

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí



Bc. Tereza Novotná

Ebulice metanu z českých údolních nádrží

Methane ebullition from Czech freshwater reservoirs

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Jaroslava Frouzová, Ph.D.

Praha, 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 18.08.2017

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Jaroslavě Frouzové, Ph.D. za pomoc při výběru tématu práce, za vedení práce a poskytnutí cenných informací k jejímu sepsání.

Abstrakt

Metan je netoxický bezbarvý plyn, který vzniká rozkladem organických látek v anaerobním prostředí. Tyto rozkladné procesy probíhají i na dně řek, přehrad a vodních nádrží. Metan proniká do atmosféry, kde přispívá ke skleníkovému efektu a ke globálnímu oteplování. Cílem práce je popsat ebulici metanu z vybraných údolních nádrží Vranov a Vír, jako modelových nádrží temperátní zóny, a testovat faktory, které ovlivňují její variabilitu uvnitř nádrže a mezi jednotlivými nádržemi.

K získání dat posloužil vědecký echolot Simrad EK60 split beam. Data byla zpracována v programu Sonar 5 a následně statisticky zpracována v programu R.

Výsledky ukazují, že celkový ebuliční tok z nádrží (Vranov: $3,90 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, Vír: $4,22 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$) není signifikantně rozdílný ($p = 0,40$), ale je zde patrná velká variabilita mezi segmenty. V obou nádržích se vyskytují segmenty s nulovým ebuličním tokem. Vzhledem k tomu, že hloubka je úzce propojena se vzdáleností od hráze, není možné vliv těchto dvou faktorů testovat samostatně. Je tedy nutné testovat obě proměnné najednou. Pro data z nádrže Vír se po otestování obou faktorů současně jejich signifikance nepotvrdila. Pro data z nádrže Vranov také ne. Pro odseparování efektů bylo tedy nutné použít data z obou přehrad. Po použití lineárního modelu s daty z obou přehrad byl statisticky potvrzen pouze vliv hloubky, a to s největší ebulicí v rozmezí hloubek 5-10 m ($p < 0,01$). Velikostní složení bublin v nádržích se lišilo, v nádrži Vranov byly pozorovány signifikantně větší bubliny než v nádrži Vír ($p = 0,00$). Na celkové produkci metanu se významnou mírou podílejí největší bubliny. V nádrži Vranov 10 % největších bublin odpovídá 62,6 % celkového objemu. V nádrži Vír 10 % největších bublin odpovídá 67,4 % celkového objemu. Odhad množství metanu uvolněného ebulicí z nádrže Vranov činilo $1,40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a z nádrže Vír $1,48 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$.

Měření dat v lokálním měřítku je důležité pro pochopení dynamiky metanu ve vodních nádržích. Důležité je, aby data byla srovnatelná a dostatečně podrobná. Podrobnější a srovnatelná data budou nápomocna k vytvoření přesnějších modelů. Ty pomohou vytyčit mitigační opatření, která umožní snížit ekologickou stopu u již existujících nádrží a u budou přínosné při projektování nových.

Abstract

Methane is a non-toxic colourless gas created by decomposition of organic materials in anaerobic environments. Such processes take place at bottoms of rivers, dams and water reservoirs. The gas is then released to atmosphere where it contributes to the greenhouse effect. The aim of this thesis is to measure the ebullition flux of methane from selected water reservoirs Vranov and Vír (representing typical water reservoirs in the temperate area), analyze factors affecting ebullition, and compare the ebullition flux among these two reservoirs.

The data were obtained via device Simrad EK60 split beam, preprocessed in software Sonar 5, and subsequently analyzed in statistical software R.

While there is a great degree of variability of ebullition flux within segments of individual water reservoirs, the total ebullition flux is comparable in both water reservoirs (Vranov: $3,90 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, Vír: $4,22 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) and not significantly different from each other ($p = 0,40$). When analyzing possible factors affecting ebullition; the water depth and the distance from the dam, it is necessary to take into account that these two variables are highly correlated which may hinder our ability to separate their effects. Indeed, in both Vranov and Vír the effects of these variables, while significant when studied individually, are not found statistically significant when analyzed simultaneously. However, estimating the model on pooled data from both water reservoirs reveals that the primary factor effecting the ebullition flux is the water depth; the ebullition flux is significantly higher in segments with water depth 5-10 m ($p < 0,01$). Bubbles measured in Vranov seems to be significantly larger than those measured in Vír ($p = 0,00$). Largest bubbles account for the majority of the total measured flux (10 % of the largest bubbles account for 62,6 % and 67,4 % of total flux for Vranov and Vír respectively). We estimate that the quantity of released methane is $1,40 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ and $1,48 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ for Vranov and Vír respectively.

Measurements at local scale are critical for understanding the dynamics of methane in water reservoirs. It is of prime importance for measurements to be comparable and sufficiently detailed. Such detailed data then can be used for designing measures aimed to minimize ecological footprint of existing or newly created reservoirs.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce a hypotézy	2
3	Literární úvod	3
3.1	Metan ve vodním prostředí.....	3
3.2	Metody měření.....	5
3.3	Faktory ovlivňující produkci a emise metanu z přehradních nádrží	6
3.3.1	Faktory spojené s velikostí a tvarem nádrže	6
3.3.2	Množství a akumulace organického materiálu	7
3.3.3	Klimatické faktory.....	7
3.3.4	Další faktory	8
3.4	Případové studie	8
4	Praktická část	12
4.1	Řešené nádrže	12
4.2	Metodika.....	13
4.2.1	Sběr dat.....	13
4.2.2	Zpracování dat.....	15
4.2.3	Výpočty	16
4.2.4	Statistické zpracování dat.....	18
5	Výsledky	19
5.1	Vertikální a horizontální schéma distribuce bublin.....	19
5.2	Ebuliční tok.....	21
5.3	Závislost ebuličního toku na hloubce a na vzdálenosti od hráze.....	23
5.4	Velikostní rozložení bublin	26
5.5	Ebuliční tok metanu a tok voda – atmosféra	28
5.6	Shrnutí výsledků.....	29

6	Diskuze	30
6.1	Ebuliční tok.....	30
6.2	Hloubka a vzdálenost od hráze.....	31
6.3	Velikost bublin	32
6.4	Porovnání emisí metanu z vodních nádrží s jinými vodními ekosystémy	32
6.5	Výzvy a možnosti dalšího výzkumu.....	34
7	Závěr	35
8	Seznam obrázků.....	36
9	Seznam tabulek.....	37
10	Seznam literatury	38
11	Přílohy	43

1 Úvod

Metan je netoxický bezbarvý plyn, který vzniká biogenními, termogenními a pyrogenními procesy (Neef et al., 2010). Biogenní metan vzniká rozkladem organických látek v anaerobním prostředí. Tyto rozkladné procesy probíhají i na dně jezer a přehrad.

Po průchodu vodním sloupcem se metan uvolňuje do atmosféry, kde přispívá ke skleníkovému efektu a ke globálnímu oteplování. I když jsou emise metanu z vodních nádrží ve srovnání s oxidem uhličitým nižší (Deemer et al., 2016), metan má 25krát větší GWP – Potenciál globálního oteplování v časovém horizontu 100 let. Ke globálnímu oteplování tedy celkově přispívá 20% podílem (Solomon et al., 2007).

Odhaduje se, že přírodní zdroje metanu se podílejí na celkové emisi metanu z 35-50 %. Za zbylou část (50-65 %) jsou zodpovědné antropogenní zdroje (Ciais et al., 2013). Přičemž množství metanu emitované přehradami je rovno 20 % ostatních antropogenních emisí metanu (St. Louis et al., 2000).

Metan se ze dna nádrží uvolňuje více způsoby. Tato práce se zabývá největší složkou ve stojatých vodách, což je ebulice (Walter et al., 2006; DelSontro et al., 2015). Odhad množství a jeho kvantifikace je složitá kvůli značné prostorové a časové variabilitě ebulice. Jsou známy různé metody kvantifikace těchto objemů. Jedná se například o plovoucí komory, lapače bublin a eddy-kovarianční věže. Pro účely této práce byl použit hydroakustický přístup. Hydroakustický přístup představuje jednu z efektivních metod, jelikož lze za poměrně krátký čas nasbírat informace o velké oblasti (Frouzová et al., 2015).

V literatuře je zmiňována řada faktorů, které ovlivňují množství produkovaného a emitovaného metanu z vodních nádrží. Tato práce se zaměřila na ověření tří z nich. Na závislost ebulice na vzdálenosti od hráze, závislost ebulice na hloubce a na velikosti přítoku. Dále bylo pozorováno velikostní složení bublin a byl proveden přepočet ebulice na čistý metan.

V teoretické části se práce věnuje vzniku a přenosu metanu ve vodním prostředí, faktorům, které mají na produkci metanu vliv, a případovým studiím. Informací z temperátních oblastí je nedostatek, a proto jsou další studie věnované této problematice zvláště užitečné (Ortiz-Llorente et al., 2012).

2 Cíle práce a hypotézy

Cílem práce je popsat ebulici metanu z vybraných údolních nádrží Vranov a Vír, jako modelových nádrží temperátní zóny, a testovat faktory, které ovlivňují její variabilitu uvnitř nádrže a mezi jednotlivými nádržemi.

Byly stanoveny následující hypotézy:

- H1: Nádrž s větším přítokem má větší ebulici než nádrž s menším přítokem.
- H2: Ebulice probíhá různě silně v různých hloubkách, nejsilnější ebulice je z hloubky 5-10 metrů.
- H3: Ebulice závisí na vzdálenosti od hráze.
- H4: Velikostní složení bublin je v obou nádržích stejné.
- H5: Emise metanu uvolněného ebulicí ve studovaných nádržích jsou významné v porovnání s jinými vodními ekosystémy

3 Literární úvod

Podle odhadů se přírodní zdroje metanu podílejí na celkové emisi metanu z 35-50 %. Mezi hlavní přírodní zdroje metanu patří mokřady, které mají 63% podíl z přírodních zdrojů. Ze zbylých 37 % nejvíce přispívají geologické procesy a oceány (16 %), jezera a řeky (11 %), divoká zvířata (4 %), termiti (3 %), hydráty metanu (2 %), požáry (1 %) a tající permafrost (0,37 %) (mimo emisí z jezer a mokřadů) (Ciais et al., 2013).

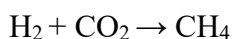
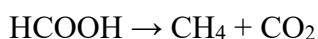
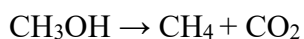
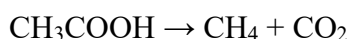
Za zbylou část (50-65 %) jsou zodpovědné antropogenní zdroje. Mezi hlavní antropogenní zdroje metanu patří zemědělství a odpady (60 %), spalování fosilních paliv (29 %) a spalování biomasy (11 %). Do kategorie zemědělství a odpady patří chov přežvýkavých živočichů (27 %), skládkování odpadu (22 %) a pěstování rýže (11 %).

Deemer et al., 2016 v souhrnné studii poukazuje na to, že emise skleníkových plynů z vodních nádrží dosahují podobných hodnot jako emise, které vznikají při pěstování rýže a spalování biomasy. Jedná se o 0,8 Pg CO₂ eq. /rok. Největším podílem přispívá metan (606,5 Tg CO₂ eq. /rok; 78 %), poté oxid uhličitý (134,9 Tg CO₂ eq. /rok; 17 %) a oxid dusný (31,7 Tg CO₂ eq. /rok; 4 %). Oxid uhličitý je méně významný v porovnání s metanem nejen z důvodu nižšího ekvivalentního množství, ale i vzhledem k tomu, že množství emitovaného oxidu uhličitého z vodních nádrží je rovno 4 % ostatních antropogenních emisí, zatímco množství metanu je rovno 20 % ostatních antropogenních emisí (St. Louis et al., 2000).

3.1 Metan ve vodním prostředí

Metan se do vodního prostředí uvolňuje ze sedimentu. Vzniká zde rozkladem organických látek v anaerobním prostředí jako produkt metabolismu metanogenních bakterií (Ciais et al., 2013). Metanogenní bakterie jsou striktně anaerobní a metabolizují jednoduché organické sloučeniny a směs H₂ a CO₂ na metan (Online zdroj 1).

Rovnice vzniku metanu (metanogeneze):



Mezi hlavní způsoby uvolňování metanu do vodního sloupce patří ebulice a difúze. K difúzi metanu ze sedimentu do vody dochází samovolně na základně koncentračního gradientu. Ebulice neboli vybublávání na metan bohatých bublin ze sedimentů, převažuje ve vodách stojatých. V tekoucích vodách má pravděpodobně minoritní význam. Difúze má oproti tomu majoritní význam pro uvolňování metanu z tekoucích vod, jelikož zde nejsou podmínky pro vznik bublin (Bednařík et al., 2015).

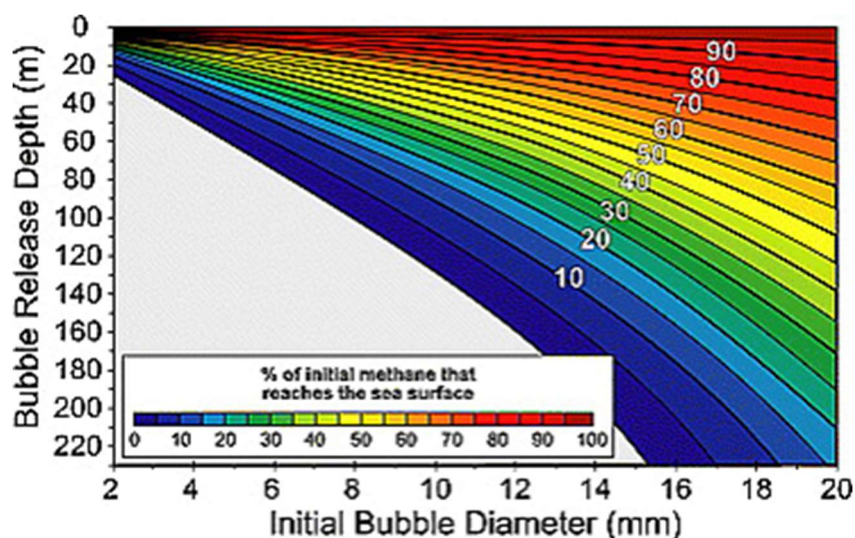
Po uvolnění metanu ze sedimentu do vodního sloupce může dojít ke třem scénářům. Metan uvolněný do vodního sloupce může být oxidován metan-oxidujícími bakteriemi (neboli metanotrofy), zůstat rozpuštěný ve vodě nebo být uvolněn do atmosféry (Rulík, 2014).

Při průchodu metanu z anoxického do oxického sedimentu a do prokysličeného vodního sloupce může být část metanu oxidována metan-oxidujícími bakteriemi na oxid uhličitý (UNESCO/IHA, 2009). Metan uvolněný difúzí je pro tyto aerobní bakterie dostupnější než metan uvolněný ebulicí (Segers, 1998). V případě, že je anoxický sediment překryt anoxickou masou vody, putují bubliny přímo do vodního sloupce (DelSontro et al., 2011).

Metan je oproti oxidu uhličitému ve vodě méně rozpustný (0,22 mg/l oproti 0,47 mg/l, 20 °C). I přesto se část metanové bubliny rozpouští při průchodu vodním sloupcem (DelSontro et al., 2011).

Při průchodu vodním sloupcem se snižuje hydrostatický tlak. Na základě Boyleova zákona, který popisuje konstantní součin tlaku a objemu plynu, zvětšuje bublina při průchodu vodním sloupcem svůj objem. Je doplňována jinými plyny rozpuštěnými ve vodě (Ostrovsky et al., 2008). Do atmosféry se potom uvolní jen část metanu z původní metanové bubliny. Zbylá část zůstane rozpuštěna ve vodě.

Mezi nejdůležitější faktory, které ovlivňují množství metanu, které se uvolní do ovzduší, patří velikost bublin a hloubka dna (Obr. 1). V hlubokých nádržích (> 100 m) se bubliny zpravidla rozpustí při průchodu vodním sloupcem. V mělkých nádržích (< 100 m) je větší pravděpodobnost, že bubliny dojdou až k hladině a část svého původního objemu metanu uvolní do ovzduší (DelSontro et al., 2015).



Obr. 1: Grafické zobrazení model pro odhad množství plynu, které se uvolní do atmosféry (McGinnis et al., 2006)

3.2 Metody měření

Hydroakustickému přístupu pro měření emisí metanu je věnována pozornost v metodické části práce. Mezi další metody měření patří lapače bublin, plovoucí komory a eddy-kovarianční věže.

Lapače bublin a plovoucí komory do sebe naakumulují plyn, který je poté odebrán plynotěsnou stříkačkou a analyzován na plynovém chromatografu (Bednařík et al., 2015). Popř. analyzován na analyzátoru plynů. Při měření těmito stacionárními přístroji je důležité zvážit ukotvení přístroje. Pokud je velká rychlost větru, komora se může pohybovat vzhledem k povrchové vrstvě vody, tím naruší vrstvu a uměle zvýšit výměnu plynu mezi okrajovou vrstvou a atmosférou. Na druhou stranu, pokud je vodní masa v pohybu, není ukotvení vhodné ze stejného důvodu. Výhodou statických měření je jejich nízká cena v porovnání s jinými metodami (hydroakustika a eddy kovarianční věže) a jejich jednoduchá přeprava a použití (UNESCO/IHA, 2009).

Eddy – kovariance je metoda, která využívá analyzátoru plynů a ultrazvukový anemometr, který zaznamenává proudění vzduchu. Výsledná průměrná výměna plynů mezi vodní nádrží a atmosférou je potom kalkulována statistickou kovarianční metodou (Eugster et al., 2011; Online zdroj 2). Tato metoda je poměrně nákladná, ale často používaná technika převážně pro terestrické ekosystémy (UNESCO/IHA, 2009).

Nevýhodou zmíněných metod je, že postihují jen malou plochu. Lapač bublin nebo plovoucí komora zaznamenávají informaci pouze z jednoho místa, většinou menšího než 1 m². Vzhledem k značné časové a prostorové variabilitě ebulice mohou tato měření vést k podceňování (Wik et al., 2016), ale i k přeceňování odhadu celkového množství metanu (DelSontro et al., 2010). Pro uvolňování metanu jsou typické tzv. hot spots, tedy místa s vysokým množstvím uvolňovaného metanu, které mohou být touto metodou vynechány a celkový odhad tedy podceněn (DelSontro et al., 2011).

Hydroakustický přístup tyto limitace postihuje, jelikož lze za poměrně krátký čas nasbírat informace o velké oblasti (Frouzová et al., 2015). Z toho plyne více měření, která poskytují lepší informaci o dané oblasti. Tato měření umožňují sledovat dynamiku ebulice a její variabilitu uvnitř nádrže (DelSontro et al., 2015). Mezi další výhody patří možnost rozlišení jednotlivých bublin, jejich trajektorií a rychlostí. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena a to, že pomocí sonaru není možné zjistit kolik plynu se uvolňuje do ovzduší. Zaručuje tedy lepší informaci o tom, co se děje pod vodou, ale ne na rozhraní voda-atmosféra. Proto je vhodné zkombinovat hydroakustický přístup se standardními statickými metodami či s matematickým modelem (DelSontro et al., 2015).

Při použití sonaru musí být nastavena vhodná frekvence, aby byly dostupné informace z celé hloubky a byly dostatečně podrobné. Zvukové vlny s větší frekvencí proniknou do větších hloubek a používají menší šířky paprsku, proto zahrnují menší oblast. Nižší frekvence používají větší šířky paprsku, pokryjí větší oblast, ale není dostupná tak přesná informace o dně (Online zdroj 3). Proto je důležité najít kompromis podle účelu měření a hloubky vodního útvaru.

3.3 Faktory ovlivňující produkci a emise metanu z přehradních nádrží

Výstavbou přehrady dojde k zahrazení vodního toku a tím ke vzniku vhodných podmínek pro produkci metanu.

3.3.1 Faktory spojené s velikostí a tvarem nádrže

Přehradní nádrže patří zpravidla mezi mělké nádrže (< 100 m). Nižší hydrostatický tlak v těchto hloubkách podporuje formaci a uvolňování bublin ze sedimentu. S klesajícím tlakem klesá rozpustnost metanu a kratší vzdálenost bubliny na hladinu

zvyšuje pravděpodobnost, že bublina dospěje až k hladině a uvolní část svého objemu do ovzduší (McGinnis et al., 2006; DelSontro et al., 2011).

Mezi další faktory patří velikost a tvar nádrže. Předpokládá se, že menší nádrže s velkým přítokem alochtonního organického uhlíku jsou více náchylné k usazování materiálu a vzniku anoxických sedimentů (Maeck et al., 2013). V mechanismu usazování hraje roli také tvar nádrže, převážně zátoky a depoziční zóny (DelSontro et al., 2011; Maeck et al., 2013).

3.3.2 Množství a akumulace organického materiálu

Organický materiál se do nádrží dostává z povodí nebo vzniká přímo v nádrži. Z povodí se dostává organický materiál do nádrží vodními toky, erozí půdy v těsné blízkosti nádrže a degradací původní zaplavené vegetace (autochtonní organický materiál). V nádržích vzniká organický materiál formou čisté primární produkce fytoplanktonu, fyto Bentosu a makrofyt (UNESCO/IHA, 2009).

