší než ostatní materiál, které by nebyly vhodné k síťování, byly tyto balvany přeměřeny ve 3 osách podle metodiky popsané v Abt a Bunte (2001).



Obrázek č.13: Měření balvanů ve třech osách, převzato a upraveno z Abt a Bunte (2001).

5.2.4 Ztráta hmotnosti žiháním

Laboratorní metoda ztráta hmotnosti žiháním byla prováděna v laboratorních prostorech Ostravské univerzity v Ostravě. Ztráta hmotnosti žiháním, neboli LOI (loss on ignition), je metoda využívaná k odhadu obsahu organické hmoty v sedimentech (Heiri et al., 2006). Jedná se o metodu, která využívá vysoké teploty, při které se mění chemické složení vzorku tak, že při teplotě přibližně 550°C se nejen spálí organický materiál obsažený ve vzorku, ale dochází i k dalším změnám v chemickém složení (Dean, 1974). Z tohoto důvodu žiháním dostáváme pouze odhad poměru OM. Tato metoda je široce využívána pro sedimentologické a pedologické analýzy. Její výhodou je nenáročnost na vybavení a znalosti laboranta (Santibean a kol., 2004). Materiál byl nejprve usušen při pokojové teplotě a poté byly z každého 5 cm segmentu odebrány přibližně 4 g materiálu,

kteře byly dále podrobeny žíhání v laboratořích v Ostravě. Žíhání při 550°C bylo prováděno opakovaně, dokud se hmotnost vzorku nezměnila o více než 0,01 g. Po odečtení hmotnosti původního materiálu a hmotnosti materiálu po žíhání byl stanoven procentuální obsah organické hmoty, dále OM, ve vzorku.

5.2.5 Vyhodnocení a vizualizace výsledků

Vyhodnocení probíhalo pomocí programu StraterGolden Software, Gradistat a ArcGIS. V programu Gradistat probíhá výpočet střední velikosti zrna, dále jen D_{50} , což je statistická metoda. Při zjištění této hodnoty platí, že 50% hodnot je menších nebo rovných a nejméně 50% hodnot je větších nebo rovných této hodnotě. Tato hodnota není ovlivněna extrémními hodnotami, které se mohou ve vzorku vyskytovat a mohly by být v určitých případech zavádějící. Díky programu Strater je možné výsledky interpretovat v přehledných grafech, které umožňují vizualizaci procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí a jejich průběh směrem k bázi v celé mocnosti vrtného jádra. V práci byly stanoveny 3 kategorie: štěrky (> 2000 μm), písek (63-2000 μm) a prach a jíl (>63 μm) dle Udde (1914) a Wentworth (1922). Tato škála je využívána programem Gradistat, ve kterém jsou analýzy prováděny a souhlasí s normou ČSN EN ISO 14688-2. Prach a jíl byl spojen do jedné kategorie z důvodu nemožnosti jejich oddělení dostupnými metodami (viz. kapitola Sítová granulometrie mokrou cestou). Popis jednotlivých facií, v případě víceslovných pojmenování, byl zvolen s následujícím pravidlem: převládající frakce je v názvu na prvním místě. Např.: štěrky s příměsí prachu a jílu – zde předpokládáme, že procentuální zastoupení štěrku je vyšší než prachu a jílu. V případě prachu a jílu je v názvosloví požit prach na prvním místě. Vzhledem k nemožnosti oddělit tyto dvě frakce není možné určit jejich poměr, bylo však pevně stanoveno toto pravidlo z důvodu přehlednosti.

V případě jezírka č. 1 byla zvolena vizualizace získaných dat v prostředí ArcGIS, jelikož odběrné body byly rozloženy plošně. Po zanesení hodnot naměřených v odběrných bodech byly pomocí interpolace dopočteny hodnoty do celé plochy jezírka č. 1. Vzhledem k lineárnímu rozložení odběrných bodů u jezírka č. 2 bylo využito vyhodnocení v programu StraterGolden Software a byl tak získán průřezový pohled celým jezírkem.

6 Výsledky

Ze dvou bobřích jezírek (viz obrázek č. 9) byl odebrán materiál z různé hloubky o různé hmotnosti, který byl dále podroben analýzám. Ze dvou jezírek nad dvěma hrázemi bylo odebráno 28 vzorků z 15 odběrných bodů. Výsledky jsou rozděleny do dvou částí. V první části jsou popsány výsledky jezírka č.1 a ve druhé části jsou popsány výsledky jezírka č. 2. Tyto výsledky jsou dále shrnuty v samostatné kapitole.

Hráz jezírka č. 1				
Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška (m n. m.)	Délka (m)	Výška (m)
49°42'39.55"S	12°33'35.14"V	549	3.7	1.3
Hráz jezírka č. 2				
Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška (m n. m.)	Délka (m)	Výška (m)
49°42'39.12"S	49°42'39.12"S	548	3.4	1.2

Tabulka č. 2: Geografické charakteristiky hrází zkoumaných jezírek

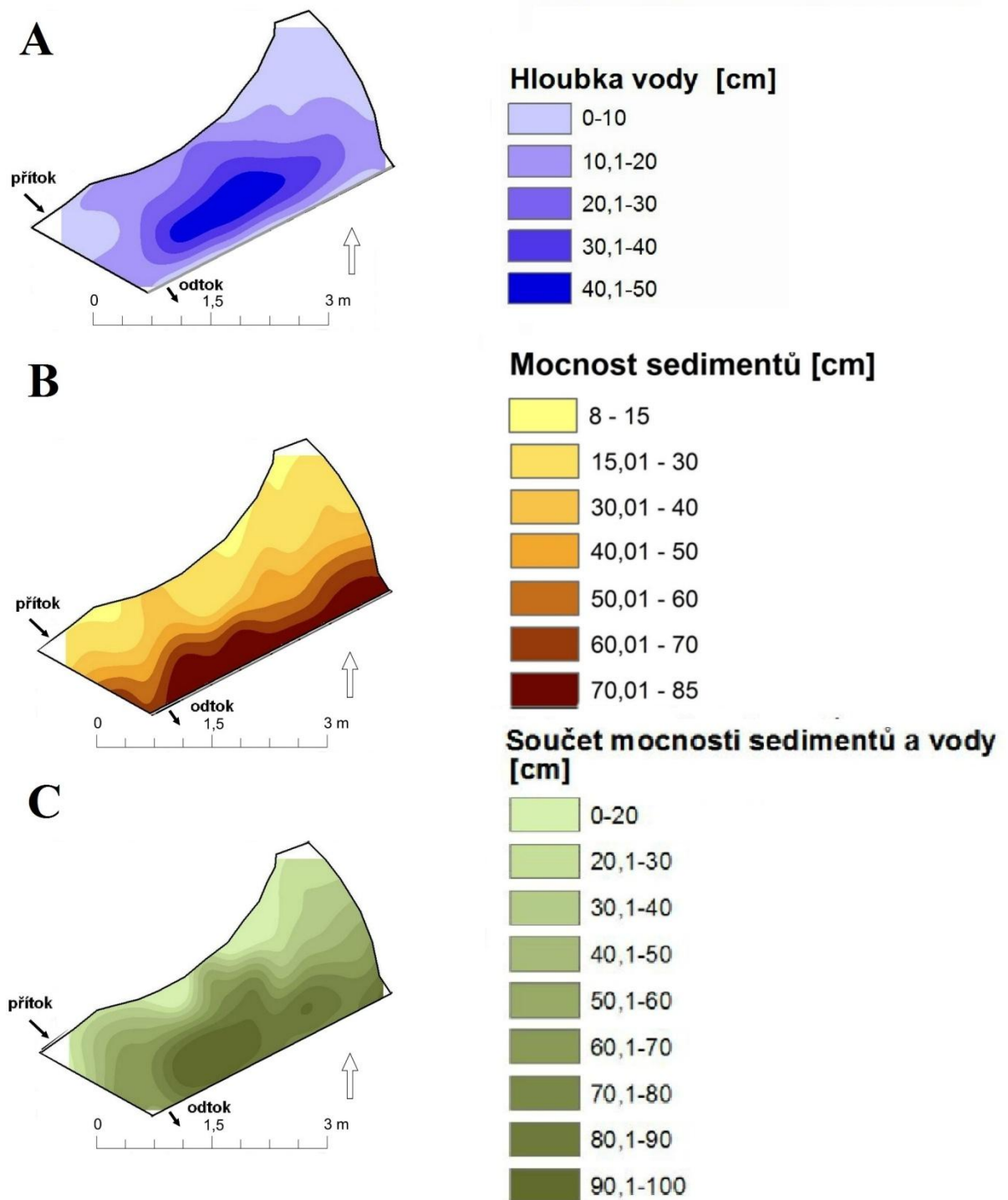
6.1 Jezírko č.1

Jezírko č. 1 s nadmořskou výškou 649 m n. m je položené výše než jezírko č. 2. Jeho rozloha činí 19,35 m². Bylo zde odebráno 15 vzorků z osmi míst různě vzdálených od hráze. Hráz je dlouhá 3,7 m a vysoká 1,3 m. Na pravé straně po směru toku se nachází odtok, jehož průtok se po dobu výzkumu mění. Lokace přítoku a odtoku je patrné z obrázku č. 14. Celé dno jezírka č. 1 bylo v době výzkumu pokryto písčítým materiálem a nerovnoměrnou vrstvou bioty.



Obrázek č. 14: Fotografie jezírka č. 1 a hráze jezírka č. 1 s vyznačením odtoku, přítoku a bobří skluzavky.

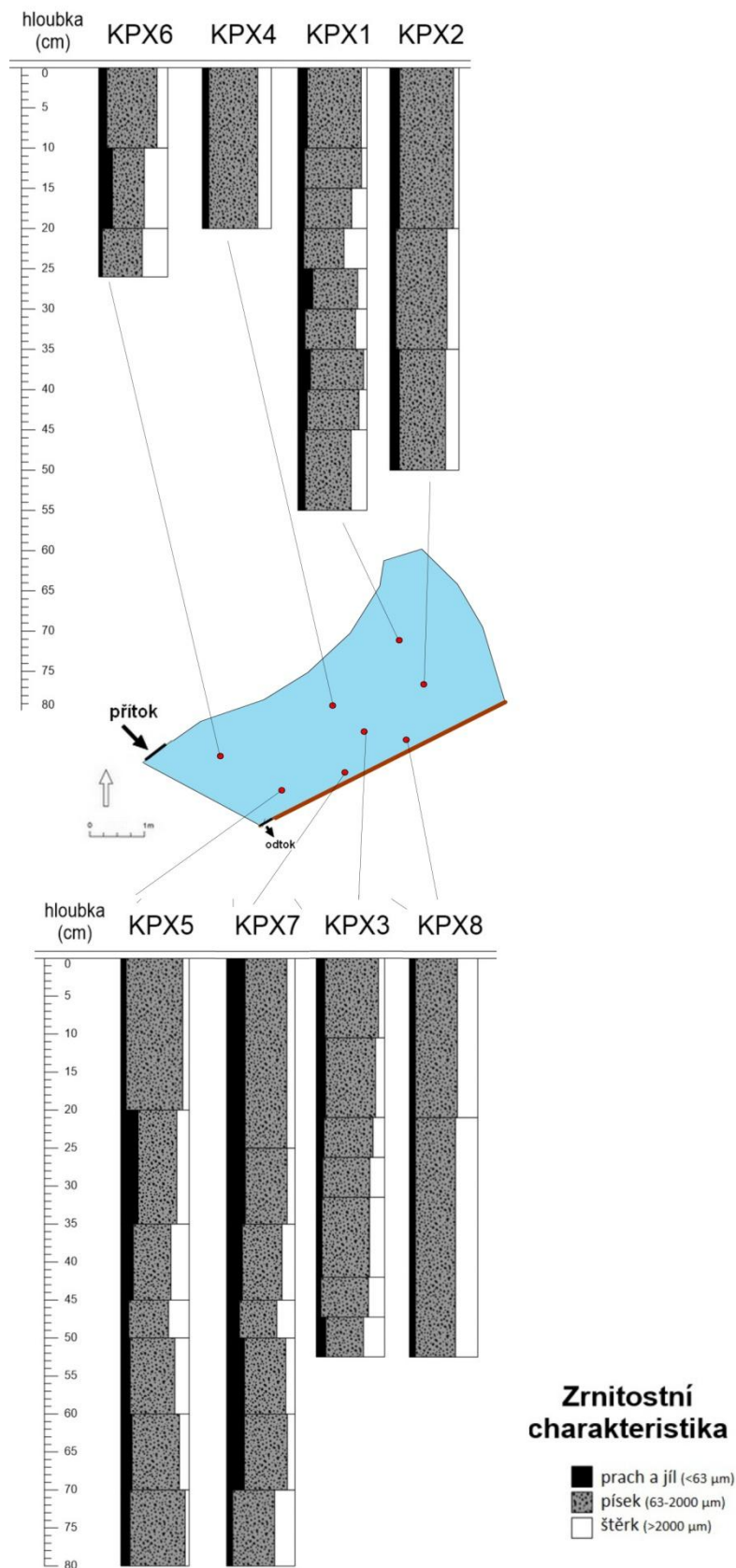
6.1.1 Mocnost sedimentů



Obrázek č. 15: Rozložení A) hloubek vody B) mocnosti sedimentů C) součtu mocností sedimentů a vody v jezírku č. 1.

Rozložení sedimentů v bobřím jezírku č. 1 je nerovnoměrné. Největší mocnost sedimentů se nachází v bezprostřední blízkosti hráze, kde hloubka sedimentů dosahuje hodnot mezi 70 a 80 cm. Naopak nejdále od hráze je mocnost velmi malá. Hodnoty mocnosti sedimentů v místech nejdále od hráze se pohybují maximálně do 30 cm. Naopak voda dosahuje největších hodnot poblíž středu jezírka a nejmenších hodnot u hráze a u břehů.

6.1.2 Výsledky zrnitostní analýzy



Obrázek č.16: Procentuální zastoupení zrnitostních frakcí s vyznačením odběrného bodu v jezírku č. 1.

Odběrný bod	Hloubka vody v místě odběru (cm)	Vzdálenost směrem od hráze (cm)	Celková hmotnost suchého materiálu (g)
KPX1	13	300	1110
KPX2	30	150	484
KPX3	57	150	1045
KPX4	45	250	318.75
KPX5	16	50	1004.5
KPX6	24	300	328.9
KPX7	13	10	907.9
KPX8	9	10	296.7

Tabulka č. 3: Výčet odběrných bodů jezírka č. 1 s jejich stěžejními charakteristikami.

Odběrný bod KPX1

Hloubka odebr. materiálu ode dna jezírka	0-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	20-25 cm	25-30 cm	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-55 cm
Hmotnost (g)	118,10	99,00	131,75	131,55	131,55	126,90	131,05	108,25	132,25
Podíl štěrku (%)	22,83	11,64	4,85	16,47	13,19	33,18	22,01	7,67	8,13
Podíl písku (%)	66,81	74,86	76,88	73,10	65,12	58,24	68,07	82,41	78,27
Podíl prachu a jílu (%)	10,35	13,50	18,27	10,43	21,69	8,59	9,91	9,93	13,60
D(50) (μm)	441,3	313,6	406,5	450,1	450,1	1015,7	578,7	453,9	573,4

Tabulka č 4: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX1 v různých vzdálenostech od báze.

Součástí prvních 10 cm jádra KPX1 byla makroskopická biota v podobě jehlic pravděpodobně borovice lesní. Poměr zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí jádra KPX1 v celé mocnosti kolísá. Největší podíl štěrku a také největší střední hodnota velikosti klastů byla zaznamenána v hloubce mezi 20 a 25 cm, tedy přibližně v polovině odebraného jádra, kterou tvoří velmi špatně vytríděný písek s příměsí prachu a jílu. Všechny ostatní polohy jsou tvořeny špatně vytríděným štěrko-pískem. Objem všech vrstev vzorku KPX1 je tvořen více než 50 % pískem. Největší rozkolísanost byla zaznamenána u podílu štěrku, jehož podíl se v jednotlivých segmentech vrtu pohybuje v rozmezí 4,8% až 33,2%, bez

znatelného klesajícího nebo stoupajícího trendu. Hodnota prachu a jílu se v celé mocnosti výrazně nemění. Jediný výkyv je zaznamenán v hloubce 25-30 cm.

Odběrný bod KPX2

Hloubka odebraného materiálu ode dna jezírka	0-20 cm	20-35 cm	35-50 cm
Hmotnost (g)	241,70	106,50	135,80
Podíl štěrku (%)	7,84	17,23	19,29
Podíl písku (%)	77,92	73,86	67,13
Podíl prachu a jílu (%)	14,24	8,91	13,58
$D_{(50)}$ (μm)	387,0	582,3	684,9

Tabulka č.5: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX2 v různých vzdálenostech od báze.

Jádro označené KPX2 mělo o více jak polovinu menší hmotnost než jádro KPX1. Pro dosažení požadované hmotnosti pro sedimentologické analýzy byl vzorek rozdělen pouze na 3 úseky. Obsah štěrku nabývá vzrůstajícího trendu spolu se střední hodnotou velikosti klastu a obsah písku naopak klesá. S narůstajícím podílem štěrku směrem k bázi roste také střední velikost klastu, jejíž hodnota se u dna téměř zdvojnásobí v porovnání se segmentem z hloubky 0-20 cm.

Odběrný bod KPX3

Hloubka odebraného materiálu	0-10 cm	10-20 cm	20-25 cm	25-30 cm	30-40 cm	40-45 cm	45-50 cm
Hmotnost (g)	107.65	107.30	177.75	115.25	115.50	168.8	137.45
Podíl štěrku (%)	8.87	13.19	16.89	21.39	21.86	23.55	30.81
Podíl písku (%)	78.37	72.94	71.62	68.82	69.75	69.59	55.01
Podíl prachu a jílu (%)	12.76	13.87	11.50	9.80	8.39	6.87	14.17
$D_{(50)}$ (μm)	379.0	407.0	684.3	773.5	720.0	738.9	867.0

Tabulka č.6: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX3 v různých vzdálenostech od báze.

Vrt KPX3 je v celé mocnosti tvořen špatně vytríděným štěrkopískem. Střední velikost klastů s hloubkou roste stejně jako podíl štěrku. Podíl písku i prachu a jílu s hloubkou klesá až do polohy 45cm. V posledním segmentu jádra KPX3 (v hloubce 45-50

cm) má podíl písku v porovnání s ostatními segmenty nejmenší zastoupení. I přes to v celé mocnosti vrtu jeho podíl neklesne pod 50 %.

Odběrný bod KPX4

Hloubka odebraného materiálu	0-20 cm
Hmotnost (g)	318,75
Podíl štěrku	19,49
Podíl písku	70,94
Podíl prachu a jílu	9,57
D₍₅₀₎ (μm)	664,4

Tabulka č. 7: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX4 v různých vzdálenostech od báze.

Vzorek KPX4 se podařilo odebrat pouze do 20 cm. V hlubších polohách se nacházelo podloží. Jedná se o špatně vytríděný štěrkopísčité materiál, u kterého lze opět pozorovat převládající podíl písku 70,94 %. U tohoto vzorku není možné sledovat průběh zrnitosti v hloubce, jelikož se při odběru nepodařila zachovat jeho stratifikace. Stratifikace byla narušena zejména vodou, která zaplnila prázdnou dutinu vzorkovače a po vyjmutí z jezírka tato voda vytekla spolu s určitým množstvím materiálu.