Zahrazením vodního toku při výstavbě přehrady se sníží proudění vody a zvýší se usazování materiálu v nádržích před přehradami. V počáteční fázi má nejvýznamnější vliv zaplavená biomasa (autochtonní), později se stále ve větší míře projevuje vliv alochtonního organického uhlíku (Maeck et al., 2013; Sollberger et al., 2014).

Zahloubením toku dojde v souvislosti s nedostatečným prokysličením profilu ke vzniku anoxických zón (Bednařík et al., 2015). Za konstantního přísunu organického materiálu dojde k podpoře metanogeneze a dalších anaerobních procesů na úkor procesů aerobních (Sobek et al., 2012). Dojde ke vzniku metanem nasycených sedimentů, který se začne uvolňovat do vodního sloupce a do atmosféry.

Mimo výše zmíněné faktory existují prediktory, které mohou ukazovat na zvýšenou produkci metanu z konkrétní vodní nádrže. Nejnovější studie ukazují, že rozhodujícím prediktorem je úživnost jezer (eutrofie vs. oligotrofie) (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012). A s tím související množství chlorofylu *a* (Deemer et al., 2016).

3.3.3 Klimatické faktory

Významný vliv na metanogenní bakterie a tím na produkci metanu má také teplota vzduchu, resp. sedimentu (DelSontro et al., 2010; Deemer et al., 2016). Teplota sedimentu roste se zpožděním s teplotou vzduchu. Maxima dosahuje na konci léta,

popř. na začátku podzimu (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012; Tušer et al., in m. s.). V tomto období bývá ebulice největší (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012). S rostoucí teplotou vody se snižuje rozpustnost metanu a zvyšuje se mikrobiální aktivita (Zimov et al., 1997; Wik et al., 2013). Optimální teplota sedimentu pro metanogenní baterie (35-42 °C) je velmi vzdálená maximálním teplotám sedimentů v temperátní zóně. V mělkých sedimentech (< 5 m) je teplota nejvyšší a dosahuje maximálních hodnot 20-25 °C (Zeikus a Winfrey, 1976; Tušer et al., in m. s.).

Dalším klimatickým faktorem zmiňovaným v literatuře je rychlost větru. Tento faktor je oproti ostatním zmiňovaný jen v souvislosti s difúzním tokem metanu. Rychlost větru má vliv na koeficient rychlosti přenosu plynu (k) mezi vodou a atmosférou a tím na difúzní tok metanu. S rostoucí rychlostí větru se zvyšuje koeficient rychlosti přenosu plynu a tím difúzní tok metanu z vodní nádrže (Wanninkhof, 2014; Yang et al., 2014).

3.3.4 Další faktory

Vliv na ebulici má také kolísání hladiny, které je větší než v přirozených ekosystémech. Pokles hydrostatického tlaku v těchto obdobích napomáhá uvolňování bublin (Maeck et al., 2014). Dalším faktorem je pH vody v nádrži, které má vliv na aktivitu metanogenních a metanotrofních bakterií. Optimální hodnota pH se pro jednotlivé druhy pohybuje nejčastěji v rozmezí 5-7 (Dunfield et al., 1993).

3.4 Případové studie

I když jsou emise metanu z vodních nádrží ve srovnání s oxidem uhličitým nižší (Deemer et al., 2016), metan má 25krát větší GWP – Potenciál globálního oteplování v časovém horizontu 100 let (Solomon et al., 2007). Vnitrozemské vody navzdory poměrně malé rozloze hrají významnou roli v uhlíkovém cyklu na pevnině (Sobek et al., 2012). Dochází zde k ukládání organického uhlíku do sedimentů a uvolňování uhlíku do atmosféry prostřednictvím skleníkových plynů, oxidu uhličitého a metanu. Dříve ve uvažovaly jako propady a zdroje uhlíku mladá tropická jezera (Barros et al., 2011), v současné době se ukazuje že jsou významné i starší temperátní jezera, vodní nádrže a delty řek (DelSontro et al., 2010; Maeck et al., 2013; Deemer et al., 2016)

Celosvětově bylo postaveno přes 50 000 velkých přehrad (hloubka > 15 m) a miliony menších nádrží, což vedlo ke snížení toku organického uhlíku do oceánu o 26 % (Maeck et al., 2013). V důsledku výstavby nových nádrží toto číslo pravděpodobně poroste (Sobek et al., 2012). Globální databáze vodních nádrží (GRanD) obsahuje informace o 6 862 přehradách s celkovou kapacitou 6 197 km³ (Lehner et al., 2011).

Studie zabývající se kvantifikací emisí metanu z vodních nádrží existují ve všech podnebných páslech a na všech kontinentech (Tab. 1).

Tab. 1: Počet celosvětově řešených nádrží k r. 2016 (Deemer et al., 2016)

	CH₄ (ebulice a difúze)	CH₄ (difúze)
Severní Amerika	23	56
Jižní Amerika	21	1
Afrika	4	0
Evropa	11	10
Asie	14	6
Austrálie	2	12
Celosvětově	75	85

Z celkového počtu 302 studií byla ebulice měřena jen v polovině případů (v 60 případech byla měřena pouze ebulice a v 91 případech byla měřena ebulice i difúze). V ostatních 151 případech byla měřena pouze difúze. Ebulice byla měřena ve většině případů klasickými metodami (plovoucí komory, lapače bublin). Pouze ve dvou případech byl použit hydroakustický přístup (DelSontro et al., 2011; DelSontro et al., 2015). Ebulice se ukázala jako významná složka. Výsledky ze souhrnné studie ukazují, že průměrný příspěvek ebulice k celkovému toku ebulice a difúze činí 65 %.

Ve studii byly hodnoceny i další skleníkové plyny, které se uvolňují z vodních nádrží, oxid uhličitý a oxid dusný. Pro porovnání množství emitovaných plynů do ovzduší byla jejich množství převedena na CO₂ eq. Z Tab. 2 je patrné, že největším podílem přispívá metan (78 % v časovém horizontu 100 let). Poté oxid uhličitý (17 %) a oxid dusný (4 %). Oxid uhličitý a oxid dusný jsou lépe měřitelné klasickými metodami než metan, jelikož jejich dominantní cestou je difúze, kvůli větší rozpustnosti ve vodě (Bastviken et al., 2004).

Vodní nádrže produkují více metanu vztaženého na jednotku plochy (ebuliční tok) než ostatní typy uvedených vodních ekosystémů ($120 \text{ mg CH}_4 - \text{C/m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$). V ročním součtu (v Tg) nemají vodní nádrže tak velký podíl (5,5 %) kvůli menší rozloze ($0,31 \cdot 10^6 \text{ km}^2$) (Deemer et al., 2016). Největší podíl z uvedených vodních ekosystémů na celkových ročních emisích metanu mají mokřady (63,3 %), následované jezery (22,4 %).

Tab. 2: Množství emitovaných plynů ze souhrnné studie a porovnání s jinými vodními ekosystémy (Deemer et al., 2016)

Zdroje skleníkových plynů	Plocha	Roční hmotnost CH ₄ – C	Ebuliční tok CH ₄ – C	Roční CO ₂ eq.		
	10 ⁶ km ²	Tg/rok	mg CH ₄ - C/m ⁻² · d ⁻¹	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Nádrže	0,31	13,3	120	606,5	134,9	31,7
Jezera	3,7-4,5	53,7	40	2434	1071	-
Rybníky	0,15-0,86	12	27	544	2094	-
Řeky	0,36-0,65	1,1-20,1	6-98	50- 911	6600	-
Mokřady	8,6-26,9	106-198	15-63	4805 - 8976	-	908

Kvantifikací emisí metanu z vodních nádrží a dalších vodních ekosystémů se zabývaly také studie (St. Louis et al., 2000) a (Bastviken et al., 2011). Na celosvětový odhad vodní plochy byly extrapolovány údaje z 474 sladkovodních ekosystémů (jezera, vodní nádrže, řeky a potoky). Množství emitovaného metanu z těchto ekosystémů celkem činí 103 Tg CH₄/rok. Z tohoto množství jsou za 71,6 Tg CH₄/rok (77 %) zodpovědná jezera, za 20 Tg CH₄/rok (21 %) vodní nádrže a za 1,5 Tg CH₄/rok (2 %) řeky (Bastviken et al., 2011).

Dle souhrnné studie (St. Louis et al., 2000) je ebuliční tok z temperátních rezervoárů $20 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a z tropických rezervoárů $100 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Po extrapolaci těchto hodnot na globální plochu rezervoárů dostáváme hodnotu 70 Tg CH₄/rok.

Dle studie (Stanley et al., 2016) je roční odhad z řek a potoků 26,8 Tg CH₄/rok. Tento odhad je více než o řád větší, než je odhad Bastviken et al. (2011) (1,5 Tg CH₄/rok).

Výsledky další souhrnné studie, která se zabývala emisí metanu z vodních ekosystémů ukazuje Tab. 3 (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012). Výsledky ukazují, že dle průměrných hodnot je nejvyšší ebuliční tok z delt řek a mokřadů, následované řekami a jezery.

Nebyla zde prokázána závislost mezi ročními emisemi metanu a zeměpisnou šířkou nebo klimatickým pásem. Výsledky ukazují, že eutrofní jezera vykazovala větší ebulici než jezera oligotrofní. Maximální emise byly v létě, u všech typů ekosystémů mimo delt řek. Největší prostorová variabilita dat byla v jezerech oproti ostatním typům ekosystémů (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012).

Více studií zabývajících se kvantifikací skleníkových plynů z vodních ekosystémů pochází ze severní polokoule, stejně je tomu i u vodních nádrží (Deemer et al., 2016). Nejvíce studií se zaměřuje na mokřady, poté na jezera, řeky a nejméně probádané jsou delty řek.

Tab. 3: Roční emise metanu z vybraných ploch (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012)

	Roční emise metanu ($\text{g CH}_4 \text{ m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$)			
	Delta řeky	Jezero	Řeka	Mokřad
Průměr	539,327	64,296	465,266	470,072
Směrodatná odchylka	602,657	345,378	668,648	2300,428
Variační koeficient	112	537	144	489
Medián	370,395	1,560	162,430	18,200
Maximum	1620,337	2576,900	2266,370	19 044,000
Minimum	1,700	0,117	62,050	0,068
Počet studií	6	55	12	126

Studie kvantifikující emise skleníkových plynů z vodních nádrží se zabývají ebuličním tokem metanu z nádrží, popř. porovnáním s jinými zdroji antropogenních emisí. Studie se nezabývají původním krajinným pokryvem. Pro čistou hodnotu (ekologickou stopu) by bylo nutné zařadit množství skleníkových plynů unikajících z původní plochy. Ze zahrazené řeky a původní rozlohy půdy. Mezi další hodnoty, které by bylo vhodné započítat patří emise spojené s výstavbou vodních nádrží a s jejich dalším využíváním v delším časovém měřítku (např. 100 let) (UNESCO/IHA, 2009). U studií kvantifikujících emise z přirozených ekosystémů nemá tento koncept význam.

4 Praktická část

4.1 Řešené nádrže

Nádrž Vranov se nachází v Jihomoravském kraji, v okrese Znojmo, v obci Vranov nad Dyjí (Obr. 2). Nádrž Vír se nachází v Kraji Vysočina, v okrese Žďár nad Sázavou, v obci Vír (Obr. 3). Vybrané parametry nádrží jsou uvedeny níže (Tab. 4).

Nádrž Vír slouží jako nádrž na pitnou vodu zásobující město Brno (Online zdroj 4). V souvislosti s tímto využitím jsou kolem nádrže ochranná pásma a nádrž neslouží k chovu ryb. Vysazovány jsou zde pouze dravé ryby, které jsou užitečné pro biomanipulaci a podporují kvalitu vody. Rybolov je zde zakázaný (Online zdroj 5).

Nádrž Vranov oproti tomu patří k nejvýznamnějším rybářským revírům a slouží také jako rekreační oblast (Online zdroj 6). Obě nádrže slouží k výrobě elektrické energie (Online zdroj 7,8).

Tab. 4: Porovnání vybraných parametrů (Online zdroj 7,8)

Nádrž	Plocha (ha)	Výška hráze nade dne (m)	Stáří nádrže	Zásobní prostor (mil. m ³)	Tok
Vranov	762,5	47	1934	79,668	Dyje
Vír	223,6	66,2	1957	44,056	Svratka



Obr. 2: Nádrž Vranov s vyznačenou trasou lodí

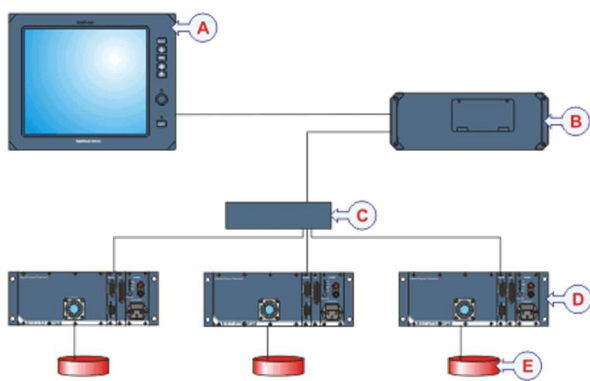


Obr. 3: Nádrž Vír s vyznačenou trasou lodi

4.2 Metodika

4.2.1 Sběr dat

Sběr dat proběhl v srpnu 2011. K získání dat posloužil vědecký echolot Simrad EK60 split beam (Obr. 4, Obr. 5). Přístroj byl navržen a je nejvíce využíván k rybářským účelům. Vysílá s frekvencí 120 kHz (úhel kuželu 7°), jedná se tedy o ultrazvuk (Online zdroj 9). Transducer mění elektrický signál na akustický a po odražení od objektu ho opět přeměňuje na elektrický. V našem případě byl použit vertikální transducer (Obr. 5). Tento přístroj dokáže určit přesnou polohu objektu, jelikož zpracovává signál odděleně pro každý kvadrant (Obr. 6).

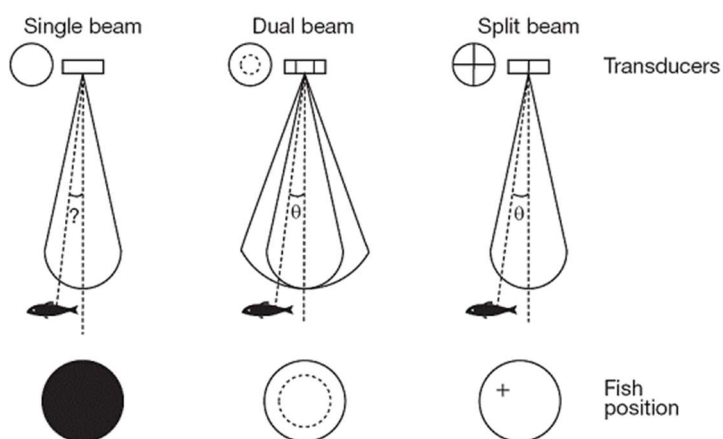


- A. Displej**
- B. Procesor (notebook)**
- C. Ethernetová rozbočka**
- D. Vysílač (GPT)**
- E. Transducer**

Obr. 4: Schéma přístroje Simrad EK60 split beam (Online zdroj 9)

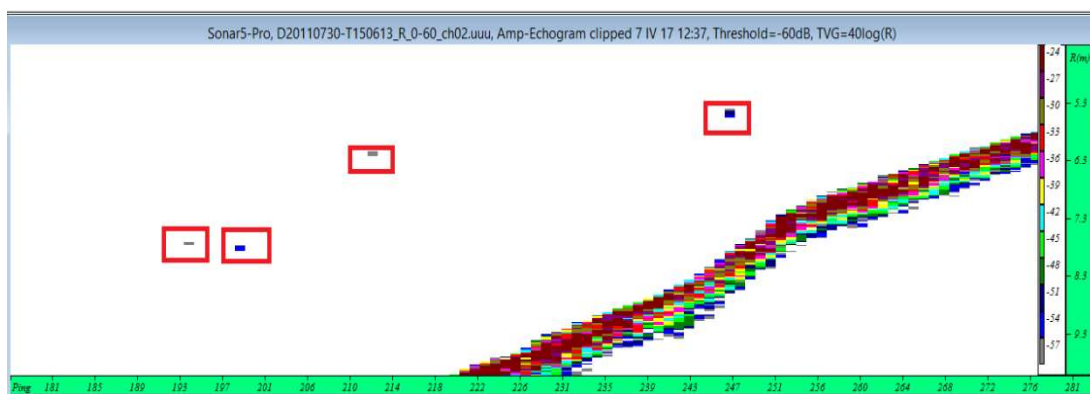


Obr. 5: Simrad EK60 split beam (foto autor)



Obr. 6: Porovnání přístrojů Single beam, Dual beam a Split beam (Online zdroj 10)

Na záznamu (echogramu) jsou patrné ozvěny (echa) objektů, od kterých se akustická emise (ping) odrazila. Pokud byl objekt zaměřen jen jednou, je zde patrné tzv. single echo (Obr. 7). Pro účely práce byla jednotlivá single echa zanedbána. Pokud byl objekt zachycen více než jednou, je patrné spojení více single ech (Obr. 9). Naměřená akustická data z vybraných nádrží Vranov a Víř mi byla poskytnuta vedoucí práce paní Frouzovou.

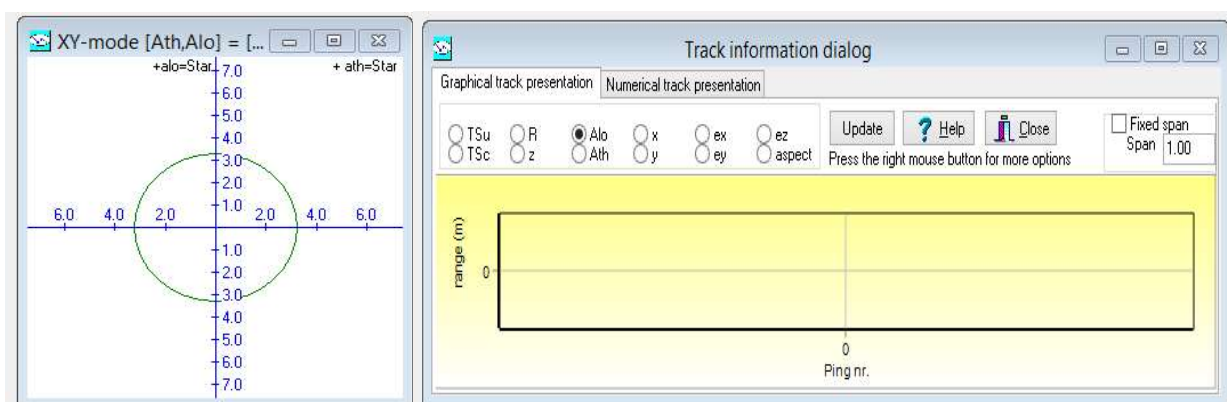


Obr. 7: Zobrazení single ech na echogramu v prostředí Sonaru 5

4.2.2 Zpracování dat

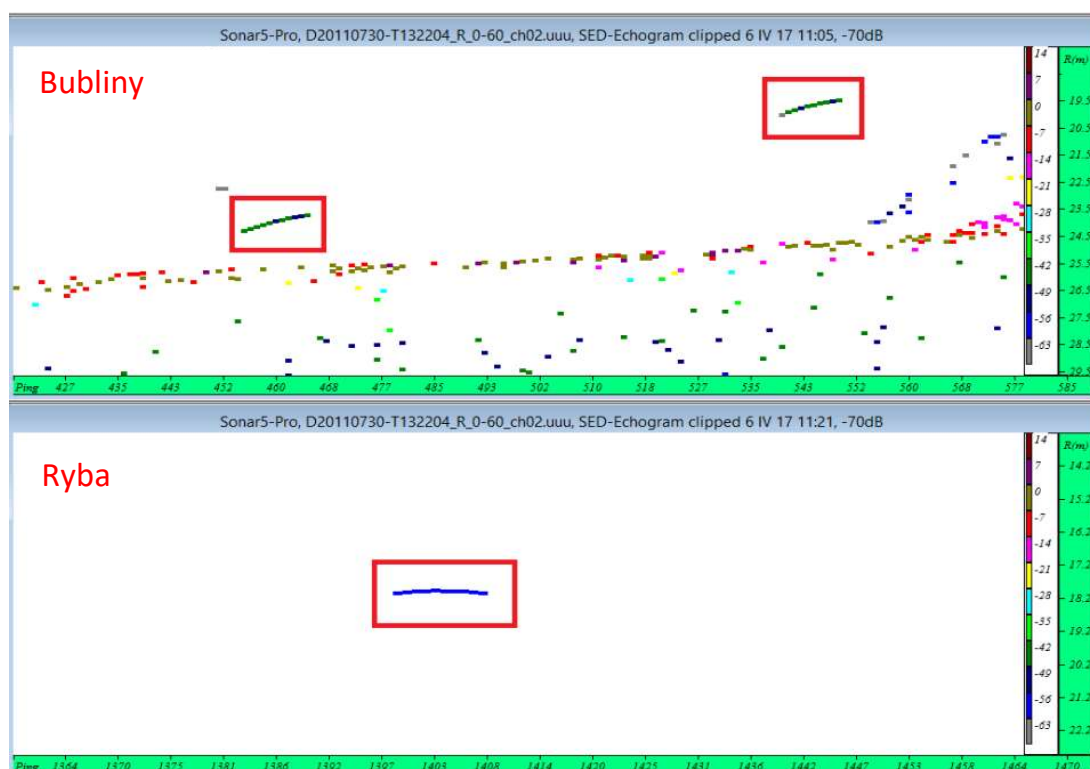
Pro zpracování echogramů byl použit program Sonar 5. Program byl navržen pro grafické zobrazení a identifikaci ryb, ale je vhodný i pro rozeznávání bublin vzniklých ebulicí v nádrži (Online zdroj 11). Pro účely práce byla v programu nastavena nejnižší prahová hodnota target strength (TS): -65 dB. Hodnota TS je v Sonaru 5 přiřazena každému objektu a je definována jako desetinásobek logaritmu podílu odražené intenzity v jednom metru od objektu a intenzity dopadu (Lubis a Manik, 2017). Je vyjadřována jako počet negativních decibelů a roste s rostoucí velikostí objektu. V programu tedy nebyly zobrazovány objekty, které měly nižší TS než -65 dB. Toto opatření posloužilo k odstranění nežádoucího šumu.