Odběrný bod KPX5

Hloubka odebraného materiálu	0-20 cm	20-35 cm	35-45 cm	45-50 cm	50-60 cm	60-70 cm	70-80 cm
Hmotnost (g)	150,70	137,75	166,80	107,25	147,10	128,65	166,25
Podíl štěrku (%)	9,39	17,85	26,53	30,16	20,97	14,22	5,80
Podíl písku (%)	82,66	56,74	54,94	58,10	65,28	69,24	80,65
Podíl prachu a jílu (%)	7,95	25,41	18,53	11,73	13,75	16,54	13,55
D₍₅₀₎ (μm)	537,4	334,0	538,2	879,1	573,9	446,2	389,6

Tabulka č. 8: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX5 v různých vzdálenostech od báze.

U odebraného jádra KPX5 můžeme pozorovat velkou rozkolísanost poměru jednotlivých frakcí bez pravidelného trendu v celé mocnosti podobně jako u jádra KPX1. Analogie se vzorkem KPX1 spočívá také v největším zastoupení štěrku zhruba v polovině

vrtnu. V prvním a posledním segmentu jádra KPX5 dominuje podíl písku, který dosahuje hodnot přes 80%. V ostatních polohách je jeho podíl mezi 56-70 %.

Odběrný bod KPX6

Hloubka odebraného materiálu	0-10 cm	10-20 cm	20-26 cm
Hmotnost (g)	88,60	128,50	111,80
Podíl štěrku (%)	15,46	33,89	36,90
Podíl písku (%)	72,75	45,97	57,88
Podíl prachu a jílu (%)	11,78	20,14	5,23
$D_{(50)}$ (μm)	545,4	1052,5	1149,3

Tabulka č.9: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtnu KPX6 v různých vzdálenostech od báze.

První 10cm segment jádra KPX6 tvoří štěrk s příměsí písku, v hloubce 10-20 cm je segment tvořen štěrskem s příměsí prachu a jílu a segment v hloubce 20-26 cm štěrkopískem. Ode dna směrem k bázi roste podíl štěrku a střední velikost zrna, která se v posledním segmentu dostává na více jak dvojnásobnou hodnotu stejně jako podíl štěrku.

Odběrný bod KPX7

Hloubka odebraného materiálu	0-25 cm	25-35 cm	35-45 cm	45-50 cm	50-60 cm	60-70 cm	70-80 cm
Hmotnost (g)	109,15	154,80	178,60	122,00	117,40	121,00	104,95
Podíl štěrku	11,85	11,30	5,68	8,28	14,10	10,95	29,69
Podíl písku	61,03	61,07	67,21	68,01	59,86	63,08	61,31
Podíl prachu a jílu	27,12	27,62	27,10	23,71	26,04	25,97	9,00
$D_{(50)}$ (μm)	256,7	271,2	271,0	203,5	289,1	324,2	899,2

Tabulka č. 10: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtnu KPX7 v různých vzdálenostech od báze.

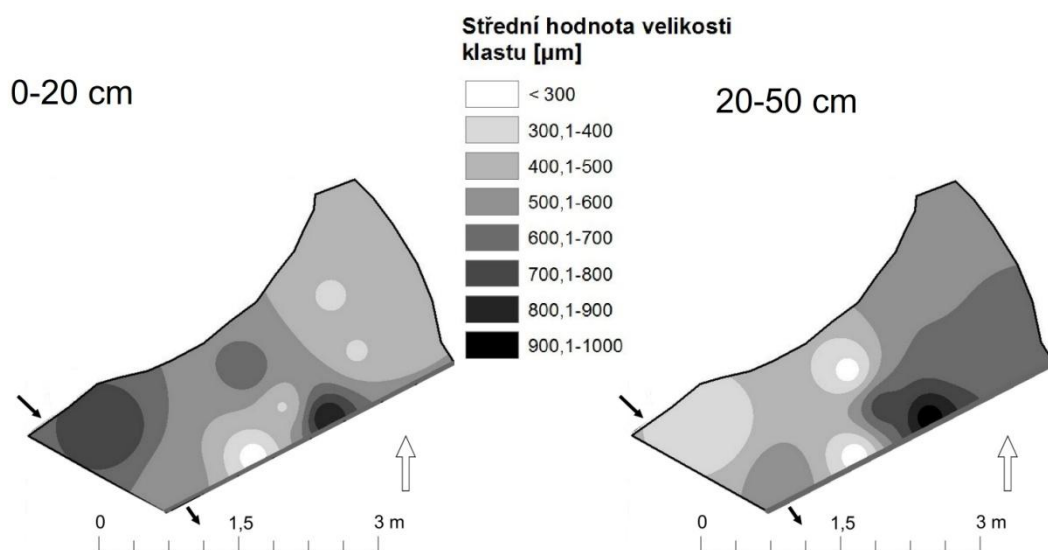
Ve vzorku KPX7 opět pozorujeme nárůst velikosti klastu spolu s narůstající hloubkou. Materiál se podařilo odebrat z hloubky 0-80 cm. Součástí materiálu do 15 cm byla makroskopická organická hmota v podobě větviček, listů i jehlic. S hloubkou obsah makroskopické bioty klesal a v nejhlubších segmentech již nebyla žádná biota na pohled patrná.

Odběrný bod KPX8

Hloubka odebraného materiálu	0-20 cm	20-50 cm
Hmotnost (g)	145,50	151,20
Podíl štěrku	29,69	32,54
Podíl písku	61,31	58,57
Podíl prachu a jílu	9,00	8,89
$D_{(50)}$ (μm)	899,2	953,2

Tabulka č. 11: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX8 v různých vzdálenostech od báze

Vzorek KPX8 byl kvůli malé hmotnosti rozdělen pouze na dvě části. Velký podíl obou částí vzorku tvořila opět makroskopická organická hmota v podobě jehlic, větviček a listů. Podíl jednotlivých frakcí se výrazně nemění, vrt je tvořen špatně vytríděným štěrkopískem.

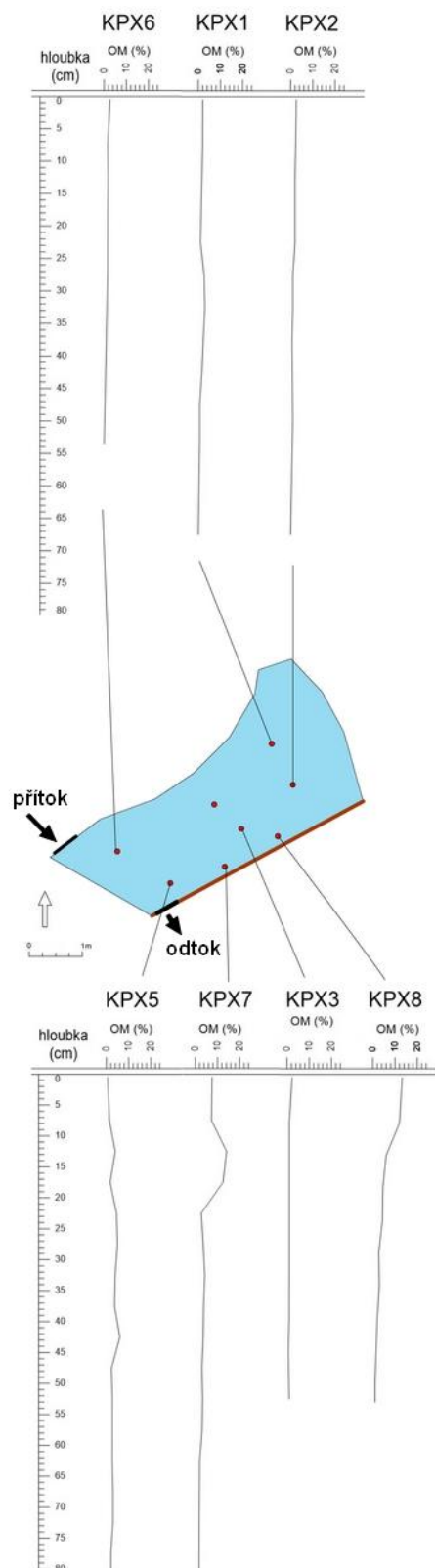


Obrázek č.17: Rozložení hodnoty D_{50} v jezírku č. 1 v mocnosti 0-20 a 20-55 cm.

Na obrázku č. 17 pozorujeme změnu střední hodnoty velikosti klastu s hloubkou. Tato hodnota se s hloubkou zvětšuje blíže u hráze a zmenšuje dále od hráze. Největší hodnotu D_{50} lze pozorovat v blízkosti hráze téměř v jejím středu a to v obou polohách (0-20

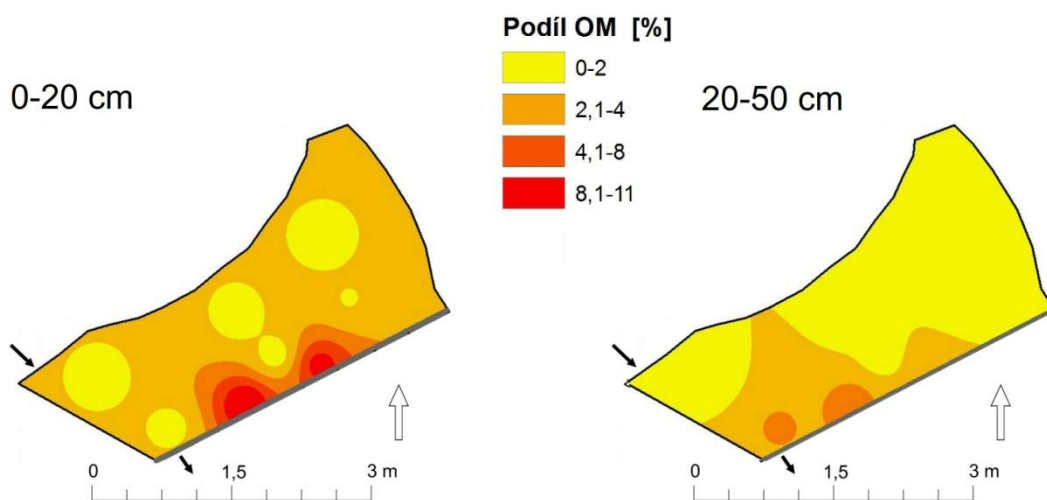
a 20-50 cm). Do hloubky nad 50 cm byly pořízeny pouze dva vrty v celém jezírku a z toho důvodu by jejich vizualizace postrádala smysl.

6.1.3 Výsledky objemu organického uhlíku



Obrázekč.18: Průběh obsahu organické hmoty odebraných jader s vyznačením polohy odběrů jezírku č. 1 se záměrnou absencí vrtu KPX4.

Díky využití metody zjišťování ztráty hmotnosti žháním bylo možné nepřímo odhadnout podíl organického materiálu v jednotlivých vzorcích. Tento podíl byl vyjádřen v %. Podíl organické hmoty v odběrných bodech jezírka č. 1 se pohyboval mezi 0,25 až 13,2 %. Absence grafického znázornění vrtu KPX4 je záměrná. U tohoto vrtu nebyla zachována jeho stratifikace, tudíž byla zjištěna právě jedna hodnota podílu organického materiálu bez průběhu změny podílu s hloubkou, a její grafické znázornění by postrádalo smysl. Podíl organické hmoty vrtu KPX4 je 1,3 %. U jader KPX6, KPX2, KPX7, KPX8 a KPX3 podíl organické hmoty klesá směrem k bázi. Odběrný bod KPX5 má v průběhu vrtu podíl organického materiálu nerovnoměrně rozložený. Zatímco nejdále od báze, přesně v hloubce mezi 0-5 cm ode dna, je podíl organické hmoty 0,65 %, v poloze 40-45 cm je tento podíl 6,06 %, avšak dále poměr organické hmoty klesá směrem k bázi vrtu. U tohoto vrtu nelze pozorovat žádný jasný stoupající či klesající trend. Ve vzorku KPX7 a KPX8, které jsou nejbližší hrázi, byl podíl organického materiálu nejvyšší, dosahoval hodnoty přes 10%. Ve vzorku KPX8, který byl odebrán bezprostředně u hráze, je podíl organického materiálu nejvyšší ze všech odebraných jader jezírka č.1.



Obrázek č.19: Podíl organického materiálu v sedimentární výplni jezírka č.1 v hloubkách 0-20 a 20-50 cm.

Z vizualizace je patrné, že nejvíce organické hmoty obsahují vrty pořízené v blízkosti hrází a to v celé zobrazené mocnosti 0-50 cm. Dále si můžeme povšimnout, že s hloubkou podíl organického uhlíku klesá.

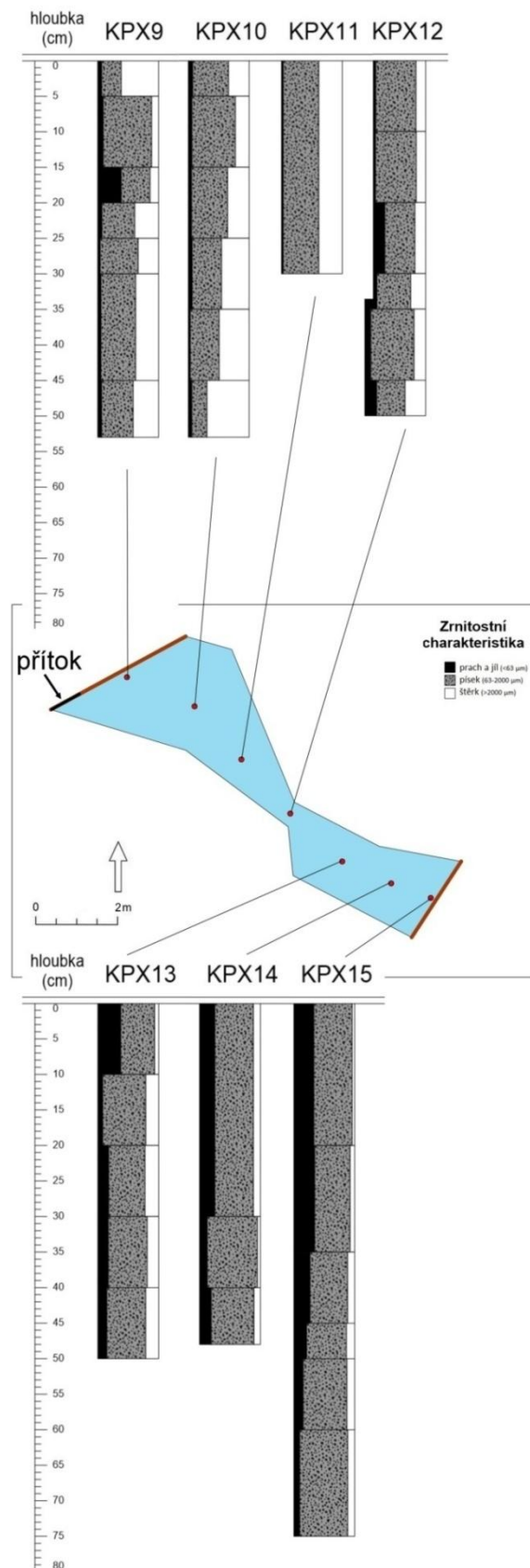
6.2 Jezírko č.2

Jezírko č.2 leží přímo hrází jezírka č. 1, na kterou navazuje. Jezírko č. 2 má oproti jezírku č. 1 podlouhlý potoční charakter, tzn. je úzké a dlouhé. Jeho délka mezi dvěma hrázemi je 18 m. Šířka se pohybuje mezi 1,2 až 3,3 metry. Odběry byly realizovány po celé délce jezírka v intervalu 3 m. Celkem zde bylo odebráno 13 jader z 8 míst.

Odběrný bod	Hloubka vody v místě odběru (cm)	Vzdálenost od hráze jezírka č.1 (cm)	Vzdálenost od hráze jezírka č.2 (cm)	Celková hmotnost (g)
KPX9	10	0	1800	1020,10
KPX10	18	3000	1500	691,90
KPX11	30	6000	1200	134,85
KPX12	38	9000	9000	691,90
KPX13	38	1200	5000	726,75
KPX14	45	1500	3000	624,10
KPX15	10	1800	0	734,95

Tabulka č. 12: Výčet odběrných bodů jezírka č. 1 s jejich stěžejními charakteristikami.

6.2.1 Výsledky zrnitostní analýzy



Obrázek č. 20: Procentuální zastoupení zrnitostních frakcí s vyznačením odběrného bodu v jezírku č. 2

Odběrný bod KPX9

Hloubka odebraného materiálu	0-5 cm	5-15 cm	15-20 cm	20-25 cm	25-30 cm	30-45 cm	45-53 cm
Hmotnost (g)	132,95	177,20	117,80	141,30	127,45	211,70	111,75
Podíl štěrku	61,15	11,10	13,85	39,12	33,42	37,55	41,48
Podíl písku	32,24	79,77	47,35	53,91	62,54	57,00	52,00
Podíl prachu a jílu	6,61	9,13	38,79	6,97	4,04	5,45	6,53
D ₍₅₀₎ (μm)	8319,0	534,0	262,3	1206,8	1035,1	1110,7	1339,5

Tabulka č.13: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX9 v různých vzdálenostech od báze

Valoun č. 1		Valoun č. 2		Valoun č. 3	
osa	cm	osa	cm	osa	cm
a	6	a	5	a	4
b	6	b	3	b	2
b	2	c	2	c	1

Tabulka č. 14: Rozměry valounů z odběrného bodu KPX9

Vzorek KPX9 byl odebírán bezprostředně pod hrází jezírka č.1. V místě odběru se na dně jezírka nacházely 3valouny, které byly přeměřeny ve třech osách (viz. kapitola Měření valounů). Prvních 5 cm vzorku KPX9 je tvořeno více než z půlky štěrkovým materiálem. Celá tato poloha je složena z velmi špatně vytríděného štěrkopísku. Zbylé segmenty vrtu, tedy od 5 cm do 53 cm, jsou tvořeny z více jak poloviny písčnou frakcí. U těchto segmentů pozorujeme narůstající trend velikosti klastů, který roste spolu s podílem štěrku. Ani poslední poloha 45-53 cm však nedosahuje tak vysokého podílu štěrku a střední velikosti zrn jako poloha nejbližší ke dnu v hloubce 0-5 cm.

Odběrný bod KPX10

Hloubka odebraného materiálu	0-5 cm	5-15 cm	15-25 cm	25-35 cm	35-45 cm	45-53 cm
Hmotnost (g)	109,45	130,35	102,30	115,65	127,45	106,70
Podíl štěrku (%)	33,85	22,52	35,39	45,31	49,20	69,26
Podíl písku (%)	59,08	71,48	59,10	48,39	47,75	24,94
Podíl prachu a jílu (%)	7,07	5,99	5,51	6,30	3,05	5,80
D ₍₅₀₎ (μm)	433,1	416,5	1162,9	1608,3	1932,2	9020,6

Tabulka č. 15: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX10 v různých vzdálenostech od báze

S výjimkou 2. segmentu, ve vrtu KPX10 opět narůstá střední hodnota velikosti klastu a roste podíl štěrku. Podíl prachu a jílu je u tohoto vrtu velmi malý. Všechny segmenty vrtu jsou tvořeny špatně vytříděným štěrkopískem. Podíl písku, opět až na výjimku 2. segmentu v poloze mezi 5-15 cm, klesá. U báze, v části 45-53 cm, tvoří písek pouhých 69,26 % a střední velikost klastu zde dosahuje hodnoty 9020,6 μm.

Odběrný bod KPX11

Hloubka odebraného materiálu	0-30 cm
Hmotnost (g)	134,85
Podíl štěrku	38,67
Podíl písku	58,51
Podíl prachu a jílu	2,82
D ₍₅₀₎ (μm)	1257,9

Tabulka č.16: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX11 v různých vzdálenostech od báze

Vzorek KPX11 je tvořen špatně vytříděným štěrkopískem. U tohoto jádra není zachována jeho stratifikace ze stejného důvodu jako u vzorku KPX4. Jedná se o špatně vytříděný štěrkopísek. Nadpoloviční většinu jádra tvoří písek. Naopak množství prachu a jílu je zanedbatelné.