Následně byly rozlišovány bubliny od ryb. Ryby se od bublin rozeznávají dle sklonu objektu a dle polohy v akustickém kuželu. Akustický kužel je tvořen prostorovým úhlem, pod kterým sonar vysílá akustické vlny (Obr. 8). Byly zaznamenávány objekty, který byly celé v akustickém kuželu a jejichž pohyb byl vertikální.



Obr. 8: Zobrazení akustického kuželu a sklonu objektu v prostředí Sonaru 5

Na echogramu (Obr. 9) jsou patrné bubliny (vertikální pohyb) a ryba (horizontální pohyb). Bubliny byly uvolňovány formou jednotlivých bublin nebo bublinových proudů v rámci kterých bylo možné jednotlivé bubliny dobře rozlišit.



Obr. 9: Zobrazení bublin a ryb na echogramu v prostředí Sonaru 5

4.2.3 Výpočty

Po rozlišení bublin došlo k převedení TS jednotlivých bublin na jejich objem. Vztah mezi TS objektu a jeho objemem popisuje následující rovnice (Frouzová et al., 2015):

$$TS = 7,07 \log_{10}(V) - 43,48 \quad (R^2 = 0,979, p < 0,001) \quad (1)$$

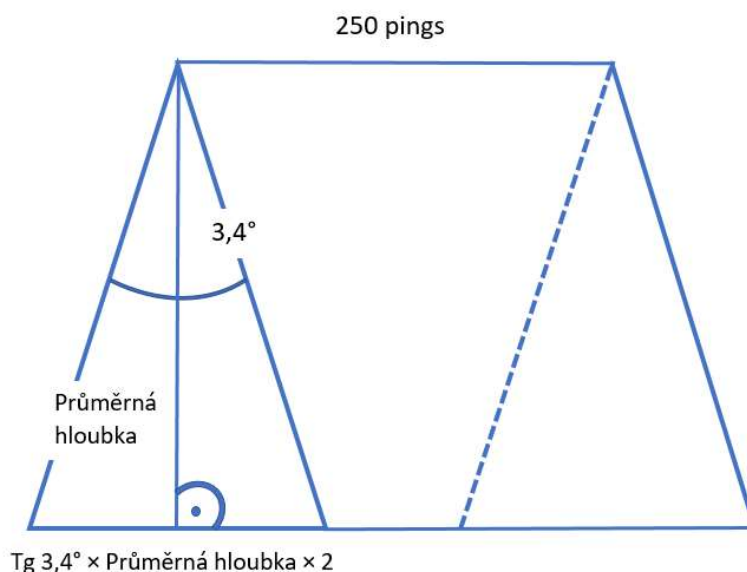
Pro další analýzy byl dále převeden objem bublin na objemovou hustotu bublin ρ_B [$\text{ml} \cdot \text{m}^{-3}$] (Maeck et al., 2013; Tušer et al., in m. s.):

$$\rho_B = \frac{\sum V_i}{V_W} \quad (2)$$

Kde V_i je objem bublin [ml] a V_W je objem výseče zabíraný transducerem [m^{-3}].

Naměřená data byla rozdělena do segmentů po 250 pings (akustických vlnách, které vysílá transducer). Objem výseče zabíraný transducerem (V_W) se liší podle hloubky, proto byl tento objem počítán pro každý segment zvlášť a následně byly jednotlivé objemy sečteny (Obr. 10):

$$V_W = \frac{\sum(Tg\ 3,4^\circ \times \text{Průměrná hloubka}^2 \times 2 \times \text{Délka segmentu})}{2} \quad (3)$$



Obr. 10: Objem výseče zabíraný transducerem

Ebuliční tok J_A [$\text{ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$] byl spočítán z celkové objemové hustoty bublin (ρ_B) a průměrné rychlosti bubliny ($v_B=0,25 \text{ m s}^{-1}$, McGinnis et al. 2006) (Maeck et al., 2013; Tušer et al., in m.s.):

$$J_A = \rho_B \times v_B \times 86400 \quad (4)$$

Pro převedení ebuličního toku na ebuliční tok metanu [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$] byla použita následující rovnice (Tušer et al., in m. s.):

$$J_A(\text{CH}_4) = \frac{J_A \times c \times M}{V_m} \quad (5)$$

Kde c je průměrná objemová koncentrace metanu v bublině [$\text{l} \cdot \text{l}^{-1}$], M je molární hmotnost CH_4 ($16,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) a V_m je molární objem ideálního plynu za standardních podmínek ($22,414 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1}$). Pro výpočet bylo uvažováno konstantní množství metanu $70 \pm 5 \%$ v jednotlivých bublinách (DelSontro et al., 2010).

Ebuliční tok, který byl prozatím uvažován, byl na rozhraní sediment-voda. I přesto, že je metan ve vodě málo rozpustný, se část metanové bubliny rozpustí ve vodě a neuvolní se do atmosféry. Proto by měl být celkový ebuliční tok, resp. jednotlivé ebuliční toky o tuto část zmenšeny. Pro odhad tohoto množství byl použit celkový ebuliční tok metanu ($J_A(CH_4)$), průměrný průměr bubliny ($\bar{\phi}$) a průměrná hloubka, ve které byla bublina zachycena (\bar{h}) (McGinnis et al., 2006; DelSontro et al., 2015).

4.2.4 Statistické zpracování dat

Jelikož ebuliční tok je nelineární funkce vzhledem k ebuličním tokům jednotlivých segmentů (není to jejich průměr), tak k otestování, zdali jsou oba ebuliční toky stejně velké, byla použita metoda Bootstrap, nikoli t-test. Metoda Bootstrap, kdy je z naměřených n segmentů z dané přehrady náhodně vybráno n segmentů s opakováním. Na tomto vzorku je pak naměřen celkový ebuliční tok. Opakováním této procedury je získána distribuce možných naměřených ebuličních toků pro danou přehradu, která je poté použita pro samotné testování.

Pro zachycení vztahu mezi hloubkou a ebuličním tokem, bez jakýchkoli předpokladů ohledně funkční formy, byla použita metoda LOESS. Metoda LOESS, která odhadne očekávaný ebuliční tok pro každou hloubku, resp. pro každou vzdálenost jako vážený průměr na okolí tohoto bodu. Vzhledem k tomu, že hloubka je úzce propojena se vzdáleností od hráze, není možné vliv těchto dvou faktorů testovat samostatně. Proto byl pro testování použit lineární model, kde vysvětlovaná proměnná je ebuliční tok a vysvětlující proměnné jsou indikátor hloubky (nabývající hodnot 0 nebo 1 v závislosti na tom, zda je hloubka daného segmentu v intervalu 5-10 metrů) a vzdálenost od hráze měřená v metrech.

Jelikož po sobě jdoucí naměřené velikosti bublin jsou pozitivně korelované, není možné použití standardních statistických testů pro otestování shodnosti velikostních distribucí napříč vybranými přehradami, jako je t-test a chi-kvadrát. Byla tedy použita metoda Bootstrap. Kdy jsou ze sekvence naměřených bublin náhodně vybírány s opakováním menší úseky, ze kterých se utvoří bootstrapový vzorek (zachovávající korelační strukturu) na němž je pak naměřena průměrná velikost bublin. Opakováním této procedury je získána distribuce možných naměřených průměrných velikostí pro danou přehradu, která je poté použita pro samotné testování.

Výsledky byly statisticky zpracovány v programu R.

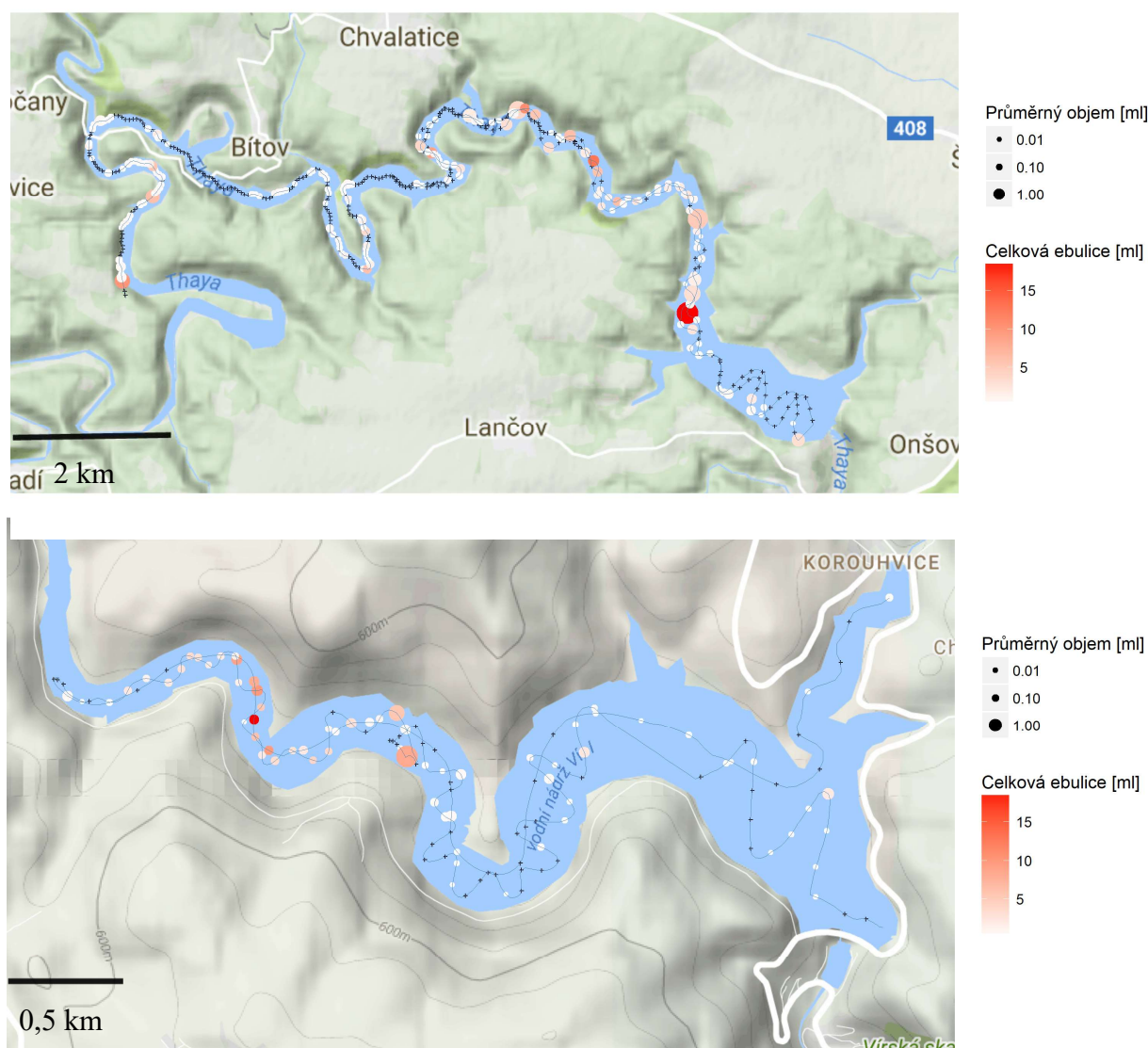
5 Výsledky

Ve vodní nádrži Vranov bylo detekováno 712 bublin na trase lodi dlouhé 31,20 km. Naměřená data byla rozdělena po 250 pings do 462 segmentů (Tab. 9).

Ve vodní nádrži Vír bylo detekováno 654 bublin na trase dlouhé 13,57 km. Naměřená data byla rozdělena po 250 pings do 125 segmentů (Tab. 10).

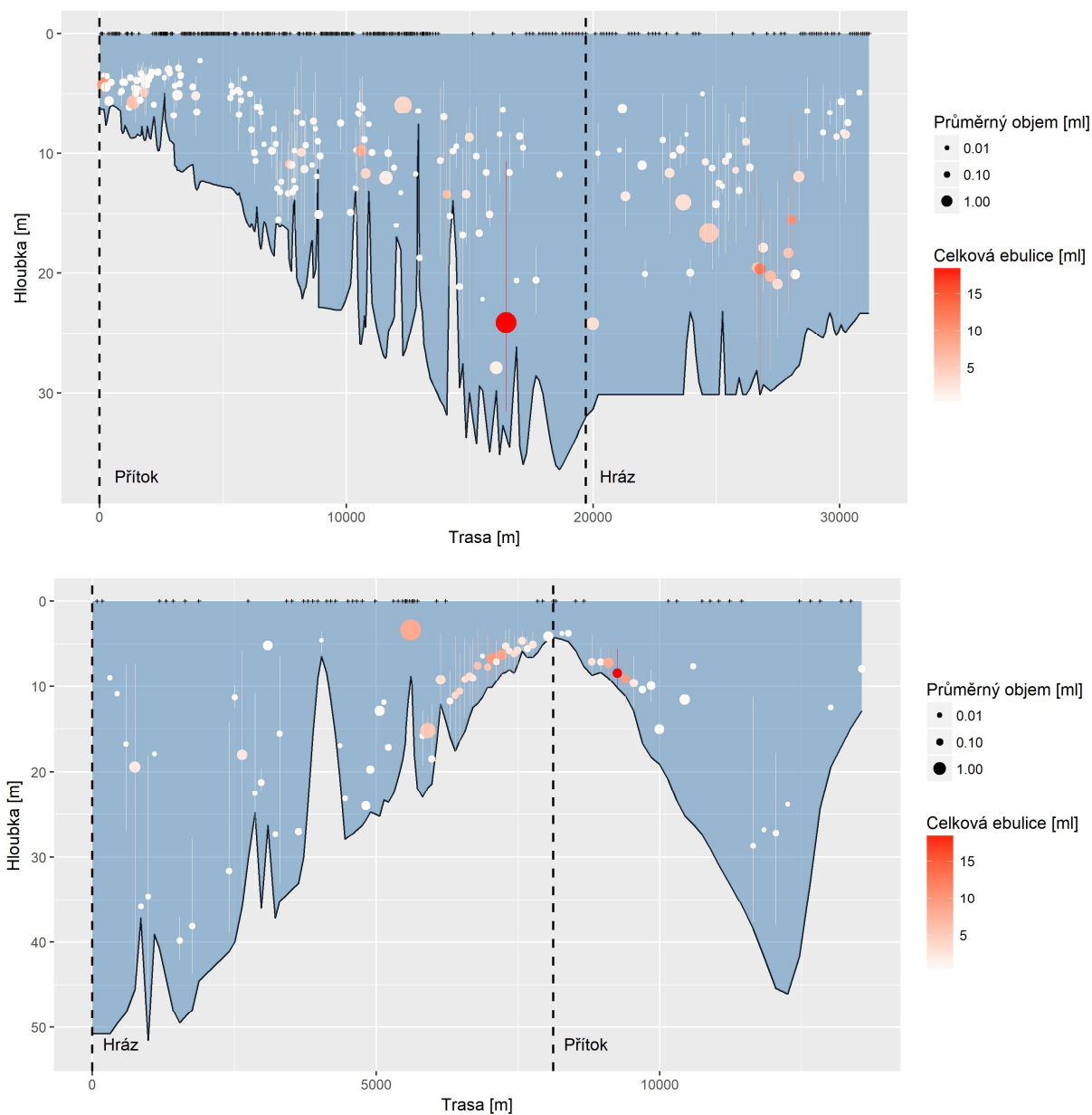
5.1 Vertikální a horizontální schéma distribuce bublin

Grafické znázornění naměřených hodnot představuje Obr. 11 a Obr. 12.



Obr. 11: Grafické znázornění celkové ebulice a průměrného objemu bublin

Pozn.: Horní obrázek odpovídá nádrži Vranov, spodní nádrži Vír. Každému segmentu odpovídá jeden znak (kruh – jedna a více bublin, křížek – žádná bublina). V případě více bublin byly jednotlivé objemy sečteny (celková ebulice daného segmentu). Velikost kruhu odpovídá průměrné velikosti bublin. Znak je zobrazen vždy na konci segmentu.



Obr. 12: Vertikální schéma snímaného úseku

Pozn.: Horní obrázek odpovídá nádrži Vranov, spodní nádrži Víř. Na ose x je vynesena trasa lodi v metrech. Každému segmentu odpovídá jeden znak (kruh – jedna a více bublin, křížek – žádná bublina). V případě více bublin byly jednotlivé objemy sečteny (celková ebulice daného segmentu). Velikost kruhu odpovídá průměrné velikosti bublin. Výběžky zobrazují umístění bublin ve vodním sloupci (maximální a minimální hloubku). Hloubka představuje průměrnou hloubku v segmentu.

5.2 Ebuliční tok

Celková objemová hustota nádrže Vranov:

$$\rho_B = \frac{209,64}{1159818,87} = 0,000181 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-3} \quad (2)$$

Ebuliční tok:

$$J_A = 0,000181 \times 0,25 \times 86400 \quad (4)$$

$$J_A = 3,90 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$$

Celková objemová hustota nádrže Vír:

$$\rho_B = \frac{134,70}{688832,80} = 0,000196 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-3} \quad (2)$$

Ebuliční tok:

$$J_A = 0,000196 \times 0,25 \times 86400 \quad (4)$$

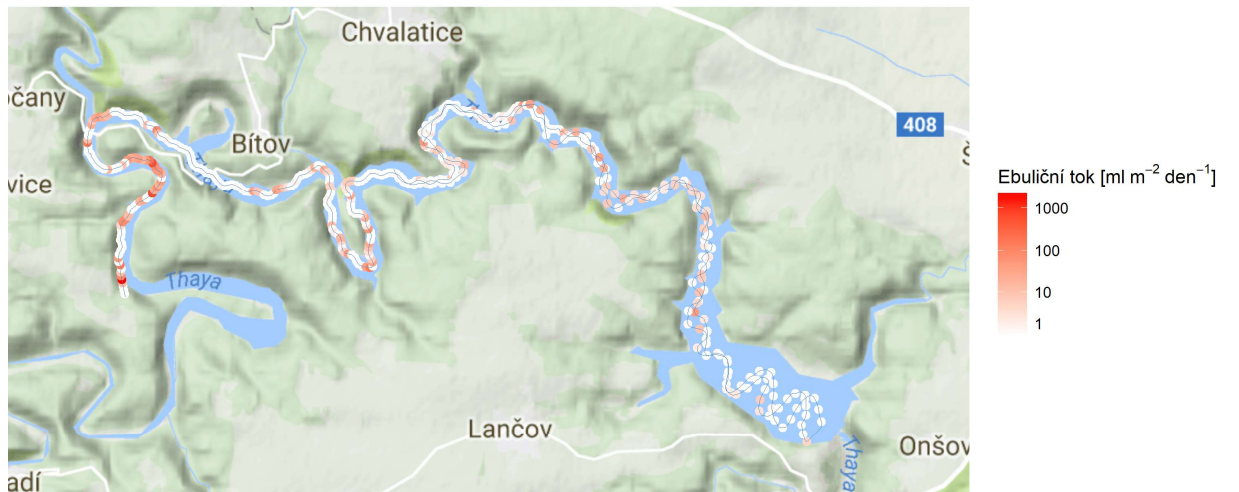
$$J_A = 4,22 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$$

Objemové hustoty a ebuliční toky jednotlivých segmentů jsou uvedeny v Tab. 9 a 10.

V nádrži Vranov bylo zaznamenáno 280 segmentů s nulovým ebuličním tokem. Ve zbylých 182 segmentech byly naměřeny ebuliční toky od $0,0093 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ do $1937,6199 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Medián těchto hodnot odpovídá $5,8317 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. V nádrži Vír bylo zaznamenáno 54 segmentů s nulovým ebuličním tokem. Ve zbylých 71 segmentech byly naměřeny ebuliční toky od $0,0080 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ do $1970,1987 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Medián těchto hodnot odpovídá $2,6172 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Je zde patrná velká variabilita mezi jednotlivými segmenty, ebuliční toky jednotlivých segmentů se liší o několik řádů (Tab. 9, Tab. 10, Obr. 13).

H1: Nádrž s větším přítokem má větší ebulici než nádrž s menším přítokem.

Obě nasimulované distribuce se z velké míry překrývaly a nemůžeme tudíž říci, že Vír bublá signifikantně více než Vranov ($p = 0,40$). Vzhledem k tomu, že rozdíl není signifikantní, nelze hodnotit vliv přítoku.