Odběrný bod KPX12

Hloubka odebraného materiálu	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-35 cm	35-45 cm	45-50 cm
Hmotnost (g)	112,35	175,00	113,50	189,10	149,55	97,35
Podíl štěrku	15,89	15,26	17,49	24,46	18,99	33,69
Podíl písku	66,02	67,22	49,56	55,65	71,12	46,76
Podíl prachu a jílu	18,10	17,53	32,95	19,90	9,89	19,55
D ₍₅₀₎ (μm)	458,5	563,9	177,8	512,7	652,5	688,6

Tabulka č.17: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX12 v různých vzdálenostech od báze

Jádro KPX12 bylo odebráno v polovině délky jezírka č. 2. Tento vzorek je v celé své mocnosti tvořen velmi špatně vytríděným materiálem. Velký poměr prachu a jílu se nachází v segmentu 20-30 cm, tato frakce zde dosahuje hodnoty dokonce 32,95 cm. Celý vrt je velmi špatně vytríděn a je tvořen štěrkopískem.

Odběrný bod KPX13

Hloubka odebraného materiálu	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm
Hmotnost (g)	110,65	133,40	158,90	141,05	182,75
Podíl štěrku	6,48	20,95	22,34	18,65	21,23
Podíl písku	55,84	71,02	59,61	64,07	63,82
Podíl prachu a jílu	37,67	8,03	18,05	17,28	14,95
D ₍₅₀₎ (μm)	161,3	474,4	457,5	445,1	532,2

Tabulka č.18: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX13 v různých vzdálenostech od báze

Jádro KPX13 bylo velmi černé barvy a silně zapáchalo. První segment o mocnosti 10 cm obsahoval značné množství prachu a jílu, zanedbatelné množství štěrku a 55,84 % písku. Tento segment byl velmi mazlavý a blátivý. V další části vrtu 10-20 cm podíl prachu a jílu klesl až na 8,03 %.

Odběrný bod KPX14

Hloubka odebraného materiálu	0-30 cm	30-40 cm	40-48 cm
Hmotnost (g)	134,15	125,80	364,15
Podíl štěrku	11,41	4,77	10,49
Podíl písku	63,35	82,40	70,26
Podíl prachu a jílu	25,25	12,83	19,25
$D_{(50)}$ (μm)	258,4	452,9	367,0

Tabulka č. 19: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX14 v různých vzdálenostech od báze

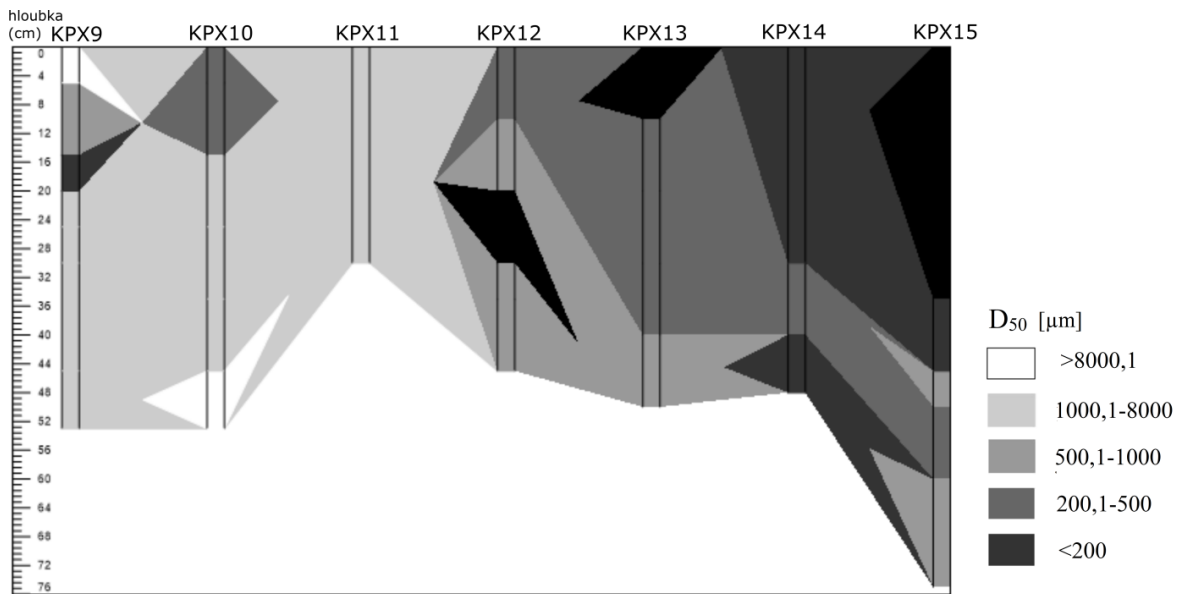
Celý vrt KPX14 značně zapáchal a byl velmi tmavý a mazlavý. Největší podíl vrtu tvořil písek. Podíl prachu a jílu měl v prvním segmentu do 30 cm poměrně značné zastoupení, které v další poloze kleslo, ale u báze bylo opět větší. V prostředním segmentu, kde byl prach a jíl zastoupen nejméně, byla i střední velikost klastu nejmenší.

Odběrný bod KPX15

Hloubka odebraného materiálu	0-20 cm	20-35 cm	35-45 cm	45-50 cm	50-60 cm	60-75 cm
Hmotnost (g)	110,75	136,45	133,15	124,15	118,35	112,10
Podíl štěrku	4,02	7,48	11,57	13,29	12,72	11,33
Podíl písku	63,01	58,22	61,68	65,76	71,94	79,05
Podíl prachu a jílu	32,97	34,30	26,75	20,95	15,34	9,63
$D_{(50)}$ (μm)	119,9	145,5	299,5	545,0	482,8	512,0

Tabulka č. 20: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX15 v různých vzdálenostech od báze

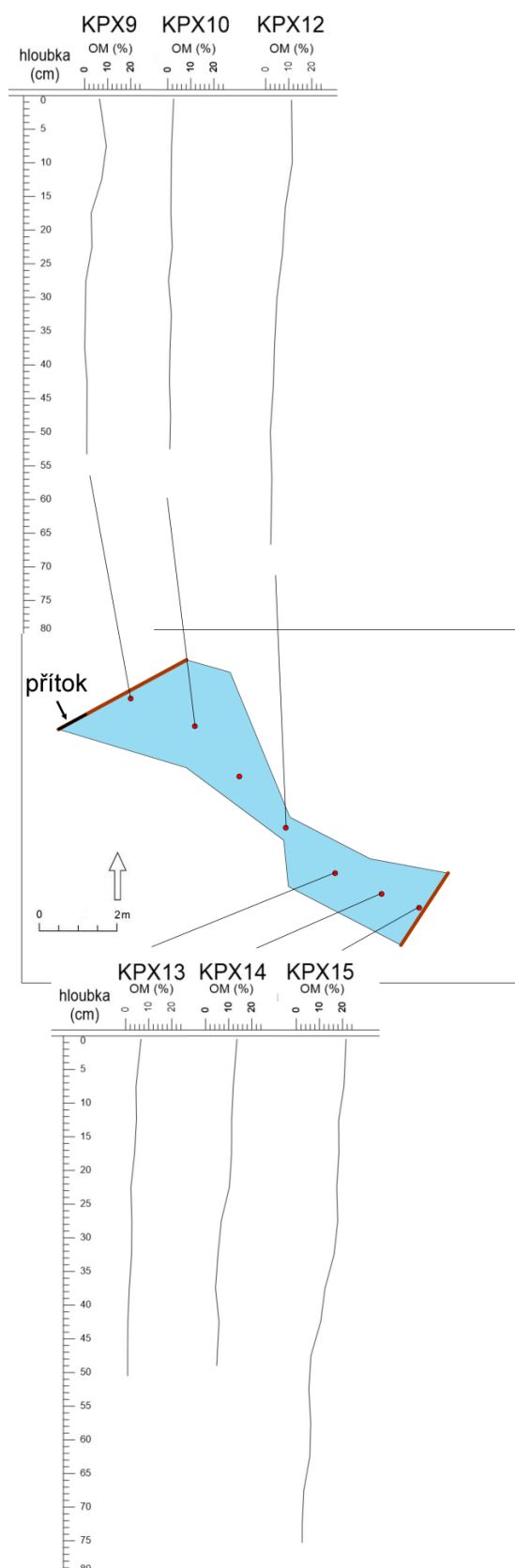
Vzorek KPX15 byl odebrán v bezprostřední blízkosti hráze jezírka č. 2. Tento vrt byl velmi tmavý, blátivý a zapáchající. Nacházelo se zde značné množství makroskopické bioty v podobě kusů tlejícího dřeva. Celý vrt byl špatně vytríděný a byl tvořen štěrkopískem. Podíl štěrku v první poloze byl však zanedbatelný. Velkou část segmentu od 0 do 35 cm zaujímá prach a jíl, tvoří přes 30 % frakce.