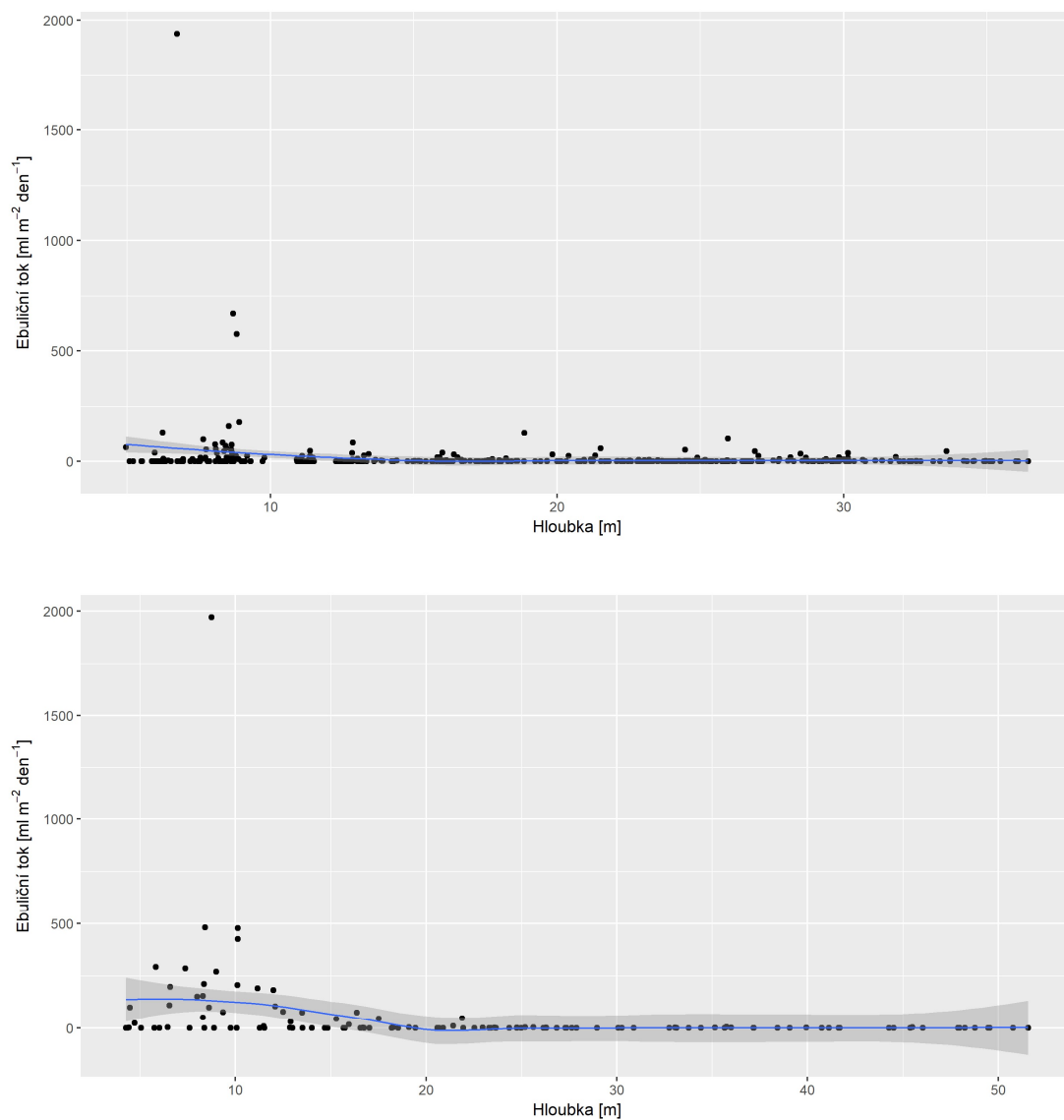


Obr. 13: Grafické znázornění ebuličního toku

Pozn.: Horní obrázek odpovídá nádrži Vranov, spodní nádrži Vír. Každému segmentu odpovídá jeden znak.

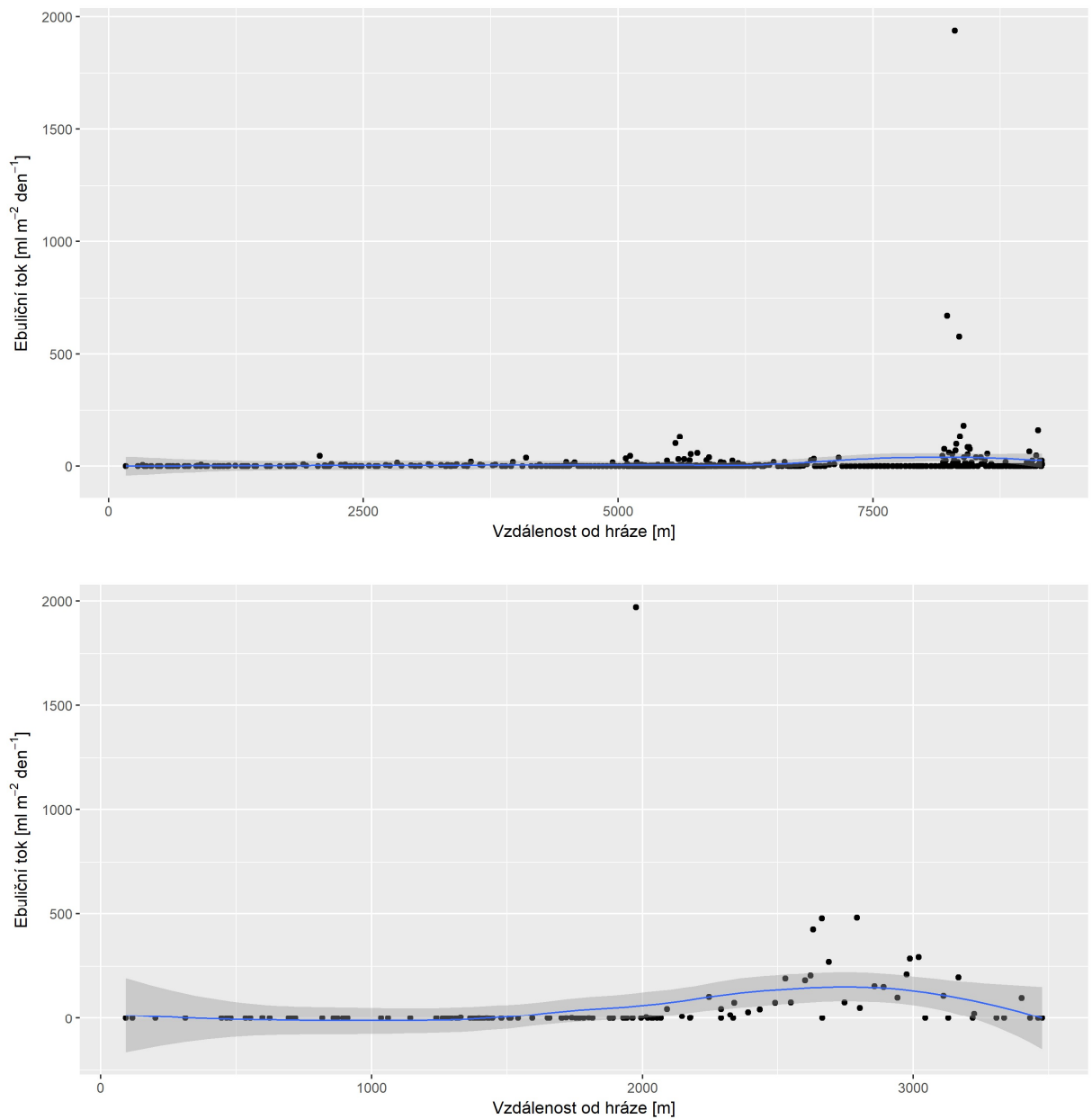
5.3 Závislost ebuličního toku na hloubce a na vzdálenosti od hráze

Závislost ebuličního toku na hloubce představuje Obr. 14. Závislost ebuličního toku na vzdálenosti od hráze představuje Obr. 15. Silnější ebuliční toky byly nalezeny v lokalitách dále od hráze, v místech s menší hloubkou.



Obr. 14: Závislost ebuličního toku na hloubce

Pozn.: Horní obrázek odpovídá nádrži Vranov, spodní nádrži Vír. Pro představu o tvaru křivky mimo zkoumanou hloubku 5-10 m byla použita metoda LOESS. Šedá oblast představuje 95% interval spolehlivosti. Jeden bod odpovídá jednomu segmentu. Hloubka představuje průměrnou hloubku v segmentu.



Obr. 15: Závislost ebuličního toku na vzdálenosti od hráze

Pozn.: Horní obrázek odpovídá nádrži Vranov, spodní nádrži Víř. Pro představu o tvaru křivky přes všechny vzdálenosti byla použita metoda LOESS. Šedá oblast představuje 95% interval spolehlivosti. Jeden bod odpovídá jednomu segmentu.

Z Obr. 14 a 15 je patrné, že by mohla být faktorem ovlivňujícím produkci metanu ve vodních nádržích hloubka i vzdálenost od hráze. Vzhledem k tomu, že hloubka je úzce propojena se vzdáleností od hráze, není možné vliv těchto dvou faktorů testovat samostatně. Je tedy nutné testovat obě proměnné najednou.

Lineárními modely byly testovány následující hypotézy:

H2: Ebulice probíhá různě silně v různých hloubkách, nejsilnější ebulice je z hloubky 5-10 metrů.

H2₀: Ebulice není závislá na hloubce.

H3: Ebulice závisí na vzdálenosti od hráze.

H3₀: Ebulice není závislá na vzdálenosti od hráze.

Lineární model přehrady Vír (Tab. 5) ukazuje signifikanci obou zmiňovaných faktorů ($p < 0,05$), ale po otestování obou faktorů současně se jejich signifikance nepotvrdila.

Lineární model přehrady Vranov (Tab. 6) ukazuje také signifikanci obou zmiňovaných faktorů ($p < 0,05$), ale po otestování obou faktorů současně se jejich signifikance nepotvrdila. Pro odseparování efektů bylo tedy nutné použít data z obou přehrad.

Lineární model dat z obou přehrad současně (Tab. 7) ukazuje signifikanci hloubky i po testování obou faktorů současně ($p < 0,01$).

Tab. 5: Přehrada Vír - Lineární model závislosti ebuličního toku na vzdálenosti od hráze a na hloubce

	Ebuliční tok		
	(1)	(2)	(3)
Konstanta	20.93000***	-45.70392**	-9.93856
Střední chyba	(8.03374)	(21.38100)	(34.98038)
Hloubka 5-10 m	186.42060**		168.02950
Střední chyba	(89.21259)		(111.10680)
Vzdálenost od hráze		0.05339***	0.01851
Střední chyba		(0.01472)	(0.02240)
Počet pozorování	125	125	125
R ²	0.12804	0.05027	0.13283
<i>Poznámka:</i>	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01		

Tab. 6: Přehrada Vranov - Lineární model závislosti ebuličního toku na vzdálenosti od hráze a na hloubce

	Ebuliční tok		
	(1)	(2)	(3)
Konstanta	4.20199***	-14.89206*	3.02239
Střední chyba	(0.69829)	(8.24508)	(2.00990)
Hloubka 5-10 m	54.82206**		54.00703*
Střední chyba	(26.69354)		(27.70917)
Vzdálenost od hráze		0.00505**	0.00023
Střední chyba		(0.00228)	(0.00043)
Počet pozorování	462	462	462
R ²	0.04271	0.01419	0.04273
<i>Poznámka:</i>	* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01		

Tab. 7: Obě přehrady - Lineární model závislosti ebuličního toku na vzdálenosti od hráze a na hloubce

	Ebuliční tok		
	(1)	(2)	(3)
Konstanta	7.78165***	18.31465	30.32091**
Střední chyba	(1.77535)	(12.88655)	(14.04114)
Hloubka 5-10 m	82.08258***		97.66485***
Střední chyba	(28.86874)		(34.00386)
Vzdálenost od hráze		0.00074	-0.00521*
Střední chyba		(0.00244)	(0.00314)
Počet pozorování	587	587	587
R ²	0.05903	0.00024	0.06858
<i>Poznámka:</i>	* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01		

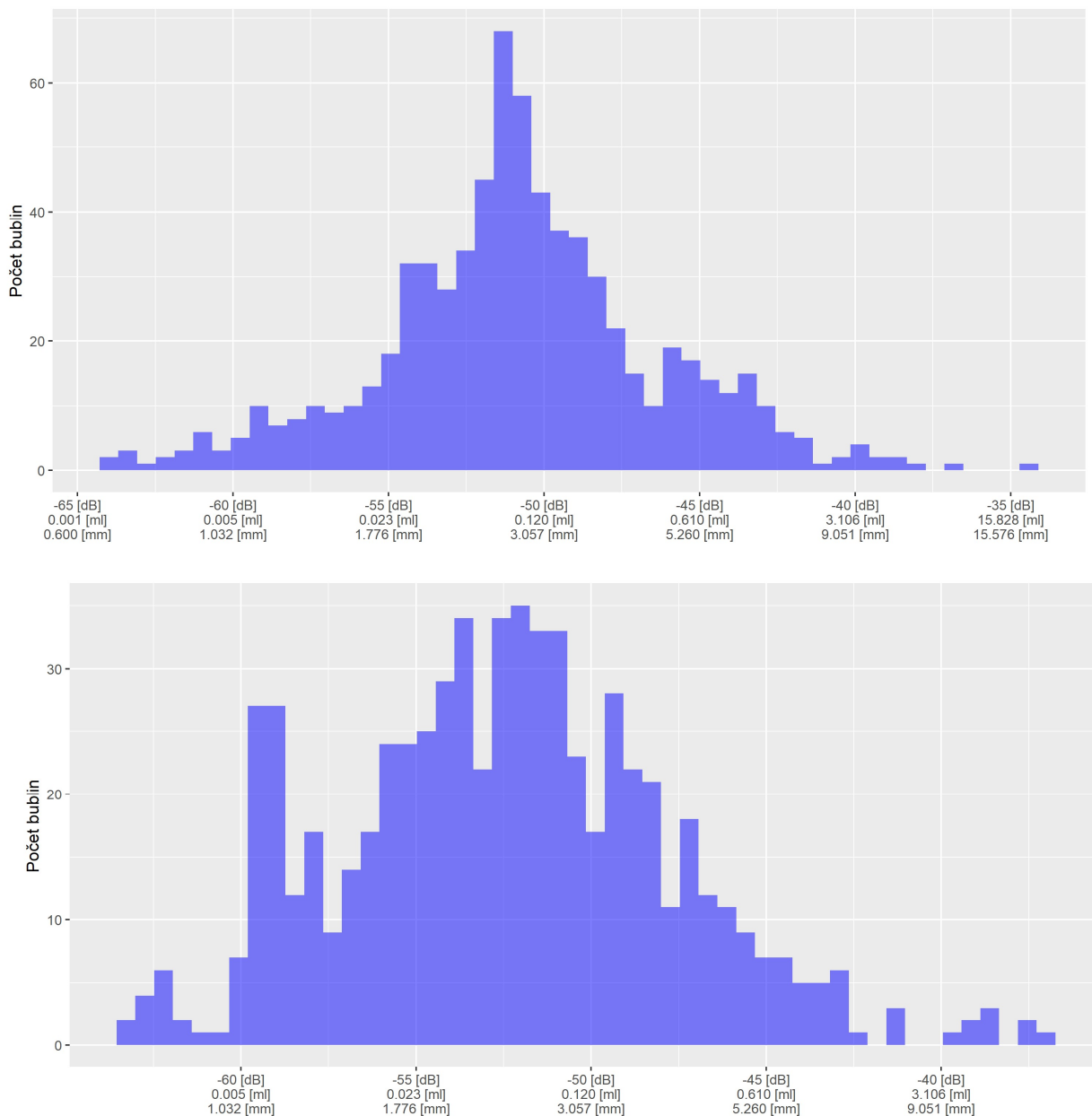
5.4 Velikostní rozložení bublin

Velikostní rozložení bublin je patrné z Obr. 16. V nádrži Vranov bylo naměřeno 712 bublin s velikostmi od -64,27 dB do -34,69 dB. Což odpovídá rozmezí 0,72-12,41 mm. Poloměr průměrné bubliny spočítaný z průměrného objemu je 3,66 mm. Medián odpovídá poloměru 2,34 mm. Distribuce má unimodální rozložení.

V nádrži Vír bylo naměřeno 654 bublin s velikostmi od -63,37 dB do -37,09 dB. Což odpovídá 0,65-16,11 mm. Poloměr průměrné bubliny spočítaný z průměrného objemu je 4,13 mm. Medián odpovídá poloměru 2,76 mm. Distribuce má unimodální rozložení.

H4 = H40: Velikostní rozložení bublin je v obou nádržích stejné.

Po použití metody Bootstrap byla tato hypotéza zamítnuta. Větší bubliny se vyskytují v nádrži Vranov ($p = 0,00$). Rozdíl průměrných TS v nádržích (1,68 dB) je tedy statisticky signifikantní.



Obr. 16: Velikostní rozložení bublin

Pozn.: Horní obrázek odpovídá nádrži Vranov, spodní nádrži Vír.

5.5 Ebuliční tok metanu a tok voda – atmosféra

Ebuliční tok metanu v nádrži Vranov:

$$J_A(CH_4) = \frac{3,90 \times 0,7 \times 16,04}{22,4} = 1,95 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} = 2,72 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \quad (5)$$

Tok voda – atmosféra:

$$\text{Odhad: } 1,95 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \times 0,72 = 1,40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$$

Kde $\varnothing_d = 8,25 \text{ mm}$; $\varnothing_h = 10,25 \text{ m}$; 0,72 je odečteno z grafu

Ebuliční tok metanu v nádrži Vír:

$$J_A(CH_4) = \frac{4,22 \times 0,7 \times 16,04}{22,4} = 2,12 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} = 2,96 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \quad (5)$$

Tok voda – atmosféra:

$$\text{Odhad: } 2,12 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \times 0,7 = 1,48 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$$

Kde $\varnothing_d = 7,33 \text{ mm}$; $\varnothing_h = 9,8 \text{ m}$; 0,7 je odečteno z grafu

5.6 Shrnutí výsledků

H1: Nádrž s větším přítokem má větší ebulici než nádrž s menším přítokem.

Po použití metody Bootstrap není možné říci, že jedna z nádrží bublá signifikantně více než druhá ($p = 0,40$). Vzhledem k tomu, že rozdíl není signifikantní, nelze hodnotit vliv přítoku.

H2: Ebulice probíhá různě silně v různých hloubkách, nejsilnější ebulice je z hloubky 5-10 metrů.

H2₀: Ebulice není závislá na hloubce.

H3: Ebulice závisí na vzdálenosti od hráze.

H3₀: Ebulice není závislá na vzdálenosti od hráze.

Vzhledem k tomu, že hloubka je úzce propojena se vzdáleností od hráze, není možné vliv těchto dvou faktorů testovat samostatně. Je tedy nutné testovat obě proměnné najednou. Pro data z nádrže Vír se po otestování obou faktorů současně jejich signifikance nepotvrdila. Pro data z nádrže Vranov také ne. Pro odseparování efektů bylo tedy nutné použít data z obou přehrad. Po použití lineárního modelu s daty z obou přehrad byl statisticky potvrzen největší ebuliční tok z hloubky 5-10 m ($p < 0,01$).

H4 = H4₀: Velikostní složení bublin je v obou nádržích stejné.

Po použití metody Bootstrap byla tato hypotéza zamítnuta ($p = 0,00$). Rozdíl průměrných TS v nádrži Vranov a Vír (1,68 dB) je tedy statisticky signifikantní.

H5: Emise metanu uvolněného ebulicí ve studovaných nádržích jsou významné v porovnání s jinými vodními ekosystémy.

Množství metanu uvolněného ebulicí z nádrže Vranov činí $1,40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a z nádrže Vír $1,48 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Porovnání s jinými vodními ekosystémy je diskutováno v diskuzi.

6 Diskuze

Při porovnání ebulice se ukázalo, že mezi oběma sledovanými nádržemi nebyl pozorován statisticky významný rozdíl, což je překvapivé zjištění, vzhledem k velkým odlišnostem v charakteristikách sledovaných nádrží (velikost vodní plochy, průměrná hloubka atd.). Toto pozorování naznačuje, že faktory, které ovlivňují variabilitu v produkci metanu mezi nádržemi budou zřejmě komplexnější, než jsme se domnívaly. Tento fakt může být také ovlivněn tím, že ebulice podléhá značné časové a prostorové variabilitě během roku. Tato vlastnost brání přesným odhadům a výsledky se často značně liší. My máme sice k dispozici jen jedno měření, ale z hlediska roku je významné. Podle některých autorů bývá ebuliční tok na konci léta největší (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012), výsledky jiných studií ukazují, že je toto období později, říjen až listopad (Tušer et al., in m. s.). Studií, které tyto rozdílnosti v rámci roku sledují je málo. Kvůli časové variabilitě ebulice nemůžeme naše hodnoty extrapolovat na delší časové období.

6.1 Ebuliční tok

Naše výsledky, v nádrži Vranov byl naměřen celkový ebuliční tok $3,90 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a v nádrži Vír $4,22 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, jsme srovnali se studií Tušera et al. (in m. s.), ve které byla měřena ebulice v nádrži Římov hydroakustickým přístupem několikrát během let 2013 a 2014. Pro srovnání byl použit celkový ebuliční tok ze srpna 2014. Celkový ebuliční tok byl řádově stejný ($10 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$), jako v námi sledovaných nádržích ve stejném měsíci.