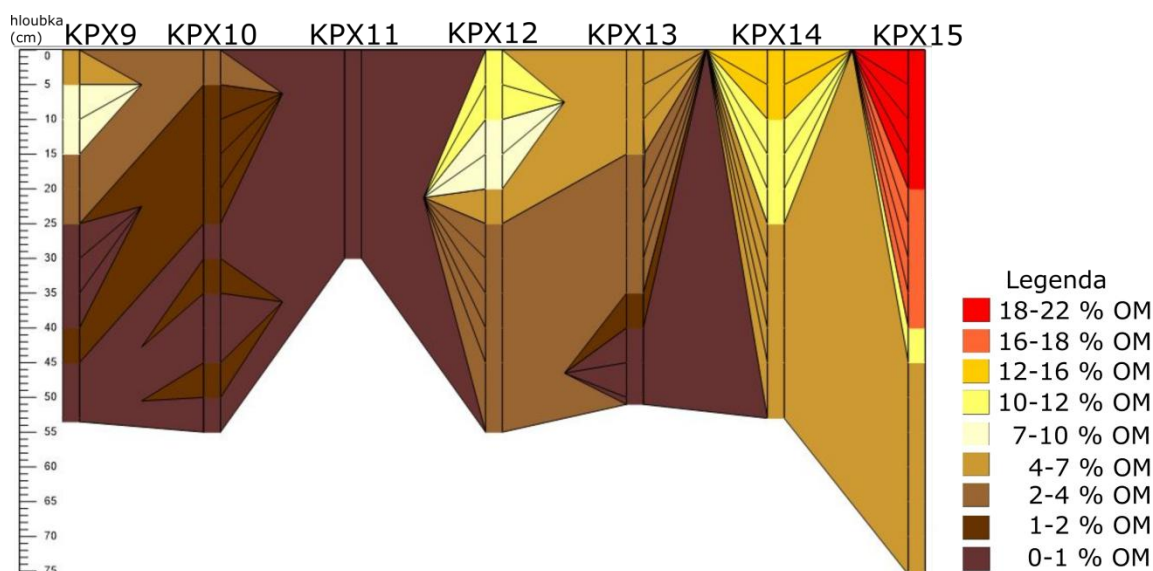
Obrázek č. 21: Průběh střední hodnoty velikosti klastu v hloubce a vzdáleností mezi hrázemi jezírka č.1 a č. 2

Největší hodnoty D_{50} se nachází pod hrází jezírka č. 1 v prvních 5 cm a 3 metry od hráze č. 1 hráze ve vzorku KPX10 u báze vrtu. Naopak nejnižší hodnoty byly zaznamenány nad hrází jezírka č. 2 téměř do poloviny vrtu, dále u vrtu KPX13 při dně jezírka a KPX12 uprostřed odebraného jádra. Hodnota u vrtu KPX11 byla také poměrně vysoká.

6.2.2 Výsledky objemu organického uhlíku jezírko č. 2

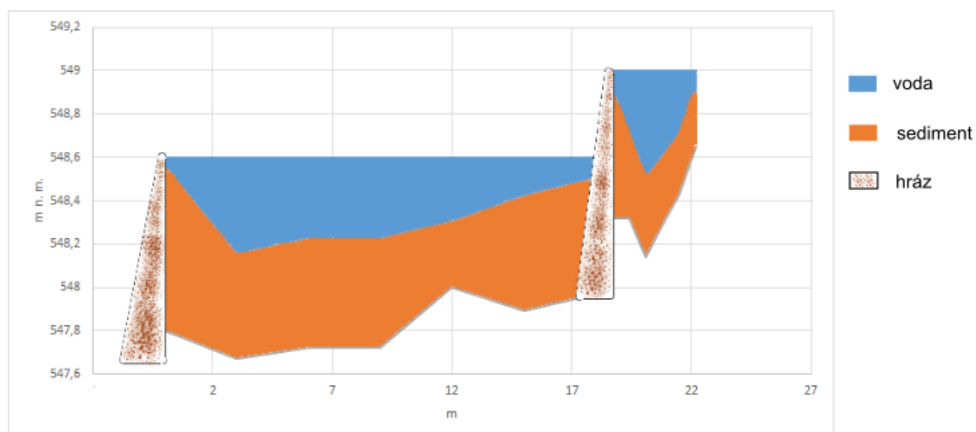


Obrázek č. 22: Průběh obsahu organické hmoty odebraných jader s vyznačením polohy odběru v jezírku č. 1 s absencí vrtu KPX11 ze stejného důvodu jako absence KPX4 u obr. č.:18.



Obrázek č 23: Rekonstrukce podílu organického materiálu mezi hrází jezírka č. 1 a hrází jezírka č. 2.

Lineárně za sebou jdoucí odběry v jezírku č. 2 dovolují vizualizaci pomocí obrázku č: 23, na kterém pozorujeme změnu podílu organické hmoty v různé vzdálenosti od hrází a v různé vzdálenosti od báze. Největší podíl organické hmoty se nacházel v bezprostřední vzdálenosti hráze jezírka č. 2 u vrtu KPX15. Jednalo se o největší procentuální zastoupení organického materiálu ze všech odebraných jader obou jezírek s hodnotou kolem 22%. Směrem k bázi se podíl organického materiálu jádra KPX15 snižoval, ale ani v hloubce 75 cm však neklesl pod 4 %. Naopak celkově nejnižší podíl organického materiálu v jezírku č.2 byl pozorován u výzkumného bodu KPX11, který se nacházel 6 m od hráze jezírka č. 1. Hodnota OM zde nedosahovala ani 1%. Více organického materiálu se nacházelo nad hrází jezírka č. 2 nežli pod hrází jezírka č. 1, jelikož v odběrném vrtu KPX9 nedosahoval podíl organického materiálu více než 10%, u báze dokonce ani 1%. Pouze v polohách vzdálenějších od báze byl podíl organického materiálu vyšší. Velmi nízký podíl organického materiálu se vyskytoval mezi odběrnými body KPX9 a KPX11, tedy cca do 6 m od hráze jezírka č.1. Od výzkumného bodu KPX12, který se nacházel v polovině délky jezírka č. 2, se podíl organického materiálu zvyšoval, zejména v polohách vzdálenějších od báze vrtu. Prvních 10 cm obsahovalo podíl organického materiálu mezi 10-12 %. O 3 m dále, tedy u vrtného jádra KPX13, byl podíl organického materiálu opět nižší, ale také byl pozorován poměrně pravidelný trend klesajícího podílu organického materiálu směrem k bázi. U vrtů KPX14 a KPX15 neklesl podíl organického materiálu pod 4% ani u báze, která se nachází v 75 cm ode dna jezírka.



Obrázek č. 24: Podélný profil toku s hloubkou vody a zadrženými sedimenty

Z obrázku č. 24 je zřejmé, že nejvíce sedimentů je zadržováno přímo nad hrází. Zároveň je v tomto místě nejmělkčí voda.

7 Diskuze výsledků

Tato bakalářská práce je po Plecháčově (2015) bakalářské práci druhou prací zabývající se charakterem sedimentů bobřích jezírek v oblasti Kateřinského potoka. Plecháč (2015), který své výzkumy prováděl na sousedním přítoku Kateřinského potoka, ve svém výzkumu zjistil, že nejvíce sedimentů je zadržováno nad hrází, což jsem svým výzkumem také potvrdila. Při zkoumání podílu zrnitosti jednotlivých segmentů zjistil, že největší podíl tvoří písek, stejně jako tomu bylo u této práce. Skutečnost, že podíl šterku stoupá s hloubkou nelze považovat za pravidlo, je však poměrně častým jevem u výzkumných prací. Další výzkumy zabývající se touto tematikou byly vykonány v zahraničí, konkrétně v USA, Kanadě a v Polsku. Mnoho prací je zaměřeno na objem sedimentů a rychlost sedimentace v čase (Butler a Mallason 1995, Levine a Meier 2013, Plecháč, 2015.). Tato práce nesledovala změny sedimentace v čase, ale dokládá jasné důkazy tom, že bobří aktivita napomáhá k zadržování sedimentů v toku (viz obrázek č. 24). Toto tvrzení potvrzuje množství sedimentů, které se hromadí přímo nad hrázemi. Výzkum prováděný v Polsku v roce 2012 (Giriati et al, 2012) se zaměřil na charakter sedimentů podobnými metodami, jaké byly použity v této práci. V tomto výzkumu bylo zjištěno, že hráze zadržují převážně špatně vytríděný, středně hrubozrnný materiál, především písek. Tyto výsledky se shodují s výsledky této práce, ve které byl materiál v drtivé většině

tvoreň špatně vyříděným pískema veškeré segmenty všech jader obsahovaly špatně vyříděné frakce. Giriat et al (2016) dále uvedli, že hrubší sedimenty se nacházely ve středu jezírka. V rámci tohoto výzkumu bylo též zjištěno, že uprostřed jezírka se nacházely hrubší sedimenty, nejhrubší sedimenty se však nacházely pod hrází a nejdále od hráze. Botler a Malason (1995), kteří zkoumali sedimenty bobřích jezírek v Montaně, ve svém výzkumu přišli na to, že sedimenty postupně hrubnou směrem k hrázy. Tuto skutečnost není možné potvrdit na základě této výzkumné práce, jelikož zejména u jezírka č. 2 je tomu naopak. S tímto výzkumem je však možné souhlasit v tom, že hráze zadržují velké množství sedimentů. Bigler et al. (2013) ve svém výzkumu sedimentů taktéž v Montaně neprokázali žádné výrazné prostorové charakteristiky a trendy ve velikosti klastů se vzdáleností od hráze. Je však třeba počítat s faktem, že bobří jezírka jsou dynamickým prostředím a že se jednotlivé charakteristiky mění.

Ve všech vzorcích v této práci se vyskytoval malý podíl prachu a jílu. Lze předpokládat, že prach a jíl je díky své jemnozrnnosti propouštěn hrázemi lépe, než písek nebo šterk, tudíž může být odnášen dále po toku. Největší podíl prachu a jílu se nacházel u hráze jezírka č.2. Jelikož bobr staví své hráze také z bahna, je možné usuzovat, že prach a jíl je zde součástí stavebního materiálu. Trend zvyšování podílu organické hmoty s klesající vzdáleností od hráze je porušen přímo pod hrází jezírka č. 1, jelikož podíl organické hmoty je zde poměrně vysoký (viz obrázek č. 23). Tento bod je nejdále od hráze jezírka č. 2 a přímo pod hrází jezírka č. 1.. Větší podíl organického materiálu se nachází pouze nejdále od báze, tedy u dna jezírka. Je pravděpodobné, že organický materiál sem napadal z hráze jezírka č. 1.

Organická hmota nabývala nejvyšších hodnot u hrází. Podíl organiky byl patrný již při pracování se surovým materiálem, kdy sedimenty odebrané v bezprostřední blízkosti hráze velmi zapáchaly a byly nejtmaší ze všech odebraných vzorků.

8 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zjištění změny charakteru sedimentů bobřích jezírek ve vztahu ke vzdálenosti od hráze a od báze vrtu. V práci byla využita metodika terénního a laboratorního výzkumu a následně byla data vizualizována pomocí obrázků, grafů a tabulek. Z výsledků vyplynulo, že složení vrtů provedených ve zkoumané bylo tvořeno z většiny špatně vytríděným štěrkopískem. Dále bylo zjištěno, že častým trendem u obou jezírek je klesající podíl organického materiálu a stoupající velikost klastů směrem k bázi. Nejde však o pevné pravidlo, jelikož některé vrty byly charakteristické velkou rozkolísaností v podílu jednotlivých frakcí, např. vrt KPX1, a také v podílu organického materiálu např. vrt KPX5. Ve všech polohách směrem od hráze i směrem k bázi byly zadržovány všechny zkoumané typy frakcí- štěrk, písek, prach a jíl a jejich poměr se měnil se vzdáleností od hráze i směrem k bázi, čím byly potvrzeny stanovené hypotézy. Vrty realizované v bezprostřední blízkosti nad hrázi obsahovaly větší podíl organického materiálu než vrty vzdálené od hráze. V polohách blízkých hrázi byla taktéž největší mocnost sedimentů dosahujících hloubky až 80 cm. Převládající frakcí vrtů je písek, který ve většině segmentů a vrtech tvoří více než polovinu jader. Tato bakalářská práce je jednou z výzkumných prací na Západočeské univerzitě v Plzni, oddělení biologie, geověd a envigogiky, která se zabývá dopadem bobří aktivity na krajinu. I přes to, že nebyl výzkum zaměřen na změnu sedimentace v čase, může díky získaným datům a poznatkům posloužit jako podklad pro další výzkum.

9 Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá vlivem bobří aktivity na sedimenty v toku v povodí Kateřinského potoka. V terénu byly odebrány sedimenty ze dvou bobřích jezírek v různých vzdálenostech od hrází. Celkem byla odebrána sedimentární jádra z 15 výzkumných bodů. Laboratorními metodami byla sledována zrnitost a podíl organického uhlíku v sedimentární výplni. Na základě analýz byly potvrzeny předpoklady, že zrnitostní složení a podíl organického materiálu není v celé mocnosti sedimentárních jader konstantní a že se mění i se vzdáleností od hráze. Vyhodnocením podílu organického materiálu se ukázalo, že nejvíce organického materiálu se nachází v blízkosti hrází. Při sledování průběhu organické hmoty směrem k bázi bylo zjištěno, že až na výjimky podíl organického materiálu spolu s hloubkou klesá. Zrnitostními analýzami bylo zjištěno, že největší podíl sedimentů v bobřích jezírcích tvoří špatně vytríděný písek. Nejčastějším trendem bylo zvětšování střední velikosti klastu spolu s hloubkou. Dále bylo na základě terénního výzkumu zjištěno, že nad hrázemi je zadržována největší mocnost sedimentů, která směrem od hráze nerovnoměrně klesá. Práce přináší nová detailní data a poznatky o dopadu bobří aktivity sedimenty v toku.

Klíčová slova: bobr evropský, Kateřinský potok, sedimentologie, bobří jezírka

10 Abstract

This bachelor thesis is dealing with the influence of beaver behaviour on river catchment area sediments located in Kateřinský stream. In concerned terrain were withdrawn sediments specimen from two beaver ponds in various distances from the dams. Sedimentary cores have been withdrawn altogether from 15 research points. By laboratory methods had been studied grain size analysis and organic carbon quotient contained in sedimentary fill. Based on analasis assumptions were confirmed that the grain size composition and the total organic proortion is not constant during the entire thick of sedimentary cores and is also fluctuating depending on the differences from the dam. By evaluating the organic material proportion were shown that most of the organic material is located near the dam. During observation of organic matter flow towards the base was found that with a few exception the proportion of organic material decreases together

with the total depth. By grain size analysis were found that the highest sediment proportion in beaver ponds is made by poorly selected sand. In research the most common trend was increasing the medium size of clasts together with the total depth. Based on terrain research was also discovered that above the dams is being held the greatest thickness of sediments, which disproportionately decreases away from the dam. This research contribute with new datas, findings and insights on beaver bahaviour impact.

Keywords: european beaver, Kateřinský stream, sedimentology, beaver ponds

11 Seznam použité literatury

ANDĚRA, M., 1996. *Řeky*, s. 164

ANDĚRA, M., HORÁČEK, I., 2005. *Poznáváme naše savce*. 2. vyd. Sobotáles, Praha. , s. 327

BIGLER, W., BUTLER, D.R., DIXON, R.W., 2001, Beaver-pond sequence morphology and sedimentation in northwestern Montana. *Physical Geography* 22 (6), 531-540.

BEAUDOIN, A., 2003. A comparison of two methods for estimating the organic content of sediments. *Journal of Paleolimnology* 29, s. 387-390.

BUNTE, K., ABT, S. R. (2001): Sampling Surface and Subsurface Particle-Size Distributions in Wadable Gravel- and Cobble-Bed Streams for Analyses in Sediment Transport, Hydraulics, and Streambed Monitoring. United States Department of Agriculture Forest Service, Rocky Mountain Research Station, USA, s. 390

BUTLER, R.B., MALANSON, G.P., 1995, Sedimentation rates and patterns in beaver ponds in a mountain environment. *Geomorphology* 13 (1-4), s. 255–269

BUTLER, R.B., MALANSON, G.P., 2005, The geomorphic influences of beaver dams and failures of beaver dams. *Geomorphology* 71 (1-2), s. 48–60.

CELHÁRIKOVÁ, P., 2010. *Bobr evropský (Castor fiber) v západních Čechách*. In: Brabec J. (ed.): *Přírodní fenomény a zajímavosti západních Čech*. Občanské sdružení Mezi lesy, Prostiboř s. 111 – 127

CULEK, M., 1995. *Biogeografické členění České republiky*. Enigma, Praha., s. 347

CURRAN, J., C., CANNATELLI, K., M., 2014, The impact of beaver dams on the morphology of a river in the eastern United States with implications for river restoration, *Earth Surf. Process. Landforms* 39, s. 1236–1244.

COLLEN, P., GIBSON, R., J., 2001, The general ecology of beavers (*Castor* spp.), as related to their influence on stream ecosystems and riparian habitats, and the subsequent effects on fish, *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 439–461, 2001

ČENĚK, M. 2011. *Bobři*. Národní zemědělské muzeum, Praha. s. 85.

ČÚZK, 2013. Český úřad zeměměřický a katastrální. Služby WMS. [online] ČÚZK [cit. 20. 6. 2015]. Dostupné na WWW: <<http://www.cuzk.cz/>>.

DEAN, W.E. JR, 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology* 44/1, s. 242-248.

DEMEK, J., MACKOVIČ. P. (eds.) a kol. 2006. Zeměpisný lexikon ČR. *Hory a nížiny*. AOPK ČR, Praha. s. 580

DOLNÍČEK, Z., SULOVSÝ, P., 2013 *Laboratorní metody výzkumu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 80

GIRIAT, D., GORCZYCA, E., SOBUCKI, M., 2016, Beaver ponds impact on fluvial processes (Beskid Niski Mts., SE Poland), *Science of Total Environment*, 544, s. 339-353

HALLEY, D. J., ROSSEL F., 2002: The beaver's reconquest of Eurasia. Status, population development and management of a conservation success. *Mammalian Review*, s.153–178.

HALLEY, D., ROSSEL, F., 2012: Population and distribution of Eurasian beaver (*Castor fiber*). *Baltic Forestry*, s. 168–175.

HEIRI, O., LOTTER, A.F., LEMCKE, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25, s. 101-110.

CHLUPÁČ, I. et al., 2002. *Geologická minulost*. Academia, Praha. 436 s.

KOSTKAN, V., 1998. *Bobr se vrací*. *Vesmír* 77(7): 403.

KOSTKAN, V., ŠÍMA, J., UHLÍKOVÁ, J, VOREL, A., 2014. *Program péče o bobra evropského*. *Ochrana přírody* 69(1): s.10-14.

KRAFT, J., MENTLÍK. P., 2004, *Úvod do geologie pro geografy: endogenní a exogenní dynamika*. Vyd. 2., přeprac. a rozš. Plzeň: Západočeská univerzita, s. 166

- KUKAL, Z., 1985. *Návod k pojmenování a klasifikaci sedimentů*. Praha: Ústřední ústav geologický, Metodické příručky Ústředního ústavu geologického, sv. 2., s. 76
- LEVINE, R., MEYER, G.A., 2013, Beaver dams and channel sediment dynamics on Odell Creek, Centennial Valley, Montana, USA. *Geomorphology* 205, s. 51–64.
- MARKOVÁ, K., 2014. (BP) *Populace bobra evropského (Castor fiber) v CHKO Český les*, Jihočeská univerzita České Budějovice, Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D. 53 s.
- Národní geoportál Inspire. 2015. [online]. [cit. 20. 6. 2015]. Dostupné z WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>.
- MIALL, A.D., 2006. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. Springer-Verlag, Berlin. s. 582.
- PÁLENÍK, M., VOGELTANZ, L., 2006. *Bobři na českém Labi*. Ústí nad Labem: s.51.
- PLECHÁČ, P., 2015 (BP) *Dynamika sedimentů v bobří aktivitou ovlivněném segmentu Kateřinského potoka*. Plzeň, 2015. Bakalářská práce. ZČU v Plzni. Vedoucí práce: RNDr. Václav Stacke, Ph. D.
- SIEMENS, M., 2006 *Mrtvé dřevo přináší život do řek a potoků*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, s. 47.
- RŮŽIČKOVÁ, E., 2001. *Quaternary clastic sediments of the Czech Republic: textures and structures of the main genetic types*. Prague: Czech Geological Survey, s.92
- ŠAFÁŘ, J., 2002: *Novodobé rozšíření bobra evropského (Castor fiber L., 1758) v České republice*. *Příroda*, 13 S. 161–196.
- UHLÍKOVÁ, J., VOREL, A., ŠÍMA, J., KOSTKAN, V., 2014. *Program péče o bobra evropského*. *Ochrana přírody* 69(1): 10-14.