Ve studii (DelSontro et al., 2015) byl měřen v červenci průměrný ebuliční tok z nádrže Wohlen ve Švýcarsku. Průměrný ebuliční tok z nádrže Wohlen odpovídal $820 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Po převedení dat na tuto jednotku (průměrný ebuliční tok v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$) dostáváme hodnoty $9,80 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ pro Vranov a $37,41 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ pro Vír. Je zde patrný velký rozdíl mezi nádrží Wohlen a vybranými nádržemi. Důvodem může být fakt, že v předchozí studii (DelSontro et al., 2010) ve vodní nádrži Wohlen byly vytipované oblasti s patrnou ebulicí a následující studie se na tyto úseky zaměřila, na rozdíl od našeho měření a měření z nádrže Římov, kde byla trasa lodi vytipována náhodně.

Byla zjištěna velká variabilita ebuličních toků mezi jednotlivými segmenty, která podporuje tvrzení o velké prostorové variabilitě ebulice (DelSontro et al., 2015). Ebuliční toky v jednotlivých segmentech se lišily o několik řádů (Vranov: 8 řádů, Vír: 7 řádů), což je typické i pro další studie. V obou nádržích se vyskytovalo velké množství segmentů s nulovým ebuličním tokem (Vranov: 61 %, Vír: 43 %).

Faktor velikosti přítoku nemohl být testován, jelikož nemůžeme říci, že se celkové ebuliční toky signifikantně liší, ať už z jakéhokoli důvodu. Ale předpokládáme, že spíše než na absolutní velikosti přítoku záleží na množství organického materiálu, který se do nádrže touto cestou dostane z povodí (Maeck et al., 2013).

6.2 Hloubka a vzdálenost od hráze

Tyto dva faktory bylo nutné testovat společně, jelikož jsou úzce propojeny. V nádrži jsou největší hloubky u hráze a směrem k přítoku se hloubka snižuje. Silnější ebuliční toky byly nalezeny v lokalitách dále od hráze a zároveň v místech s menší hloubkou. Pokud byl testován jeden faktor (hloubka nebo vzdálenost od hráze), závislost byla potvrzena, ale po otestování obou faktorů současně se jejich signifikance nepotvrdila. Toto bylo shodné pro nádrž Vranov i pro nádrž Vír. Pro odseparování efektů bylo tedy nutné použít data z obou přehrad. Po použití lineárního modelu s daty z obou přehrad byl statisticky potvrzen největší ebuliční tok z hloubky 5-10 m ($p < 0,01$).

Maximální ebuliční tok byl naměřen v segmentu s průměrnou hloubkou 6,7 m na Vranově a 8,7 m na Víru. Tyto hloubky jsou nejvýznamnější proto, že nižší hydrostatický tlak podporuje formaci bublin a teplota vody je v těchto hloubkách vyšší než v hlubších oblastech (Stanley et al., 2016). Jsou tedy pro tvorbu bublin aktuálně nejprůzračnější.

V nádrži Římov byla hloubka s největším ebuličním tokem 15,5 m a 80 % bublin bylo v rozmezí 10-25 m (Tušer et al., in m. s.). Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben tím, že hodnota z nádrže Římov byla průměrem z více měření během roku. Hloubky, ze kterých probíhá ebulice se mění v závislosti na teplotě sedimentu a posouvají se do větších hloubek (Yang et al., 2014). Největší podíl bublající plochy souvisel s maximální teplotou sedimentu, která byla změřena na podzim (Tušer et al., in m. s.).

6.3 Velikost bublin

Velikost bublin bývá nejčastěji uváděna jako poloměr bubliny v mm. V našich modelových nádržích se objevovaly bubliny v rozmezí 0,72-12,41 mm v nádrži Vranov a 0,65-16,11 mm v nádrži Víř. Hydroakustický průzkum v nádrži Římov zachytil bubliny ve velikostech 1,2-43 mm (Tušer et al., in m. s.). Tyto hodnoty se podobají hodnotám z přehrazené řeky Saar 0,4-12,6 mm (Maeck et al., 2013). Rozmezí velikostí bublin ve vybraných nádržích přibližně odpovídá hodnotám z nádrže Římov a řeky Saar. Průměrná bublina v nádrži Vranov odpovídá 3,66 mm, v nádrži Víř 4,13 mm a v nádrži Římov 3,8 mm.

Statistický test zamítl shodnost distribucí. Z distribucí bublin na Obr. 16 je patrné větší zastoupení bublin v intervalech 60 až -55 dB a -50 až -45 dB (1,032-1,776 mm a 3,057-5,260 mm) v nádrži Víř, což může naznačovat rozdílnou strukturu sedimentů (Meier et al., 2011).

Velkých bublin bývá ve vodních nádržích méně než malých a středních (DelSontro et al., 2015; Tušer et al., in m. s.), ale mají velký podíl na celkovém objemu bublin, a tedy na celkovém ebuličním toku. V nádrži Wohlen bylo zjištěno, že 10 % největších bublin je zodpovědných za 65 % celkového objemu bublin (DelSontro et al., 2015), což odpovídá i mému zjištění. V nádrži Vranov 10 % největších bublin odpovídá 62,6 % celkového objemu. V nádrži Víř 10 % největších bublin odpovídá 67,4 %.

6.4 Porovnání emisí metanu z vodních nádrží s jinými vodními ekosystémy

Dle výsledků ze souhrnné studie, která syntetizuje data z vodních nádrží (Deemer et al., 2016) je průměrný příspěvek ebulice k celkové emisi metanu 65 %. Pro porovnání s jinými zdroji metanu v krajině je tedy nutné zbylý podíl přičíst. Celková emise metanu z nádrže Vranov je potom $2,15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a z nádrže Víř $2,28 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$.

Data ze souhrnné studie, která se týkala emisí metanu z přirozených vodních ekosystémů, představuje Tab. 8 (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012). Jsou zde uvedeny hodnoty se zaměřením na emise v nejpříznivějším měsíci celého roku. Byly to tedy údaje z různých měsíců, kde byla naměřena nejvyšší hodnota. Pravděpodobně tedy srpen-listopad (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012; Tušer et al., in m. s.). Tyto hodnoty jsou tedy s našimi porovnatelné.

Z tabulky je patrná velká variabilita dat, variační koeficienty jsou v rozmezí 187-630. Velké rozdíly mezi studii jsou stejně jako u vodních nádrží způsobeny různými typy měření a různou přesností dat (Deemer et al., 2016). Při použití statických metod jsou měřeny jen malé plochy, které nemusí dostatečně zajistit prostorovou variabilitu.

Hydroakustický přístup prosnímkuje větší objem vody a dává nám tak dobrou představu o prostorové variabilitě, ale každé místo je snímáno pouze krátkou dobu (řádově vteřiny). A tak nám jednotlivá snímkováání neposkytují informaci o časové variabilitě. Záleží také na interpretaci dat, kdy není mnohdy na první pohled zřejmé, zda se ve studii jedná o celkový ebuliční tok nebo o průměrný ebuliční tok. Bývá uvedeno jen ebuliční tok (resp. flux). Tyto dva ebuliční toky se např. v našem případě značně liší (u nádrže Vranov 3,8krát, u nádrže Vír 8,8krát).

Tab. 8: Emise metanu z přirozených vodních ekosystémů (Ortiz-Llorente a Alvarez-Cobelas, 2012)

	Emise metanu ($\text{mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)				
	Delta řeky	Jezero	Oceán	Řeka	Mokřad
Průměr	3,29	18,137	1,45	10,511	13,648
Směrodatná odchylka	11,04	35,913	9,14	19,704	26,614
Variační koeficient	259	198	630	187	195
Medián	0,116	5,500	0,001	3,125	5,000
Maximum	45,970	300,000	64,87	83,333	288,000
Minimum	0,002	0,009	0,0000149	0,008	0,001
Počet studií	18	143	51	22	317

Naše odhady emisních toků metanu (Vranov: $0,09 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, Vír $0,10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) spadají do uvedených rozmezí, jsou podprůměrné.

Z globálního hlediska jsou emise z vodních nádrží velmi významné. Deemer et al., 2016 v souhrnné studii poukazuje na to, že emise skleníkových plynů z vodních nádrží dosahují podobných hodnot jako emise, které vznikají při pěstování rýže a spalování biomasy (11 % antropogenních emisí, Ciais et al., 2013). Jedná se o $0,8 \text{ Pg CO}_2 \text{ eq. /rok}$. Podobné hodnoty vyšly i v další studii zabývající se kvantifikací metanu z vodních nádrží, a to $70 \text{ Tg CH}_4/\text{rok}$ (St. Louis et al., 2010). Globální plocha vodních nádrží je sice ve srovnání s plochou jiných vodních útvarů menší, ale má vyšší ebuliční tok (Deemer et al., 2016). Bastviken et al. 2011 spočítal, že množství

emitovaného metanu z vodních nádrží činí 20 Tg CH₄/rok. Stanley et al., 2016 ve své studii namítá, že roční odhad emitovaného metanu z řek a potoků (26,8 Tg CH₄/rok) je o řád vyšší než odhad Bastviken et al., 2011 (1,5 Tg CH₄/rok) z důvodu menšího množství dat. Proto je možné, že byl i odhad pro vodní nádrže podhodnocen.

Tyto hodnoty pravděpodobně v budoucnu porostou nejen kvůli plánování a projektování nových přehrad, ale i z důvodu připočítání dalších toků metanu. Jedná se o emise z vodních elektráren, způsobené průchodem vody turbínou a emise z vodního toku po odtoku z přehrady. Příspěvek těchto toků může tvořit až 95 % celkové emise metanu (Yang et al., 2014). Difúze z vodního toku po odtoku z elektrárny je významnější než difúze z vodního toku nad přehradou z důvodu větší koncentrace rozpuštěného metanu. Tyto toky by bylo vhodné zahrnout do měření. Měření emisí po průchodu vody turbínou lze měřit z rozdílu koncentrací nad a pod hrází. Emise z vody po odtoku z přehrady lze měřit plovoucími komorami (Yang et al., 2014).

6.5 Výzvy a možnosti dalšího výzkumu

Současně s měřením pomocí hydroakustiky by bylo vhodné zařadit měření procentuálního zastoupení metanu v bublině a měření difúzního toku pomocí plovoucích komor, aby nemusely být používány teoretické procentuální odhady těchto hodnot. Podobně by bylo vhodné zařadit měření teploty sedimentu, aby bylo možné data srovnávat v širším kontextu.

Pro zhodnocení dalších faktorů, které mohou mít vliv na ebulici a na celkovou produkci metanu by bylo vhodné zahrnout měření množství organického materiálu, který se dostává do nádrže z povodí a měření primární produkce v nádrži.

Pro další měření by bylo vhodné zařadit více měření během jednoho roku, aby byla postihnuta časová variabilita ebulice a bylo k dispozici více dat z dané nádrže pro další analýzy.

Dále by bylo vhodné zahrnout i další známé toky metanu, což jsou emise po průchodu vody turbínou a emise z vody po odtoku z přehrady.

Pro efektivnější srovnávání dat s dalšími studiemi by bylo vhodné, aby byla sjednocena metodika a interpretace výsledků.

7 Závěr

V této práci jsme statisticky potvrdili, že největší ebulice je z hloubky 5-10 m. Hypotéza, že ebulice závisí na vzdálenosti od hráze potvrzena nebyla. Za tímto účelem byl sestaven jeden lineární model s daty z obou přehrad, který umožnil odseparovat vliv hloubky a vzdálenosti od hráze. Pravděpodobně tedy hraje důležitější roli hloubka než vzdálenost od hráze.

Velká variabilita ebuličních toků mezi jednotlivými segmenty podporuje tvrzení o velké prostorové variabilitě ebulice. Ebuliční toky v jednotlivých segmentech se lišily o několik řádů. V obou nádržích se vyskytují segmenty s nulovým ebuličním tokem.

Výsledky ukazují, že na celkové produkci metanu se významnou měrou podílejí největší bubliny, což je typické také pro další nádrže. V nádrži Vranov 10 % největších bublin odpovídá 62,6 % celkového objemu. V nádrži Vír 10 % největších bublin odpovídá 67,4 % celkového objemu. Nejvýraznějším rozdílem mezi nádržemi byla velikost bublin. Velikostní složení bublin v nádržích se významně lišilo ve prospěch nádrže Vranov.

V nádrži Vranov byl naměřen celkový ebuliční tok $3,90 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a v nádrži Vír $4,22 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Faktor velikost přítoku nemohl být testován, jelikož nemůžeme říci, že celkové ebuliční toky se významně liší, ať už z jakéhokoli důvodu. Odhad množství metanu uvolněného ebulicí z nádrže Vranov činil $1,40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a z nádrže Vír $1,48 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Tyto hodnoty jsou nižší než průměrné hodnoty ze souhrnných studií, nicméně jsou významné v dlouhodobém časovém měřítku.

Pro další měření by bylo vhodné zařadit více měření během roku, aby byla postihnuta časová variabilita ebulice. Současně s měřením pomocí hydroakustiky by bylo vhodné zařadit měření procentuálního zastoupení metanu v bublině a měření difúzního toku, aby nemusely být používány procentuální odhady. Podobně by bylo vhodné zařadit měření teploty sedimentu, aby bylo možné data srovnávat v širším kontextu.

Pro pochopení celkové dynamiky by bylo vhodné zařadit i měření dalších toků metanu z vodních nádrží. Po tomto zahrnutí současné celosvětové odhady ještě porostou.

8 Seznam obrázků

Obr. 1: Grafické zobrazení model pro odhad množství plynu, které se uvolní do atmosféry (McGinnis et al., 2006).....	5
Obr. 2: Nádrž Vranov s vyznačenou trasou lodi.	12
Obr. 3: Nádrž Víř s vyznačenou trasou lodi.	13
Obr. 4: Schéma přístroje Simrad EK60 split beam (Online zdroj 9).	13
Obr. 5: Simrad EK60 split beam (foto autor).	14
Obr. 6: Porovnání přístrojů Single beam, Dual beam a Split beam (Online zdroj 10)	14
Obr. 7: Zobrazení single ech na echogramu v prostředí Sonaru 5.	15
Obr. 8: Zobrazení akustického kuželu a sklonu objektu v prostředí Sonaru 5.....	15
Obr. 9: Zobrazení bublin a ryb na echogramu v prostředí Sonaru 5.	16
Obr. 10: Objem výseče zabíraný transducerem.....	17
Obr. 11: Grafické znázornění celkové ebulice a průměrného objemu bublin.....	19
Obr. 12: Vertikální schéma snímaného úseku.....	20
Obr. 13: Grafické znázornění ebuličního toku.	22
Obr. 14: Závislost ebuličního toku na hloubce.....	23
Obr. 15: Závislost ebuličního toku na vzdálenosti od hráze.	24
Obr. 16: Velikostní rozložení bublin.....	27

9 Seznam tabulek

Tab. 1: Počet celosvětově řešených nádrží k r. 2016 (Deemer et al., 2016)	9
Tab. 2: Množství emitovaných plynů ze souhrnné studie a porovnání s jinými vodními ekosystémy (Deemer et al., 2016).....	10
Tab. 3: Roční emise metanu z vybraných ploch (Ortiz-Llorente a Alvarez- Cobelas, 2012).....	11
Tab. 4: Porovnání vybraných parametrů (Online zdroj 7,8)	12
Tab. 5: Přehrada Vír - Lineární model závislosti ebuličního toku na vzdálenosti od hráze a na hloubce	25
Tab. 6: Přehrada Vranov - Lineární model závislosti ebuličního toku na vzdálenosti od hráze a na hloubce	26
Tab. 7: Obě přehrady - Lineární model závislosti ebuličního toku na vzdálenosti od hráze a na hloubce	26
Tab. 8: Emise metanu z přirozených vodních ekosystémů (Ortiz-Llorente a Alvarez- Cobelas, 2012).....	33
Tab. 9: Segmenty nádrže Vranov	43
Tab. 10: Segmenty nádrže Vír.....	60

10 Seznam literatury

Literární zdroje:

BARROS N., COLE J. J., TRANVIK L. J., PRAIRIE Y. T., BASTVIKEN D., HUSZAR V. L. M., DELGIORGIO P., ROLAND F. (2011): Carbon emission from hydroelectric reservoirs linked to reservoir age and latitude. *Nature Geoscience* Vol. 4, 593-596.

BASTVIKEN D., COLE J., PACE M., TRANVIK L. (2004): Methane emissions from lakes: Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global Biogeochemical Cycles* Vol. 18 No. 4, GB4009 1-12.

BASTVIKEN D., TRANVIK L. J., DOWNING J. A., CRILL P. M., ENRICH-PRAST A. (2011): Freshwater methane emissions offset the continental carbon sink. *Science* Vol. 331, 50.

BEDNAŘÍK A., MATOUŠŮ A., HEKERA P., RULÍK M. (2015): Ovlivňují jezové zdrže koncentraci metanu v povrchové vodě a jeho emise do atmosféry? *Vodní hospodářství* Vol. 1, 6-9.

CIAIS P., SABINE C., BALA G., BOPP L., BROVKIN V., CANADELL J., CHHABRA A., DEFRIES R., GALLOWAY J., HEIMANN M., JONES C., LE QUÉRE C., MYNENI R. B., PIAO S., THORNTON P. (2013): Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 465-570.

DEEMER B. R., HARRISON J. A., LI S., BEAULIEU J. J., DELSANTRO T., BARROS N., BEZERRA-NETO J. F., POWERS S. M., DOSSANTOS M. A., ARIEVONK J. (2016): Greenhouse gas emissions from reservoir water surfaces: A new global synthesis. *BioScience* Vol. 66 No. 11., 949-964.

DELSANTRO T., MCGINNIS D. F., SOBEK S., OSTROVSKY I., WEHRLI B. (2010): Extreme methane emissions from a swiss hydropower reservoir: contribution from bubbling sediments. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 44, 2419-2425.

- DELSONTRO T., KUNZ M. J., KEMPTER T., WÜEST A., WEHRLI B., SENN D. B. (2011): Spatial heterogeneity of methane ebullition in a large tropical reservoir. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 45, 9866-9873.
- DELSONTRO T., MCGINNIS D. F., WEHRLI B., OSTROVSKY I. (2015): Size does matter: Importance of large bubbles and small-scale hot spots for methane transport. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 49, 1268-1276.
- DUNFIELD P., KNOWLES R., DUMONT R., MOORE T. R. (1993): Methane production and consumption in temperate and subarctic peat soils: Response to temperature and pH. *Soil Biology and Biochemistry* Vol. 25 No. 3, 321-326.
- EUGSTER W., DELSONTRO T., SOBEK S. (2011): Eddy covariance flux measurements confirm extreme CH₄ emissions from a Swiss hydropower reservoir and resolve their short-term variability. *Biogeosciences* Vol. 8, 2815-2831.
- FROUZOVÁ J., TUŠER M., STANOVSKÝ P. (2015): Quantification of methane bubbles in shallow freshwaters using horizontal hydroacoustical observations. *Limnol. Oceanogr.: Methods* Vol. 13, 609–616.
- LEHNER B., LIERMANN C. R., REVENGA C., VÖRÖSMARTY CH., FEKETE B., CROUZET P., DÖLL P., ENDEJAN M., FRENKEN K., MAGOME J., NILSSON CH., ROBERTSON J., RÖDEL R., SINDORF N., WISSER D. (2011): High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. *Frontiers in Ecology and the Environment* Vol. 9 No. 9, 494-502.
- LUBIS M. Z., MANIK H. (2017): Review: Acoustic systems (split beam echo sounder) to determine abundance of fish in marine fisheries. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology* Vol. 2 No. 1, 76-83.
- MAECK A., DELSONTRO T., MCGINNIS D. F., FISCHER H., FLURY S., SCHMIDT M., FIETZEK P., LORKE A. (2013): Sediment trapping by dams creates methane emission hot spots. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 47, 8130-8137.
- MAECK A., HOFMANN H., LORKE A. (2014): Pumping methane out of aquatic sediments: Ebullition forcing mechanism in an impounded river. *Biogeosciences* Vol. 11, 2925-2938.

MCGINNIS D. F., GREINERT J., ARTEMOV Y., BEAUBIEN S. E., WUEST A. (2006): Fate of rising methane bubbles in stratified waters: How much methane reaches the atmosphere? *Journal of Geophysical Research: Oceans* Vol. 111 No. C9, 1-15.

MEIER H. E. M., ANDERSSON H. C., EILOLA K., GUSTAFSSON B. G., KUZNETSOV I., MÜLLER-KARULIS B., NEUMANN T., SAVCHUK O. P. (2011): Hypoxia in future climates: A model ensemble study for the Baltic Sea. *Geophysical Research Letters* Vol. 38 No. 24, 1-14.

NEEF L., VANWEELE M., VANVELTHOVEN P. (2010): Optimal estimation of the present-day global methane budget. *Global Biogeochem. Cycles* Vol. 24, GB4024 1-10.

ORTIZ-LLORENTE M. J., ALVAREZ-COBELAS M. (2012): Comparison of biogenic methane emissions from unmanaged estuaries, lakes, oceans, rivers and wetlands. *Atmospheric Environment* Vol. 59, 328–337.

OSTROVSKY I., MCGINNIS D. F., LAPIDUS L., ECKERT W. (2008): Quantifying gas ebullition with echosounder: the role of methane transport by bubbles in a medium-sized lake. *Limnol. Oceanogr.: Methods* Vol. 6, 105-118.

RULÍK M. (2014): Za metanem po Labi. *Limnologické noviny* Vol. 2, 1-5.

SEGERS R. (1998): Methane production and methane consumption: a review of processes underlying wetland methane fluxes. *Biochemistry* Vol. 41, 23-51.

SOBEK S., DELSONTRO T., WONGFUN N., WEHRLI B. (2012): Extreme organic carbon burial fuels intense methane bubbling in a temperate reservoir. *Geophysical Research Letters* Vol. 39, L01401 1-4.

SOLLBERGER S., CORELLA J. P., GIRARDCLOS S., RANDLETT M. E., SCHUBERT C. J., SENN D. B., WEHRLI B., DELSONTRO T. (2014): Spatial heterogeneity of benthic methane dynamics in the subaquatic canyons of the Rhone River Delta (Lake Geneva). *Aquatic Sciences* Vol. 76, 89-101.

SOLOMON S., QIN D., MANNING M., CHEN Z., MARQUIS M., AVERYT K. B., TIGNOR M., MILLER H. L. (2007): In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the*

Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996.

ST. LOUIS V. L., KELLY C. A., DUCHEMIN É., RUDD J. W. M., ROSENBERG D. M. (2000): Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases to the atmosphere: a global estimate: reservoirs are sources of greenhouse gases to the atmosphere, and their surface areas have increased to the point where they should be included in global inventories of anthropogenic emissions of greenhouse gases. *BioScience* Vol. 50 No. 9, 766–775.

STANLEY E. H., CASSON N. J., CHRISTEL S. T., CRAWFORD J. T., LOKEN L. C., OLIVER S. K. (2016): The ecology of methane in streams and rivers: patterns, controls, and global significance. *Ecological Monographs* Vol. 86 No. 2, 146–171.

TUŠER M., PICEK T., SAJDLOVÁ Z., JŮZA T., MUŠKA M., FROUZOVÁ J. (manuscript): Seasonal and spatial dynamics of gas ebullition in a temperate water-storage reservoir.

UNESCO/IHA (2009): UNESCO/IHA greenhouse gas (GHG) research project. The UNESCO/IHA measurement specification guidance for evaluating the GHG status of man-made freshwater reservoirs. UNESCO, 55.

WALTER K. M., ZIMOV S. A., CHANTON J. P., VERBYLA D., CHAPIN F. S. (2006): Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming. *Nature* Vol. 443 No. 7, 71–75.

WANNINKHOF R. (2014): Relationship between wind speed and gas exchange over the ocean revisited. *Limnology and Oceanography Methods* Vol. 12 No. 6, 351–362.

WIK M., CRILL P. M., VARNER R. K., BASTVIKEN D. (2013): Multiyear measurements of ebullitive methane flux from three subarctic lakes. *Journal of geophysical research: Biogeosciences* Vol. 118, 1307–1321.

WIK M., THORNTON B. F., BASTVIKEN D., UHLBÄCK J., CRILL P. M. (2016): Biased sampling of methane release from northern lakes: A problem for extrapolation. *Geophysical Research Letters* Vol. 43 No. 3, 1256–1262.

YANG L., LU F., ZHOU X., WANG X., DUAN X., SUN B (2014): Progress in the studies on the greenhouse gas emissions from reservoirs. *Acta Ecologica Sinica* Vol. 34, 204–212.

ZEIKUS J. G., WINFREY M. R. (1976): Temperature limitation of methanogenesis in aquatic sediments. *Applied and environmental microbiology* Vol. 31 No.1, 99-107.

ZIMOV S. A., VOROPAEV Y. V., SEMILETOV I. P., DAVIDOV S. P., PROSIANNIKOV S.F., CHAPIN III* F. S., CHAPIN M. C., TRUMBORE S., TYLER S. (1997): North Siberian lakes: A methane source fueled by pleistocene carbon. *Science* Vol. 277 No. 5327, 800-802.

Internetové zdroje:

ONLINE ZDROJ 1: <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BC03-Chemie%20a%20technologie%20vody/chemie%20a%20technologie%20vody%20-%20Chemie%20prirodnich%20a%20pitnych%20vod.pdf>.

ONLINE ZDROJ 2:

https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Ekologie_lesa/P3_Primarni_%20produkce.pdf.

ONLINE ZDROJ 3: <http://www8.garmin.com/manuals/webhelp/echomap/CS-CZ/GUID-04DB2018-BE71-466F-BF26-53A53A6B4004.html>.

ONLINE ZDROJ 4:

<http://www.elektrarna-vranov.cz/dalsi-elektrarny/elektrarna-vir-i-ii>.

ONLINE ZDROJ 5: <http://www.forumochranyprirody.cz/vyuziti-dravych-ryb-pro-biomanipulaci-v-prehradnich-nadrzich>.

ONLINE ZDROJ 6: <http://www.ryby.vranovskaprehrada.cz/>.

ONLINE ZDROJ 7: <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vodni-dila/vranov/>.

ONLINE ZDROJ 8: <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vodni-dila/vir-i/>.

ONLINE ZDROJ 9: <https://www.simrad.com/ek60>.

ONLINE ZDROJ 10:

<http://www.acousticsunpacked.org/EquipmentDeployment/BeamConfiguration.html>.

ONLINE ZDROJ 11:

<https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0240.nsf/AllWeb/72139B43A032018DC12573B30040B953?OpenDocument>.

11 Přílohy

Tab. 9: Segmenty nádrže Vranov

Pozn.: B_num odpovídá počtu bublin v segmentu, b_avg_vol odpovídá průměrnému objemu bublin, b_tot_vol odpovídá celkovému objemu bublin v daném segmentu, avg_depth odpovídá průměrné hloubce v daném segmentu, distance odpovídá vzdálenosti od hráze, min_b_depth odpovídá nejnižší hloubce bubliny, max_b_depth odpovídá nejvyšší hloubce bubliny, length odpovídá kumulované délce předcházejících segmentů, wedge_length odpovídá délce segmentu, wedge_width odpovídá šířce segmentu, wedge_surface odpovídá ploše (násobku délky a šířky segmentu), wedge_volume odpovídá objemu výseče zabíraného transducerem, volumetric_b_density odpovídá objemové hustotě bublin a Eb_flux odpovídá ebuličnímu toku.

B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
1	0	0.00	6.26	NA	8239.82	NA	NA	40.87	40.87	0.74	30.40	95.15	0.00000	0.00
2	0	0.00	6.26	NA	8255.32	NA	NA	81.74	40.87	0.74	30.40	95.15	0.00000	0.00
3	0	0.00	6.26	NA	8270.99	NA	NA	122.61	40.87	0.74	30.40	95.15	0.00000	0.00
4	1	0.05	6.26	3.50	8287.47	3.50	3.50	165.11	42.50	0.74	31.61	98.95	0.00056	11.99
5	4	2.47	6.74	4.20	8303.48	2.95	5.62	205.96	40.85	0.80	32.71	110.24	0.00970	1937.62
6	1	0.65	7.66	4.41	8319.66	4.41	4.41	246.80	40.85	0.91	37.18	142.39	0.00457	98.69
7	1	0.07	7.28	3.53	8334.41	3.53	3.53	290.57	43.76	0.87	37.86	137.80	0.00047	10.20
8	0	0.00	6.76	NA	8335.52	NA	NA	332.04	41.47	0.80	33.31	112.58	0.00000	0.00
9	1	0.60	6.24	5.59	8354.74	5.59	5.59	373.73	41.69	0.74	30.91	96.45	0.00622	134.30
10	0	0.00	6.08	NA	8382.38	NA	NA	416.21	42.48	0.72	30.70	93.40	0.00000	0.00
11	1	0.16	5.97	4.02	8395.82	4.02	4.02	458.34	42.14	0.71	29.89	89.23	0.00183	39.58
12	0	0.00	5.94	NA	8395.64	NA	NA	501.44	43.10	0.71	30.42	90.33	0.00000	0.00
13	0	0.00	5.95	NA	8388.31	NA	NA	544.93	43.49	0.71	30.75	91.50	0.00000	0.00
14	0	0.00	5.99	NA	8380.96	NA	NA	588.13	43.19	0.71	30.73	91.98	0.00000	0.00
15	0	0.00	6.04	NA	8395.41	NA	NA	629.53	41.40	0.72	29.72	89.74	0.00000	0.00
16	0	0.00	6.10	NA	8423.41	NA	NA	676.36	46.82	0.73	33.96	103.67	0.00000	0.00
17	0	0.00	6.18	NA	8425.39	NA	NA	720.41	44.06	0.73	32.34	99.90	0.00000	0.00
18	0	0.00	6.26	NA	8433.83	NA	NA	766.35	45.94	0.74	34.16	106.86	0.00000	0.00
19	0	0.00	6.34	NA	8450.75	NA	NA	805.66	39.31	0.75	29.62	93.93	0.00000	0.00
20	1	0.01	6.43	4.91	8462.84	4.91	4.91	844.37	38.71	0.76	29.57	95.08	0.00014	3.12
21	6	0.10	8.07	4.75	8451.59	2.81	5.97	887.84	43.47	0.96	41.67	168.07	0.00356	76.84
22	6	0.12	8.34	4.02	8428.82	3.06	4.93	932.54	44.69	0.99	44.27	184.55	0.00391	84.46
23	1	0.10	8.18	3.96	8411.18	3.96	3.96	975.91	43.38	0.97	42.16	172.43	0.00057	12.40
24	1	0.08	7.66	4.05	8405.72	4.05	4.05	1018.33	42.41	0.91	38.60	147.85	0.00056	12.06
25	0	0.00	7.85	NA	8399.46	NA	NA	1062.33	44.00	0.93	41.04	161.04	0.00000	0.00
26	0	0.00	8.09	NA	8375.25	NA	NA	1105.64	43.31	0.96	41.61	168.19	0.00000	0.00
27	0	0.00	8.31	NA	8353.93	NA	NA	1151.60	45.97	0.99	45.37	188.43	0.00000	0.00
28	1	0.15	8.51	6.08	8331.65	6.08	6.08	1195.72	44.12	1.01	44.61	189.82	0.00081	17.55
29	2	0.12	8.70	3.65	8298.45	3.57	3.72	1239.28	43.56	1.03	45.03	195.89	0.00127	27.44

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
30	0	0.00	0.00	8.72	NA	8270.94	NA	NA	1284.05	44.76	1.04	46.38	202.26	0.00000	0.00
31	0	0.00	0.00	8.72	NA	8247.77	NA	NA	1325.49	41.45	1.04	42.92	187.05	0.00000	0.00
32	3	2.04	6.11	8.70	5.65	8227.77	4.33	6.44	1369.18	43.68	1.03	45.16	196.44	0.03111	671.98
33	2	0.11	0.22	8.68	4.52	8216.58	4.44	4.60	1412.99	43.81	1.03	45.15	195.86	0.00113	24.51
34	4	0.17	0.70	8.65	4.94	8200.24	3.10	7.43	1457.61	44.63	1.03	45.87	198.36	0.00351	75.75
35	1	0.16	0.16	8.47	3.86	8188.50	3.86	3.86	1501.50	43.89	1.01	44.17	187.06	0.00085	18.28
36	4	0.09	0.38	8.38	4.58	8182.94	2.42	6.25	1544.87	43.37	1.00	43.19	181.04	0.00208	44.90
37	0	0.00	0.00	8.47	NA	8189.23	NA	NA	1587.08	42.21	1.01	42.49	179.96	0.00000	0.00
38	1	0.15	0.15	8.56	5.50	8206.24	5.50	5.50	1631.22	44.14	1.02	44.90	192.17	0.00079	17.11
39	5	0.10	0.50	8.46	3.27	8245.38	2.56	4.90	1673.62	42.40	1.01	42.63	180.37	0.00279	60.28
40	4	0.08	0.31	7.76	3.79	8279.30	2.73	5.55	1708.52	34.90	0.92	32.16	124.70	0.00246	53.17
41	6	0.10	0.60	8.43	3.58	8312.66	2.34	4.61	1752.85	44.13	1.00	44.22	186.46	0.00323	69.79
42	10	0.54	5.38	8.83	4.85	8349.16	2.78	6.96	1796.31	43.66	1.05	45.79	202.06	0.02664	575.48
43	7	0.25	1.76	8.91	4.17	8390.01	2.84	5.21	1840.54	44.23	1.06	46.84	208.69	0.00842	181.79
44	4	0.11	0.45	8.64	4.00	8430.14	2.77	6.85	1882.64	42.10	1.03	43.22	186.71	0.00240	51.87
45	2	0.05	0.11	7.73	4.28	8469.25	4.27	4.28	1924.17	41.52	0.92	38.14	147.41	0.00072	15.56
46	2	0.15	0.31	8.13	3.81	8513.14	2.86	4.75	1968.43	44.27	0.97	42.76	173.83	0.00176	38.00
47	4	0.09	0.36	8.67	3.53	8558.40	2.68	4.21	2013.73	45.30	1.03	46.64	202.05	0.00180	38.97
48	2	0.11	0.22	8.80	3.49	8598.29	3.45	3.53	2057.75	44.02	1.05	46.01	202.31	0.00111	24.02
49	3	0.15	0.44	8.10	3.19	8622.80	2.53	3.97	2102.53	44.78	0.96	43.10	174.54	0.00253	54.58
50	0	0.00	0.00	7.47	NA	8641.05	NA	NA	2146.69	44.16	0.89	39.19	146.32	0.00000	0.00
51	1	0.05	0.05	6.95	5.90	8661.29	5.90	5.90	2191.20	44.51	0.83	36.76	127.73	0.00041	8.90
52	0	0.00	0.00	7.36	NA	8690.23	NA	NA	2234.23	43.03	0.87	37.62	138.36	0.00000	0.00
53	0	0.00	0.00	8.37	NA	8724.98	NA	NA	2278.46	44.23	0.99	43.99	184.09	0.00000	0.00
54	0	0.00	0.00	9.31	NA	8760.51	NA	NA	2320.85	42.39	1.11	46.89	218.25	0.00000	0.00
55	1	0.20	0.20	9.79	3.19	8801.98	3.19	3.19	2365.80	44.95	1.16	52.29	255.95	0.00078	16.94
56	0	0.00	0.00	9.73	NA	8842.83	NA	NA	2407.32	41.52	1.16	48.00	233.51	0.00000	0.00
57	0	0.00	0.00	9.30	NA	8880.37	NA	NA	2445.22	37.90	1.10	41.88	194.73	0.00000	0.00
58	0	0.00	0.00	8.62	NA	8919.00	NA	NA	2484.85	39.63	1.02	40.59	174.95	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Misr_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
59	0	0.00	0.00	7.80	NA	8947.25	NA	NA	2515.97	31.11	0.93	28.85	112.55	0.00000	0.00
60	0	0.00	0.00	6.95	NA	8977.81	NA	NA	2554.20	38.24	0.83	31.58	109.73	0.00000	0.00
61	0	0.00	0.00	6.15	NA	9003.51	NA	NA	2505.79	31.58	0.73	23.10	71.08	0.00000	0.00
62	0	0.00	0.00	5.51	NA	9028.07	NA	NA	2616.38	30.59	0.65	20.01	55.08	0.00000	0.00
63	0	0.00	0.00	5.08	NA	9031.95	NA	NA	2624.00	7.62	0.60	4.60	11.69	0.00000	0.00
64	2	0.02	0.03	4.96	3.66	9036.05	2.68	4.44	2631.90	7.91	0.59	4.66	11.55	0.00297	64.10
65	0	0.00	0.00	5.21	NA	9036.23	NA	NA	2635.03	3.13	0.62	1.94	5.05	0.00000	0.00
66	0	0.00	0.00	5.53	NA	9039.81	NA	NA	2640.88	5.64	0.66	3.71	10.26	0.00000	0.00
67	0	0.00	0.00	5.86	NA	9043.94	NA	NA	2646.97	6.29	0.70	4.38	12.85	0.00000	0.00
68	0	0.00	0.00	6.20	NA	9046.25	NA	NA	2649.74	2.77	0.74	2.04	6.32	0.00000	0.00
69	0	0.00	0.00	6.53	NA	9044.14	NA	NA	2652.35	2.61	0.78	2.03	6.63	0.00000	0.00
70	0	0.00	0.00	6.87	NA	9044.26	NA	NA	2652.80	0.45	0.82	0.37	1.25	0.00000	0.00
71	0	0.00	0.00	7.20	NA	9048.03	NA	NA	2656.98	4.17	0.86	3.57	12.86	0.00000	0.00
72	0	0.00	0.00	7.54	NA	9077.13	NA	NA	2687.89	30.91	0.90	27.70	104.42	0.00000	0.00
73	0	0.00	0.00	7.88	NA	9090.26	NA	NA	2718.25	30.36	0.94	28.42	111.92	0.00000	0.00
74	0	0.00	0.00	8.21	NA	9101.43	NA	NA	2754.06	35.81	0.98	34.95	143.56	0.00000	0.00
75	6	0.22	1.34	8.55	2.96	9123.29	2.08	3.89	2795.13	41.07	1.02	41.73	178.44	0.00753	162.69
76	1	0.08	0.08	8.89	3.24	9131.75	3.24	3.24	2831.48	36.35	1.06	38.40	170.70	0.00048	10.31
77	0	0.00	0.00	8.96	NA	9147.33	NA	NA	2877.71	46.23	1.07	49.34	221.63	0.00000	0.00
78	0	0.00	0.00	9.04	NA	9153.02	NA	NA	2923.50	45.79	1.07	49.20	222.44	0.00000	0.00
79	0	0.00	0.00	9.11	NA	9150.87	NA	NA	2959.74	36.24	1.06	39.22	178.63	0.00000	0.00
80	2	0.13	0.26	9.20	6.82	9155.99	5.54	8.10	3004.87	45.13	1.09	49.31	226.69	0.00114	24.57
81	2	0.06	0.13	11.01	4.34	9161.74	3.66	5.02	3052.63	47.77	1.31	62.49	344.00	0.00037	7.99
82	4	0.10	0.40	11.11	5.26	9140.82	4.23	6.16	3100.19	47.56	1.32	62.80	348.91	0.00115	24.66
83	1	0.80	0.80	11.39	5.11	9103.13	5.11	5.11	3147.73	47.53	1.35	64.33	366.36	0.00218	47.09
84	3	0.12	0.36	11.39	2.85	9064.14	2.07	3.78	3189.28	41.55	1.35	56.24	320.28	0.00112	24.11
85	2	0.10	0.20	11.39	4.15	9031.73	3.82	4.48	3234.09	44.81	1.35	60.65	345.38	0.00059	12.76
86	2	0.13	0.27	11.49	3.46	9009.45	2.84	4.07	3279.80	45.71	1.37	62.41	358.53	0.00075	16.20
87	0	0.00	0.00	11.52	NA	8861.76	NA	NA	3323.09	43.29	1.37	59.25	341.27	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Misr_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
88	0	0.00	0.00	11.48	NA	8938.36	NA	NA	3569.68	46.59	1.36	63.58	365.08	0.00000	0.00
89	0	0.00	0.00	11.42	NA	8693.25	NA	NA	3414.79	45.11	1.36	61.19	349.31	0.00000	0.00
90	0	0.00	0.00	11.33	NA	8847.52	NA	NA	3460.92	46.13	1.35	62.13	352.07	0.00000	0.00
91	0	0.00	0.00	11.25	NA	8805.20	NA	NA	3505.95	45.02	1.34	60.17	338.38	0.00000	0.00
92	0	0.00	0.00	11.16	NA	8768.93	NA	NA	3549.56	43.62	1.33	57.86	322.97	0.00000	0.00
93	0	0.00	0.00	11.09	NA	8729.95	NA	NA	3593.06	43.49	1.32	57.31	317.71	0.00000	0.00
94	0	0.00	0.00	11.02	NA	8685.04	NA	NA	3637.98	44.92	1.31	58.84	324.33	0.00000	0.00
95	0	0.00	0.00	10.97	NA	8643.11	NA	NA	3683.10	45.12	1.30	58.83	322.81	0.00000	0.00
96	0	0.00	0.00	10.94	NA	8610.28	NA	NA	3727.04	43.94	1.30	57.11	312.32	0.00000	0.00
97	1	0.13	0.13	10.92	4.43	8565.65	4.43	4.43	3772.13	45.09	1.30	58.51	319.44	0.00041	8.80
98	0	0.00	0.00	11.44	NA	8529.39	NA	NA	3809.21	37.08	1.36	50.41	288.40	0.00000	0.00
99	0	0.00	0.00	12.34	NA	8485.47	NA	NA	3853.13	43.92	1.47	64.43	397.65	0.00000	0.00
100	4	0.45	1.81	12.88	5.16	8442.72	3.53	8.55	3900.41	47.28	1.53	72.36	466.01	0.00389	83.97
101	1	0.23	0.23	13.04	6.54	8412.25	6.54	6.54	3944.00	43.58	1.55	67.53	440.31	0.00051	11.04
102	0	0.00	0.00	12.86	NA	8370.41	NA	NA	3987.30	43.31	1.53	66.16	425.32	0.00000	0.00
103	0	0.00	0.00	12.54	NA	8327.50	NA	NA	4030.21	42.91	1.49	63.91	400.54	0.00000	0.00
104	1	0.01	0.01	12.34	2.25	8284.35	2.25	2.25	4076.41	46.20	1.47	67.74	417.98	0.00003	0.63
105	0	0.00	0.00	12.29	NA	8244.44	NA	NA	4117.99	41.58	1.46	60.73	373.30	0.00000	0.00
106	0	0.00	0.00	12.29	NA	8201.94	NA	NA	4161.30	43.31	1.46	63.25	388.76	0.00000	0.00
107	0	0.00	0.00	12.31	NA	8150.23	NA	NA	4205.13	43.84	1.46	64.10	394.42	0.00000	0.00
108	0	0.00	0.00	12.33	NA	8114.57	NA	NA	4249.37	44.24	1.46	64.80	399.41	0.00000	0.00
109	0	0.00	0.00	12.35	NA	8070.77	NA	NA	4293.18	43.81	1.47	64.31	397.23	0.00000	0.00
110	0	0.00	0.00	12.38	NA	8026.50	NA	NA	4337.45	44.27	1.47	65.12	403.10	0.00000	0.00
111	0	0.00	0.00	12.41	NA	7989.94	NA	NA	4380.44	42.99	1.47	63.38	393.18	0.00000	0.00
112	0	0.00	0.00	12.44	NA	7961.68	NA	NA	4425.64	45.20	1.48	66.79	415.28	0.00000	0.00
113	0	0.00	0.00	12.46	NA	7934.94	NA	NA	4472.00	46.36	1.48	68.66	427.84	0.00000	0.00
114	0	0.00	0.00	12.49	NA	7903.18	NA	NA	4515.19	43.18	1.48	64.09	400.27	0.00000	0.00
115	0	0.00	0.00	12.52	NA	7862.87	NA	NA	4556.51	41.32	1.49	61.46	384.69	0.00000	0.00
116	0	0.00	0.00	12.54	NA	7820.12	NA	NA	4599.73	43.22	1.49	64.41	404.00	0.00000	0.00