VALACHOVIČ, D., 2010, *Manual of beaver management*. [online] Danube parks. [cit. 20.6. 2016] Dostupné na WWW: <
http://www.danubeparks.org/files/888_bever_manual.pdf>

VLČEK, V. 1984. *Vodní toky a nádrže*. Zeměpisný lexikon ČSR, 1. vyd. Praha: Academia. s. 316
VLACHOVÁ, B., VOREL, A. 2002: Bobr evropský jako silný krajínovotvorný činitel. *Živa* 1:s. 39-1.

VOREL, A., ŠAFÁŘ, J., ŠIMŮNKOVÁ, K., 2012. *Recentní rozšíření bobra evropského (Castor fiber) v České republice v letech 2002–2012 (Rodentia: Castoridae)*. *Lynx*, n. 43(1–2): 149–179

VOREL, A., ŠÍMA, J., UHLÍKOVÁ, J., PELTÁNOVÁ, A., MINARIKOVÁ, T., ŠVANYGA, J., a kol., 2013. *Program péče o bobra evropského v České republice*. [online]. AOPK a MŽP. [cit. 20.6. 2016]. Dostupné na WWW: <
http://www.nature.cz/publik_syst2/files/pp_bobr_2013.pdf>.

ZAJÍČEK, R., VLAŠÍN, M. *Návrat bobrů*. Brno: EkoCentrum, 1992, s. 23

12 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek č. 1: Zonace diferencované ochrany bobra evropského v ČR (převzato z Vorel et al., 2013).

Obrázek č. 2: Vymezení území v rámci ČR, Podkladová data ArcČR a DMR.

Obrázek č. 3: Záznam odtoku v období výzkumu z hydrologické stanice Pfreimd.

Obrázek č. 4: Geologická mapa, podkladová data Česká geologická služba.

Obrázek č. 5: Mapa geomorfologického členění ČR, podkladová data: INSPIRE, geoportál, 2016.

Obrázek č. 6: Mapa půdních typů, podkladová data: INSPIRE, geoportál, 2016

Obrázek č. 7: Schématický obrázek oděru jader v případě dvou odběrů z jednoho výzkumného bodu.

Obrázek č. 8: Popsané jádro v plastové formě (označení jádra dle místa odběru, šipka směřující k bázi a hloubka, ve které byl odběr realizován).

Obrázek č. 9: Jezírka, ze kterých byl odběr realizován s vyznačením hrází, přítoku a odběrných bodů

Obrázek č. 10: Rekonstrukce jezírek s vyznačením odběrných profilů v jezírku č. 1 a vzdálenostmi mezi jednotlivými odběry v jezírku č. 2

Obrázek č. 11 Jednotlivé segmenty vrtu schnoucí při pokojové teplotě na filtračním papíře.

Obrázek č. 12: Třepačka Retsch AS 200 basic s vyznačením velikosti ok jednotlivých sít.

Obrázek č. 13: Měření balvanů ve třech osách, převzato a upraveno z Abt a Bunte (2001).

Obrázek č. 14: Fotografie jezírka č. 1 a hráze jezírka č. 1 s vyznačením odtoku, přítoku a bobří skluzavky.

Obrázek č. 15: Rozložení A) hloubek vody B) mocnosti sedimentů C) součtu mocností sedimentů a vody v jezírku č. 1.

Obrázek č. 16: Procentuální zastoupení zrnitostních frakcí s vyznačením odběrného bodu v jezírku č. 1.

Obrázek č. 17: Rozložení hodnoty D_{50} v jezírku č. 1 v mocnosti 0-20 a 20-55 cm.

Obrázek č.18: Průběh obsahu organické hmoty odebraných jader s vyznačením polohy odběru v jezírku č. 1 se záměrnou absencí vrtu KPX4.

Obrázek č.19: Podíl organického materiálu v sedimentární výplni jezírka č.1 v hloubkách 0-20 a 20-50 cm.

Obrázek č. 20: Procentuální zastoupení zrnitostních frakcí s vyznačením odběrného bodu v jezírku č. 2

Obrázek č. 21: Průběh střední hodnoty velikosti klastu v hloubce a vzdáleností mezi hrázemi jezírka č.1 a č. 2

Obrázek č. 22: Průběh obsahu organické hmoty odebraných jader s vyznačením polohy odběru v jezírku č. 1 s absencí vrtu KPX11 ze stejného důvodu jako absence KPX4 u obr. č.:18.

Obrázek č 23: Rekonstrukce podílu organického materiálu mezi hrází jezírka č. 1 a hrází jezírka č. 2.

Obrázek č. 24: Podélný profil toku s hloubkou vody a zadržnými sedimenty

Tabulka č.1: Průměrné měsíční hodnoty srážek, teplot a slunečního svitu naměřené v meteorologické stanici Přimda

Tabulka č. 2: Geografické charakteristiky hrází zkoumaných jezírek

Tabulka č. 3: Výčet odběrných bodů jezírka č. 1 s jejich stěžejními charakteristikami.

Tabulka č 4: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX1 v různých vzdálenostech od báze.

Tabulka č.5: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX2 v různých vzdálenostech od báze.

Tabulka č.6: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX3 v různých vzdálenostech od báze.

Tabulka č. 7: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX4 v různých vzdálenostech od báze.

Tabulka č. 8: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX5 v různých vzdálenostech od báze.

Tabulka č.9: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX6 v různých vzdálenostech od báze.

Tabulka č. 10: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX7 v různých vzdálenostech od báze.

Tabulka č. 11: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX8 v různých vzdálenostech od báze

Tabulka č. 12: Výčet odběrných bodů jezírka č. 1 s jejich stěžejními charakteristikami.

Tabulka č.13: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX9 v různých vzdálenostech od báze

Tabulka č. 14: Rozměry valounů z odběrného bodu KPX9

Tabulka č. 15: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX10 v různých vzdálenostech od báze

Tabulka č.16: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX11 v různých vzdálenostech od báze

Tabulka č.17: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX12 v různých vzdálenostech od báze

Tabulka č.18: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX13 v různých vzdálenostech od báze

Tabulka č. 19: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX14 v různých vzdálenostech od báze

Tabulka č. 20: Podíl zrnitostních frakcí, hmotnost a střední hodnota velikosti klastu vrtu KPX15 v různých vzdálenostech od báze

13 Přílohy

Příloha č.1: Fotografie pořízené při terénním výzkumu: A) zrcátko B) bobří skluzavka C) odběr sedimentů D) bobří hráze na toku KPX E) měření mocnosti sedimentů F) hráz jezírka č.2



Příloha č. 2: Tabulky s údaji o podílu organického materiálu v segmentech všech odebraných vrtů v tomto výzkumu (první řádek označuje název vrtu, druhý hloubku- od do v centimetrech a podíl organického materiálu v procentech-OM (%)).

KPX1		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	1.99
5	10	1.96
10	15	1.65
15	20	1.32
20	25	1
25	30	2.66
30	35	2.98
35	40	2.28
40	45	1.64
45	50	0.66
50	55	0.66

KPX2		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	2.58
5	10	2.3
10	15	1.99
15	20	1.97
20	25	2
25	30	0.98
30	35	0.99
35	40	0.64
45	50	0.97

KPX3		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	2.3
5	10	1
10	15	0.99
15	20	0.98
20	25	0.99
25	30	1
30	35	0.98
35	40	0.98
40	45	0.6
45	50	0.96

KPX4		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	20	1.2

KPX5		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	0.65
5	10	1.33
10	15	3.99
15	20	1.67
20	25	4.59
25	30	4.98
30	35	3.97
35	40	3.67
40	45	6.06
45	50	2.3
50	55	2.67
55	60	2.7
60	65	2.65
65	70	2.95
70	75	2.94
75	80	1.99

KPX6		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	2.67
5	10	1.67
10	15	1.89
15	20	1.72
20	26	1.65

KPX7		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	1	7.6
5	10	7.3
10	15	14.1
15	20	12.5
20	25	2.7
25	30	3.6
30	35	4.3
35	40	3.8
40	45	3.6
45	50	3
50	55	3.3
55	60	3.1
60	65	2
65	70	1.89
70	75	1.8
75	80	1.75

KPX8		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	1	10.99
5	10	12
10	15	6
15	20	4.5
20	25	4.3
25	30	2.66
30	35	2.95
35	40	2
40	45	1.5
45	50	1

KPX9		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	6.49
5	10	9.43
10	15	7.43
15	20	2.87
20	25	3.21
25	30	0.57
30	35	0.33
35	40	0.05
40	45	1.1
45	53	0.99

KPX10		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	2.55
5	10	1.64
10	15	1.47
15	20	1.33
20	25	1.96
25	30	0.33
30	35	1.57
35	40	0.99
40	45	0.75
45	50	1.2
50	55	0.9

KPX11		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	30	0.89

KPX12		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	11.2
5	10	11.5
10	15	8.5
15	20	7.3
20	25	4.9
25	30	3.9
30	35	3.3
35	40	2.01
40	45	2.7
45	50	2.2

KPX13		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	6.7
5	10	4.5
10	15	4.7
15	20	3.9
20	25	2.3
25	30	2.7
30	35	2.6
35	40	1.6
40	45	1
45	50	0.9

KPX14		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	13.6
5	10	12
10	15	11.3
15	20	11.25
20	25	10.3
25	30	6.8
30	35	5.35
35	40	4.3
40	45	5.8
45	48	4.8

KPX15		
od (cm)	do (cm)	OM (%)
0	5	21.5
5	10	20.6
10	15	18.32
15	20	18.4
20	25	17.5
25	30	17.9
30	35	16.3
35	40	12.4
40	45	10.5
45	50	6.3
50	55	5.4
55	60	6.2
60	65	5.8
65	70	3.2
70	75	2.5