B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
117	0	0.00	12.57	NA	7775.46	NA	NA	4645.38	45.65	1.49	68.18	428.51	0.00000	0.00
118	0	0.00	12.59	NA	7739.45	NA	NA	4683.63	38.25	1.50	57.24	360.46	0.00000	0.00
119	0	0.00	12.62	NA	7695.53	NA	NA	4727.80	44.17	1.50	66.22	417.83	0.00000	0.00
120	0	0.00	12.64	NA	7650.31	NA	NA	4773.02	45.22	1.50	67.93	429.36	0.00000	0.00
121	0	0.00	12.66	NA	7611.54	NA	NA	4818.04	45.02	1.50	67.74	428.93	0.00000	0.00
122	0	0.00	12.69	NA	7572.92	NA	NA	4862.62	44.58	1.51	67.20	426.24	0.00000	0.00
123	0	0.00	12.71	NA	7532.20	NA	NA	4907.42	44.79	1.51	67.63	429.66	0.00000	0.00
124	0	0.00	12.73	NA	7490.02	NA	NA	4949.60	42.18	1.51	63.78	405.85	0.00000	0.00
125	0	0.00	12.74	NA	7451.29	NA	NA	4993.72	44.12	1.51	66.82	425.76	0.00000	0.00
126	0	0.00	12.76	NA	7414.52	NA	NA	5036.48	42.76	1.52	64.85	413.81	0.00000	0.00
127	0	0.00	12.78	NA	7371.61	NA	NA	5080.30	43.82	1.52	66.54	425.14	0.00000	0.00
128	0	0.00	12.79	NA	7327.29	NA	NA	5125.41	45.10	1.52	68.57	438.69	0.00000	0.00
129	0	0.00	12.81	NA	7284.51	NA	NA	5169.34	43.93	1.52	66.86	428.26	0.00000	0.00
130	0	0.00	12.82	NA	7241.37	NA	NA	5212.98	43.64	1.52	66.49	426.36	0.00000	0.00
131	0	0.00	12.84	NA	7199.12	NA	NA	5256.36	43.39	1.53	66.18	424.78	0.00000	0.00
132	8	0.09	12.85	5.32	7163.52	3.61	6.60	5300.89	44.53	1.53	67.98	436.71	0.00174	37.54
133	3	0.06	12.86	4.32	7121.96	3.89	4.53	5344.47	43.58	1.53	66.59	428.19	0.00040	8.61
134	2	0.07	12.95	4.65	7075.59	4.71	4.98	5390.87	46.40	1.54	71.37	461.94	0.00032	7.01
135	0	0.00	13.04	NA	7029.24	NA	NA	5437.80	46.93	1.55	72.70	473.88	0.00000	0.00
136	0	0.00	13.14	NA	6987.41	NA	NA	5479.75	41.94	1.56	65.47	430.03	0.00000	0.00
137	0	0.00	13.25	NA	6950.02	NA	NA	5524.41	44.66	1.57	70.29	465.51	0.00000	0.00
138	0	0.00	13.36	NA	6931.33	NA	NA	5561.61	37.20	1.59	59.05	394.36	0.00000	0.00
139	6	0.12	13.44	4.70	6921.48	2.76	9.82	5607.10	45.50	1.60	72.63	487.88	0.00149	32.20
140	4	0.14	13.26	6.75	6890.78	5.52	7.55	5651.84	44.73	1.58	70.48	467.27	0.00122	26.29
141	3	0.06	13.67	4.69	6853.31	3.63	6.14	5697.25	45.41	1.62	73.78	504.40	0.00033	7.16
142	1	0.05	13.92	5.53	6817.85	5.53	5.53	5742.14	44.89	1.65	74.25	516.75	0.00010	2.19
143	0	0.00	14.30	NA	6783.48	NA	NA	5785.55	43.41	1.70	73.78	527.60	0.00000	0.00
144	0	0.00	14.79	NA	6762.75	NA	NA	5829.60	44.06	1.76	77.41	572.36	0.00000	0.00
145	1	0.02	15.17	3.72	6756.17	3.72	3.72	5874.70	45.10	1.80	81.29	616.60	0.00004	0.83

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
146	0	0.00	0.00	15.43	NA	6753.48	NA	NA	5921.37	46.67	1.83	85.56	660.03	0.00000	0.00
147	0	0.00	0.00	15.68	NA	6731.84	NA	NA	5962.51	41.14	1.86	76.65	600.92	0.00000	0.00
148	0	0.00	0.00	15.91	NA	6697.80	NA	NA	6007.68	45.16	1.89	85.40	679.53	0.00000	0.00
149	0	0.00	0.00	16.11	NA	6672.46	NA	NA	6049.60	41.93	1.91	80.25	646.40	0.00000	0.00
150	1	0.05	0.05	16.16	5.00	6655.01	5.00	5.00	6095.44	45.64	1.92	88.02	711.22	0.00007	1.54
151	6	0.09	0.54	15.82	8.01	6634.93	5.93	10.02	6138.83	43.39	1.88	81.58	645.44	0.00083	17.96
152	0	0.00	0.00	15.99	NA	6609.70	NA	NA	6184.71	45.87	1.90	87.15	696.75	0.00000	0.00
153	0	0.00	0.00	16.36	NA	6568.17	NA	NA	6226.82	42.11	1.94	81.86	669.53	0.00000	0.00
154	5	0.13	0.64	16.53	9.97	6526.10	5.04	12.50	6274.52	47.70	1.96	93.69	774.32	0.00082	17.78
155	2	0.07	0.14	15.89	10.65	6483.08	10.57	10.72	6317.86	43.34	1.89	81.82	650.08	0.00022	4.68
156	1	0.07	0.07	14.41	6.08	6445.53	6.08	6.08	6361.78	43.92	1.71	75.21	541.88	0.00012	2.66
157	0	0.00	0.00	15.24	NA	6425.21	NA	NA	6399.22	37.44	1.81	67.79	516.48	0.00000	0.00
158	0	0.00	0.00	16.72	NA	6409.28	NA	NA	6443.13	43.91	1.99	87.24	729.30	0.00000	0.00
159	3	0.05	0.16	17.60	6.13	6385.20	5.36	7.13	6485.88	42.75	2.09	89.42	787.03	0.00021	4.44
160	5	0.03	0.17	17.98	6.58	6352.89	5.45	8.12	6530.17	44.29	2.14	94.63	850.76	0.00020	4.36
161	0	0.00	0.00	17.41	NA	6336.96	NA	NA	6576.50	46.33	2.07	95.83	834.19	0.00000	0.00
162	0	0.00	0.00	16.24	NA	6335.72	NA	NA	6621.28	44.78	1.93	86.39	701.32	0.00000	0.00
163	1	0.02	0.02	15.64	9.26	6338.59	9.26	9.26	6665.35	44.07	1.86	81.91	640.52	0.00003	0.62
164	0	0.00	0.00	15.80	NA	6323.43	NA	NA	6707.96	42.60	1.88	79.98	631.84	0.00000	0.00
165	0	0.00	0.00	16.20	NA	6286.62	NA	NA	6751.95	44.00	1.92	84.67	685.61	0.00000	0.00
166	0	0.00	0.00	16.68	NA	6248.51	NA	NA	6796.16	44.20	1.96	87.61	730.73	0.00000	0.00
167	0	0.00	0.00	17.17	NA	6223.86	NA	NA	6838.92	42.76	2.04	87.25	749.17	0.00000	0.00
168	0	0.00	0.00	17.61	NA	6204.68	NA	NA	6883.13	44.21	2.09	92.53	814.91	0.00000	0.00
169	0	0.00	0.00	17.97	NA	6191.27	NA	NA	6927.34	44.21	2.14	94.41	848.35	0.00000	0.00
170	2	0.25	0.50	18.22	9.78	6178.96	8.24	11.32	6971.52	44.18	2.16	95.65	871.36	0.00058	12.44
171	0	0.00	0.00	18.40	NA	6154.21	NA	NA	7015.82	44.30	2.19	96.87	891.36	0.00000	0.00
172	1	0.05	0.05	18.57	7.99	6115.10	7.99	7.99	7060.16	44.34	2.21	97.84	908.46	0.00006	1.24
173	0	0.00	0.00	17.22	NA	6073.87	NA	NA	7102.78	42.62	2.05	87.19	750.52	0.00000	0.00
174	9	0.05	0.44	15.86	9.21	6038.24	6.37	12.20	7147.82	45.04	1.88	84.90	673.41	0.00065	14.07

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
175	8	0.07	0.57	15.90	12.90	6008.04	9.59	15.02	7193.82	45.99	1.89	86.91	691.13	0.00082	17.69
176	1	0.09	0.09	16.02	15.51	5989.17	15.51	15.51	7238.76	44.94	1.90	85.54	685.21	0.00013	2.90
177	0	0.00	0.00	16.10	NA	5972.61	NA	NA	7276.54	37.78	1.91	72.28	581.89	0.00000	0.00
178	3	0.05	0.14	16.14	13.21	5938.01	10.63	14.88	7317.22	40.88	1.92	78.02	629.61	0.00022	4.77
179	25	0.05	1.26	16.00	12.36	5893.36	8.18	15.26	7362.54	45.32	1.90	86.18	689.62	0.00183	39.55
180	0	0.00	0.00	16.01	NA	5848.71	NA	NA	7407.42	44.88	1.90	85.38	683.40	0.00000	0.00
181	0	0.00	0.00	16.07	NA	5804.47	NA	NA	7455.10	47.68	1.91	91.04	731.47	0.00000	0.00
182	0	0.00	0.00	16.15	NA	5774.17	NA	NA	7499.26	44.16	1.92	84.71	683.85	0.00000	0.00
183	0	0.00	0.00	16.23	NA	5738.34	NA	NA	7543.08	43.82	1.93	84.49	685.46	0.00000	0.00
184	0	0.00	0.00	16.31	NA	5694.02	NA	NA	7587.87	44.79	1.94	86.81	708.00	0.00000	0.00
185	11	0.09	1.01	16.40	13.32	5649.64	9.10	15.60	7632.52	44.66	1.95	87.00	713.31	0.00141	30.51
186	15	0.39	5.83	18.86	10.89	5605.43	6.33	13.97	7677.40	44.88	2.24	100.58	948.68	0.00614	132.65
187	0	0.00	0.00	19.43	NA	5577.82	NA	NA	7717.26	39.86	2.31	92.01	893.74	0.00000	0.00
188	5	0.26	1.42	19.84	10.95	5592.99	7.40	13.40	7760.44	43.19	2.36	101.79	1009.53	0.00141	30.40
189	2	0.10	0.20	16.67	13.18	5626.39	12.68	13.68	7803.73	43.29	1.98	85.75	714.70	0.00027	5.91
190	3	0.00	0.01	14.24	12.24	5661.46	9.88	13.78	7850.35	46.61	1.69	78.85	561.31	0.00003	0.56
191	4	0.01	0.06	13.87	9.76	5685.70	4.40	11.96	7895.72	45.37	1.65	74.79	518.76	0.00011	2.41
192	6	0.07	0.39	17.75	12.90	5696.91	8.11	16.37	7942.74	47.02	2.11	99.15	879.82	0.00044	9.60
193	10	0.13	1.29	20.41	6.54	5703.38	3.16	12.33	7987.40	44.66	2.42	108.28	1104.76	0.00117	25.17
194	0	0.00	0.00	20.73	NA	5709.32	NA	NA	8033.38	45.98	2.46	113.25	1173.70	0.00000	0.00
195	0	0.00	0.00	20.96	NA	5720.94	NA	NA	8080.19	46.80	2.49	116.59	1222.10	0.00000	0.00
196	0	0.00	0.00	21.19	NA	5741.78	NA	NA	8117.11	36.93	2.52	92.99	985.36	0.00000	0.00
197	8	0.41	3.30	21.52	9.89	5779.03	1.82	16.02	8161.65	44.53	2.56	113.89	1225.64	0.00269	58.09
198	2	0.06	0.11	22.11	7.50	5815.61	7.33	7.67	8208.06	46.41	2.63	121.93	1347.98	0.00008	1.77
199	0	0.00	0.00	21.72	NA	5843.37	NA	NA	8254.02	45.96	2.58	118.64	1288.67	0.00000	0.00
200	4	0.36	1.42	21.34	11.32	5867.05	7.78	17.60	8298.97	44.95	2.54	113.97	1215.88	0.00117	25.25
201	5	0.08	0.42	21.19	9.31	5903.42	6.73	11.11	8340.50	41.53	2.52	104.55	1107.65	0.00038	8.17
202	0	0.00	0.00	20.83	NA	5945.85	NA	NA	8383.57	43.07	2.48	106.60	1110.23	0.00000	0.00
203	0	0.00	0.00	20.14	NA	5987.84	NA	NA	8428.40	44.83	2.39	107.27	1080.07	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Misr_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
204	0	0.00	0.00	19.23	NA	6031.16	NA	NA	6471.97	43.57	2.29	99.58	957.62	0.00000	0.00
205	0	0.00	0.00	18.29	NA	6061.26	NA	NA	8520.68	48.71	2.17	105.85	967.95	0.00000	0.00
206	0	0.00	0.00	17.53	NA	6075.93	NA	NA	8563.59	42.92	2.06	89.40	783.72	0.00000	0.00
207	1	0.02	0.02	17.28	10.97	6099.82	10.97	10.97	8615.69	52.09	2.05	106.96	924.16	0.00003	0.58
208	8	0.14	1.15	20.40	7.32	6122.90	4.82	10.12	8657.20	41.51	2.42	100.63	1026.53	0.00112	24.18
209	0	0.00	0.00	20.07	NA	6160.18	NA	NA	8699.70	42.50	2.38	101.35	1017.19	0.00000	0.00
210	3	0.02	0.06	19.65	7.96	6199.21	3.16	16.44	8744.14	44.45	2.33	103.78	1019.63	0.00006	1.25
211	2	0.03	0.05	16.78	11.91	6229.32	10.55	13.27	8788.57	44.43	1.99	88.58	743.19	0.00007	1.59
212	1	0.09	0.09	11.34	8.97	6231.10	8.97	8.97	8832.13	43.56	1.35	58.69	332.80	0.00028	5.94
213	1	0.45	0.45	22.85	15.08	6204.61	15.08	15.08	8877.19	45.06	2.72	122.33	1397.66	0.00033	7.03
214	2	0.18	0.36	22.85	10.20	6164.36	9.13	11.26	8922.74	45.56	2.72	123.69	1413.16	0.00026	5.52
215	0	0.00	0.00	22.85	NA	6121.06	NA	NA	8968.14	45.40	2.72	123.27	1408.45	0.00000	0.00
216	0	0.00	0.00	22.86	NA	6091.61	NA	NA	9005.17	37.03	2.72	100.57	1149.32	0.00000	0.00
217	0	0.00	0.00	22.86	NA	6067.88	NA	NA	9049.88	44.70	2.72	121.44	1388.15	0.00000	0.00
218	0	0.00	0.00	22.87	NA	6056.54	NA	NA	9094.82	44.94	2.72	122.13	1396.60	0.00000	0.00
219	0	0.00	0.00	22.88	NA	6039.37	NA	NA	9139.73	44.91	2.72	122.10	1396.95	0.00000	0.00
220	0	0.00	0.00	22.89	NA	6002.40	NA	NA	9184.90	45.17	2.72	122.88	1406.68	0.00000	0.00
221	0	0.00	0.00	22.91	NA	5958.69	NA	NA	9229.45	44.56	2.72	121.29	1389.32	0.00000	0.00
222	0	0.00	0.00	22.93	NA	5915.43	NA	NA	9274.43	44.97	2.72	122.51	1404.35	0.00000	0.00
223	0	0.00	0.00	22.94	NA	5886.55	NA	NA	9317.91	43.48	2.73	118.54	1359.86	0.00000	0.00
224	0	0.00	0.00	22.96	NA	5858.85	NA	NA	9363.76	45.85	2.73	125.09	1436.20	0.00000	0.00
225	0	0.00	0.00	22.98	NA	5817.98	NA	NA	9409.03	45.27	2.73	123.61	1420.42	0.00000	0.00
226	0	0.00	0.00	23.00	NA	5775.09	NA	NA	9453.09	44.07	2.73	120.43	1385.06	0.00000	0.00
227	0	0.00	0.00	23.02	NA	5729.95	NA	NA	9498.60	45.51	2.74	124.49	1432.90	0.00000	0.00
228	0	0.00	0.00	23.04	NA	5686.47	NA	NA	9544.10	45.49	2.74	124.54	1434.61	0.00000	0.00
229	0	0.00	0.00	23.06	NA	5643.46	NA	NA	9589.31	45.22	2.74	123.87	1427.96	0.00000	0.00
230	0	0.00	0.00	23.07	NA	5600.50	NA	NA	9632.81	43.49	2.74	119.21	1374.94	0.00000	0.00
231	0	0.00	0.00	23.07	NA	5563.07	NA	NA	9676.30	43.50	2.74	119.26	1375.90	0.00000	0.00
232	0	0.00	0.00	23.07	NA	5548.35	NA	NA	9720.80	44.50	2.74	121.98	1407.17	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
233	2	0.15	0.30	23.06	7.48	5514.40	5.24	9.71	9765.32	44.52	2.74	121.95	1405.76	0.00021	4.62
234	0	0.00	0.00	22.97	NA	5470.83	NA	NA	9609.70	44.39	2.73	121.13	1391.02	0.00000	0.00
235	0	0.00	0.00	22.80	NA	5426.53	NA	NA	9654.06	44.38	2.71	120.22	1370.41	0.00000	0.00
236	0	0.00	0.00	22.58	NA	5387.24	NA	NA	9695.03	40.95	2.68	109.89	1240.84	0.00000	0.00
237	0	0.00	0.00	22.34	NA	5357.76	NA	NA	9939.96	44.92	2.65	119.26	1332.27	0.00000	0.00
238	0	0.00	0.00	22.08	NA	5342.78	NA	NA	9965.05	45.09	2.62	118.31	1306.24	0.00000	0.00
239	0	0.00	0.00	21.81	NA	5315.26	NA	NA	10028.10	43.05	2.59	111.57	1216.59	0.00000	0.00
240	0	0.00	0.00	21.53	NA	5276.07	NA	NA	10073.48	45.38	2.56	116.07	1249.35	0.00000	0.00
241	0	0.00	0.00	21.24	NA	5240.48	NA	NA	10116.52	43.04	2.52	108.62	1153.53	0.00000	0.00
242	2	0.18	0.35	20.95	14.69	5229.14	14.75	15.02	10160.92	44.40	2.49	110.50	1157.17	0.00030	6.57
243	0	0.00	0.00	19.65	NA	5236.72	NA	NA	10205.87	44.95	2.33	104.94	1030.96	0.00000	0.00
244	0	0.00	0.00	17.28	NA	5242.23	NA	NA	10249.95	44.08	2.05	90.49	781.81	0.00000	0.00
245	0	0.00	0.00	14.97	NA	5273.02	NA	NA	10293.06	43.11	1.78	76.70	574.30	0.00000	0.00
246	4	0.00	0.02	13.61	12.85	5314.75	12.48	13.18	10335.94	42.88	1.62	69.36	472.07	0.00003	0.70
247	4	0.01	0.03	13.00	9.70	5357.15	7.88	11.55	10379.71	43.77	1.54	67.60	439.32	0.00006	1.27
248	8	0.00	0.03	15.03	12.94	5400.54	10.28	15.64	10424.00	44.29	1.79	79.09	594.34	0.00006	1.24
249	1	0.06	0.06	22.29	6.65	5436.61	6.65	6.65	10469.52	45.52	2.65	120.55	1343.52	0.00005	1.00
250	4	0.03	0.14	24.47	6.73	5474.67	4.69	7.66	10514.40	44.88	2.91	130.47	1596.02	0.00008	1.83
251	4	0.11	0.44	25.94	5.96	5518.07	3.71	10.33	10558.03	43.63	3.08	134.46	1743.79	0.00025	5.46
252	9	0.96	8.62	25.96	9.75	5561.65	4.43	16.91	10603.15	45.12	3.08	139.17	1806.46	0.00477	103.08
253	3	0.08	0.25	25.14	6.19	5604.22	3.53	9.65	10648.30	45.15	2.99	134.86	1695.02	0.00015	3.17
254	0	0.00	0.00	24.32	NA	5645.88	NA	NA	10693.23	44.93	2.89	129.82	1578.50	0.00000	0.00
255	2	0.13	0.26	23.52	8.86	5682.68	6.82	10.90	10730.03	36.80	2.79	102.84	1209.39	0.00022	4.67
256	5	0.77	3.85	24.47	11.66	5714.02	8.59	17.86	10774.35	44.33	2.91	128.87	1576.63	0.00244	52.77
257	0	0.00	0.00	21.68	NA	5716.11	NA	NA	10820.65	46.29	2.58	119.24	1292.39	0.00000	0.00
258	0	0.00	0.00	15.97	NA	5706.49	NA	NA	10865.57	44.92	1.90	85.24	690.69	0.00000	0.00
259	1	0.04	0.04	13.14	7.57	5711.46	7.57	7.57	10908.55	43.99	1.56	67.11	440.94	0.00009	1.97
260	0	0.00	0.00	15.66	NA	5733.29	NA	NA	10952.38	43.82	1.86	81.55	636.56	0.00000	0.00
261	0	0.00	0.00	20.01	NA	5756.77	NA	NA	10995.89	43.51	2.38	103.44	1034.73	0.00000	0.00

B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
262	2	0.12	0.23	22.54	9.94	5765.50	9.94	11042.22	46.33	2.68	124.08	1398.33	0.00017	3.59
263	0	0.00	0.00	23.03	NA	5753.33	NA	11086.78	44.56	2.74	121.93	1403.86	0.00000	0.00
264	0	0.00	0.00	23.51	NA	5738.13	NA	11131.18	44.40	2.79	124.02	1457.66	0.00000	0.00
265	0	0.00	0.00	23.96	NA	5740.25	NA	11175.85	44.67	2.85	127.29	1526.25	0.00000	0.00
266	0	0.00	0.00	24.44	NA	5752.98	NA	11222.11	46.26	2.90	134.35	1641.97	0.00000	0.00
267	0	0.00	0.00	24.89	NA	5757.67	NA	11267.75	45.64	2.96	135.00	1680.26	0.00000	0.00
268	0	0.00	0.00	25.33	NA	5741.09	NA	11311.26	43.51	3.01	130.95	1658.44	0.00000	0.00
269	0	0.00	0.00	25.74	NA	5700.85	NA	11355.11	43.84	3.06	134.11	1726.26	0.00000	0.00
270	0	0.00	0.00	26.13	NA	5655.99	NA	11400.04	44.94	3.11	139.53	1823.15	0.00000	0.00
271	0	0.00	0.00	26.48	NA	5611.87	NA	11444.17	44.13	3.15	138.86	1838.84	0.00000	0.00
272	0	0.00	0.00	26.79	NA	5571.17	NA	11487.60	43.43	3.18	138.22	1851.17	0.00000	0.00
273	0	0.00	0.00	27.01	NA	5540.68	NA	11532.39	44.79	3.21	143.76	1941.66	0.00000	0.00
274	0	0.00	0.00	27.12	NA	5512.30	NA	11576.90	44.52	3.22	143.46	1945.35	0.00000	0.00
275	1	1.77	1.77	27.03	12.03	5479.02	12.03	11614.06	37.16	3.21	119.33	1612.80	0.00110	23.76
276	0	0.00	0.00	25.96	NA	5436.80	NA	11656.49	42.43	3.08	130.87	1698.55	0.00000	0.00
277	2	0.24	0.47	24.89	10.00	5389.29	8.53	11704.79	48.30	2.96	142.80	1776.84	0.00026	5.72
278	0	0.00	0.00	24.60	NA	5346.05	NA	11748.11	43.32	2.92	126.63	1557.67	0.00000	0.00
279	0	0.00	0.00	24.38	NA	5299.61	NA	11795.50	47.39	2.90	137.29	1673.50	0.00000	0.00
280	0	0.00	0.00	24.16	NA	5262.03	NA	11841.25	45.74	2.87	131.34	1586.81	0.00000	0.00
281	0	0.00	0.00	23.93	NA	5237.98	NA	11885.26	44.02	2.84	125.15	1497.37	0.00000	0.00
282	2	0.06	0.11	23.66	11.20	5234.69	10.73	11930.94	45.68	2.81	128.41	1519.13	0.00007	1.57
283	0	0.00	0.00	20.32	NA	5221.91	NA	11975.01	44.07	2.41	106.38	1080.54	0.00000	0.00
284	2	0.02	0.05	16.97	16.02	5186.08	15.80	12023.26	48.25	2.02	97.29	825.50	0.00005	1.19
285	0	0.00	0.00	17.21	NA	5156.31	NA	12067.84	44.58	2.04	91.16	784.39	0.00000	0.00
286	0	0.00	0.00	17.47	NA	5146.57	NA	12112.74	44.90	2.08	93.23	814.63	0.00000	0.00
287	0	0.00	0.00	17.76	NA	5153.89	NA	12157.29	44.55	2.11	94.02	834.90	0.00000	0.00
288	2	0.01	0.02	18.06	13.25	5160.96	12.98	12201.43	44.14	2.15	94.72	855.33	0.00002	0.40
289	0	0.00	0.00	22.48	NA	5149.59	NA	12244.73	43.30	2.67	115.65	1299.89	0.00000	0.00
290	1	3.95	3.95	26.90	5.92	5118.50	5.92	12289.02	44.29	3.20	141.57	1904.06	0.00208	44.84

B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
291	0	0.00	26.70	NA	5092.70	NA	NA	12333.85	44.83	3.17	142.25	1899.32	0.00000	0.00
292	0	0.00	26.47	NA	5054.13	NA	NA	12390.11	46.26	3.14	145.48	1925.05	0.00000	0.00
293	0	0.00	26.19	NA	5011.68	NA	NA	12422.75	42.64	3.11	132.70	1737.86	0.00000	0.00
294	0	0.00	25.89	NA	4975.45	NA	NA	12461.96	39.20	3.08	120.60	1561.01	0.00000	0.00
295	0	0.00	25.56	NA	4932.14	NA	NA	12507.86	45.90	3.04	139.41	1781.78	0.00000	0.00
296	0	0.00	25.21	NA	4888.66	NA	NA	12553.48	45.63	3.00	136.70	1723.45	0.00000	0.00
297	0	0.00	24.85	NA	4849.83	NA	NA	12596.54	43.06	2.95	127.13	1579.67	0.00000	0.00
298	0	0.00	24.47	NA	4809.09	NA	NA	12641.39	44.85	2.91	130.40	1595.62	0.00000	0.00
299	0	0.00	24.08	NA	4769.34	NA	NA	12684.47	43.09	2.86	123.28	1484.45	0.00000	0.00
300	0	0.00	23.68	NA	4726.55	NA	NA	12728.11	43.64	2.81	122.79	1453.89	0.00000	0.00
301	0	0.00	23.27	NA	4690.64	NA	NA	12773.31	45.20	2.76	124.97	1453.96	0.00000	0.00
302	1	0.01	22.85	11.70	4661.61	11.70	11.70	12818.41	45.10	2.72	122.45	1399.02	0.00001	0.21
303	0	0.00	18.85	NA	4634.75	NA	NA	12852.46	34.05	2.24	76.25	718.52	0.00000	0.00
304	0	0.00	11.50	NA	4609.05	NA	NA	12878.44	25.99	1.37	35.51	204.19	0.00000	0.00
305	2	0.05	7.56	6.45	4573.27	6.36	6.53	12918.18	39.73	0.90	35.69	134.91	0.00075	16.22
306	3	0.07	21.26	18.72	4526.32	17.87	19.76	12965.47	47.30	2.53	119.48	1270.04	0.00017	3.64
307	0	0.00	22.23	NA	4487.37	NA	NA	13011.23	45.76	2.64	120.89	1343.85	0.00000	0.00
308	0	0.00	23.11	NA	4455.84	NA	NA	13060.82	49.59	2.75	136.16	1573.34	0.00000	0.00
309	0	0.00	23.91	NA	4420.14	NA	NA	13104.91	44.09	2.84	125.27	1497.62	0.00000	0.00
310	0	0.00	24.65	NA	4407.51	NA	NA	13118.70	13.80	2.93	40.40	497.95	0.00000	0.00
311	0	0.00	25.34	NA	4402.17	NA	NA	13124.22	5.51	3.01	16.60	210.24	0.00000	0.00
312	0	0.00	25.98	NA	4384.20	NA	NA	13147.55	23.33	3.09	72.02	935.59	0.00000	0.00
313	0	0.00	26.59	NA	4333.67	NA	NA	13198.84	51.29	3.16	162.06	2154.67	0.00000	0.00
314	0	0.00	27.17	NA	4294.24	NA	NA	13240.97	42.13	3.23	136.00	1847.46	0.00000	0.00
315	0	0.00	27.72	NA	4247.34	NA	NA	13294.62	53.65	3.29	176.73	2449.67	0.00000	0.00
316	0	0.00	28.25	NA	4196.37	NA	NA	13345.59	50.98	3.36	171.13	2417.53	0.00000	0.00
317	0	0.00	28.76	NA	4148.22	NA	NA	13398.17	52.58	3.42	179.72	2584.83	0.00000	0.00
318	0	0.00	29.26	NA	4060.76	NA	NA	13500.01	101.84	3.48	354.05	5179.67	0.00000	0.00
319	0	0.00	29.74	NA	3951.04	NA	NA	13612.40	112.39	3.53	397.16	5905.58	0.00000	0.00

B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
320	0	0.00	30.21	NA	3660.68	NA	NA	13717.06	104.66	3.59	375.63	5673.13	0.00000	0.00
321	13	0.12	30.66	10.60	3796.18	4.45	18.63	13818.16	101.10	3.64	368.32	5646.42	0.00027	5.74
322	7	0.17	31.10	6.94	3666.26	3.87	10.62	13948.45	130.29	3.70	481.52	7488.74	0.00015	3.35
323	17	0.37	31.82	13.38	3556.98	7.53	20.22	14064.33	115.88	3.78	438.12	6970.31	0.00091	19.72
324	3	0.08	17.50	15.20	3506.17	9.50	26.16	14192.00	127.67	2.08	265.53	2323.84	0.00010	2.24
325	1	0.08	13.89	9.82	3400.99	9.82	9.82	14324.91	132.91	1.65	219.36	1523.44	0.00005	1.08
326	3	0.03	18.62	9.39	3394.10	8.33	11.26	14457.47	132.56	2.21	293.33	2731.41	0.00003	0.73
327	4	0.12	29.55	21.11	3389.40	16.47	24.64	14590.94	133.47	3.51	468.56	6921.84	0.00007	1.56
328	5	0.13	27.55	16.84	3366.42	9.53	25.59	14722.44	131.50	3.27	430.41	5927.97	0.00011	2.38
329	5	0.37	33.71	13.36	3263.38	7.49	17.52	14880.45	138.02	4.01	552.86	9318.94	0.00020	4.29
330	6	0.45	29.99	8.67	3139.11	6.12	12.64	14887.49	127.04	3.56	452.70	6788.30	0.00040	8.56
331	0	0.00	32.09	NA	3008.13	NA	NA	15125.49	137.99	3.81	526.22	8443.96	0.00000	0.00
332	8	0.11	34.20	10.23	2876.88	6.03	16.19	15264.73	139.24	4.06	565.78	9673.79	0.00009	2.03
333	2	0.21	29.40	16.69	2758.83	16.52	16.85	15393.01	128.28	3.49	448.05	6585.25	0.00007	1.41
334	1	0.00	29.84	22.16	2640.48	22.16	22.16	15529.57	136.56	3.55	484.19	7224.13	0.00000	0.01
335	4	0.12	32.53	11.59	2557.34	9.60	14.99	15668.48	138.91	3.87	536.98	8734.63	0.00006	1.20
336	3	0.23	34.96	15.07	2423.74	13.44	16.15	15805.88	137.39	4.15	570.79	9978.31	0.00007	1.50
337	0	0.00	32.38	NA	2378.17	NA	NA	15941.58	135.70	3.85	522.05	8451.18	0.00000	0.00
338	1	1.50	29.79	27.91	2281.61	27.91	27.91	16070.24	128.66	3.54	455.43	6783.66	0.00022	4.77
339	6	0.03	35.20	8.38	2166.67	5.03	12.52	16206.87	136.63	4.18	571.42	10055.96	0.00002	0.34
340	1	0.04	32.69	6.29	2119.95	6.29	6.29	16347.17	140.29	3.88	544.94	8907.10	0.00000	0.09
341	3	6.23	33.59	24.10	2071.94	10.64	31.56	16481.02	133.85	3.99	534.17	8970.57	0.00208	44.97
342	4	0.14	34.56	11.61	1940.77	8.30	14.86	16612.43	131.42	4.11	539.85	9325.23	0.00006	1.27
343	0	0.00	30.37	NA	1826.38	NA	NA	16752.15	139.72	3.61	504.10	7653.50	0.00000	0.00
344	1	0.04	26.17	20.59	1751.62	20.59	20.59	16893.31	141.15	3.11	438.93	5743.41	0.00001	0.14
345	1	0.24	34.52	8.57	1681.05	8.57	8.57	17026.84	133.54	4.10	547.74	9454.07	0.00002	0.54
346	5	0.05	36.01	9.53	1586.20	7.05	11.31	17156.40	129.56	4.28	554.37	9981.97	0.00002	0.49
347	0	0.00	35.09	NA	1450.05	NA	NA	17292.55	136.15	4.17	567.74	9982.07	0.00000	0.00
348	0	0.00	32.28	NA	1368.16	NA	NA	17431.75	139.20	3.84	533.96	8619.04	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
349	0	0.00	0.00	29.67	NA	1330.72	NA	NA	17566.96	135.21	3.52	476.62	7069.74	0.00000	0.00
350	2	0.16	0.32	28.56	20.58	1245.35	17.76	23.40	17679.91	112.95	3.39	383.23	5471.59	0.00006	1.26
351	0	0.00	0.00	28.96	NA	1168.04	NA	NA	17818.73	138.81	3.44	477.64	6915.66	0.00000	0.00
352	0	0.00	0.00	30.08	NA	1124.93	NA	NA	17959.84	141.12	3.57	504.30	7583.58	0.00000	0.00
353	0	0.00	0.00	31.64	NA	1077.45	NA	NA	18085.07	125.23	3.76	470.76	7446.82	0.00000	0.00
354	0	0.00	0.00	33.36	NA	970.19	NA	NA	18217.22	132.15	3.96	523.86	8738.33	0.00000	0.00
355	0	0.00	0.00	34.95	NA	861.58	NA	NA	18353.15	135.93	4.15	564.44	9862.83	0.00000	0.00
356	0	0.00	0.00	36.08	NA	764.05	NA	NA	18493.43	140.27	4.29	601.43	10850.96	0.00000	0.00
357	3	0.07	0.22	36.44	11.76	746.26	11.29	12.26	18632.60	139.17	4.33	602.61	10979.47	0.00002	0.43
358	0	0.00	0.00	36.02	NA	679.65	NA	NA	18773.55	140.95	4.28	603.25	10864.23	0.00000	0.00
359	0	0.00	0.00	35.47	NA	578.39	NA	NA	18901.12	127.57	4.21	537.58	9532.85	0.00000	0.00
360	0	0.00	0.00	34.89	NA	503.06	NA	NA	19035.96	134.84	4.15	558.98	9751.26	0.00000	0.00
361	0	0.00	0.00	34.31	NA	488.39	NA	NA	19176.47	140.51	4.08	572.74	9823.94	0.00000	0.00
362	0	0.00	0.00	33.72	NA	482.40	NA	NA	19316.91	140.44	4.01	562.66	9485.52	0.00000	0.00
363	0	0.00	0.00	33.13	NA	419.19	NA	NA	19430.96	114.05	3.94	448.93	7435.84	0.00000	0.00
364	0	0.00	0.00	32.54	NA	286.15	NA	NA	19568.38	137.42	3.87	531.26	8642.39	0.00000	0.00
365	0	0.00	0.00	31.94	NA	169.13	NA	NA	19707.02	138.63	3.80	526.19	8403.97	0.00000	0.00
366	2	1.52	3.04	31.35	24.19	335.75	23.82	24.56	19984.39	287.38	3.73	1070.50	16780.05	0.00018	3.91
367	0	0.00	0.00	30.75	NA	352.33	NA	NA	20081.23	96.84	3.65	353.83	5440.17	0.00000	0.00
368	2	0.02	0.04	30.15	9.99	369.53	7.49	12.48	20203.09	111.85	3.58	400.72	6040.81	0.00001	0.14
369	0	0.00	0.00	30.15	NA	355.03	NA	NA	20324.99	121.90	3.58	436.72	6583.57	0.00000	0.00
370	0	0.00	0.00	30.15	NA	415.29	NA	NA	20430.77	105.78	3.58	378.94	5712.56	0.00000	0.00
371	0	0.00	0.00	30.15	NA	508.87	NA	NA	20552.72	121.95	3.58	436.87	6585.87	0.00000	0.00
372	0	0.00	0.00	30.15	NA	600.87	NA	NA	20666.23	113.51	3.58	406.66	6130.39	0.00000	0.00
373	0	0.00	0.00	30.15	NA	633.22	NA	NA	20776.60	110.37	3.58	395.39	5960.53	0.00000	0.00
374	0	0.00	0.00	30.15	NA	673.02	NA	NA	20925.02	148.42	3.58	531.73	8015.82	0.00000	0.00
375	1	0.01	0.01	30.15	9.72	753.38	9.72	9.72	21063.55	138.52	3.58	496.25	7480.99	0.00000	0.03
376	1	0.54	0.54	30.15	6.22	874.43	6.22	6.22	21187.38	123.84	3.58	443.64	6687.93	0.00008	1.76
377	3	0.62	1.86	30.15	13.56	907.99	8.70	16.16	21320.99	133.61	3.58	478.64	7215.54	0.00026	5.56

B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
378	0	0.00	30.15	NA	904.95	NA	NA	21448.55	127.56	3.58	456.99	6889.15	0.00000	0.00
379	0	0.00	30.15	NA	953.79	NA	NA	21574.16	125.61	3.58	449.99	6783.60	0.00000	0.00
380	0	0.00	30.15	NA	1041.27	NA	NA	21694.34	120.16	3.58	430.55	6490.47	0.00000	0.00
381	0	0.00	30.15	NA	1068.96	NA	NA	21832.92	138.58	3.58	496.46	7484.09	0.00000	0.00
382	1	0.52	30.15	10.96	1180.68	10.96	10.96	21990.56	147.64	3.58	528.90	7973.23	0.00007	1.41
383	2	0.07	30.15	20.09	1309.50	18.90	21.27	22110.82	130.26	3.58	466.67	7035.04	0.00002	0.41
384	0	0.00	30.15	NA	1358.32	NA	NA	22260.36	149.54	3.58	535.71	8075.79	0.00000	0.00
385	0	0.00	30.15	NA	1431.50	NA	NA	22414.58	154.22	3.58	552.48	8328.65	0.00000	0.00
386	0	0.00	30.15	NA	1553.05	NA	NA	22537.27	122.70	3.58	439.56	6626.34	0.00000	0.00
387	0	0.00	30.15	NA	1682.02	NA	NA	22690.42	153.15	3.58	548.65	8270.83	0.00000	0.00
388	4	0.09	30.15	8.89	1813.95	4.96	12.56	22824.33	133.91	3.58	479.74	7232.05	0.00005	1.08
389	0	0.00	30.15	NA	1786.95	NA	NA	22969.13	144.80	3.58	518.74	7820.02	0.00000	0.00
390	4	0.60	30.15	11.63	1909.87	8.30	16.73	23100.19	131.06	3.58	469.51	7077.82	0.00034	7.38
391	1	0.11	30.15	10.19	2053.61	10.19	10.19	23248.05	147.87	3.58	529.73	7985.68	0.00001	0.31
392	0	0.00	30.15	NA	2141.08	NA	NA	23396.89	148.84	3.58	533.21	8038.11	0.00000	0.00
393	3	0.37	30.15	9.65	2121.99	8.57	11.21	23534.95	138.06	3.58	494.59	7456.00	0.00015	3.22
394	1	3.02	30.15	14.05	2187.46	14.05	14.05	23656.45	121.50	3.58	435.28	6561.90	0.00046	9.93
395	2	0.00	25.84	8.42	2323.81	5.82	11.02	23794.40	137.95	3.07	423.56	5472.34	0.00000	0.03
396	5	0.27	23.21	19.96	2324.71	18.79	21.00	23934.81	140.41	2.76	387.22	4493.67	0.00030	6.59
397	0	0.00	24.04	NA	2369.58	NA	NA	24052.96	118.15	2.86	337.50	4056.85	0.00000	0.00
398	0	0.00	26.68	NA	2470.37	NA	NA	24156.36	103.40	3.17	327.79	4372.78	0.00000	0.00
399	0	0.00	29.13	NA	2486.08	NA	NA	24300.76	144.40	3.46	499.86	7281.09	0.00000	0.00
400	1	0.01	30.15	4.98	2615.48	4.98	4.98	24431.25	130.48	3.58	467.46	7046.91	0.00000	0.03
401	9	0.16	1.46	10.71	2720.66	5.27	17.86	24554.27	123.03	3.58	440.75	6644.32	0.00022	4.75
402	1	5.03	30.15	16.65	2831.21	16.65	16.65	24696.68	142.41	3.58	510.17	7690.84	0.00085	14.13
403	7	0.13	0.89	11.21	2966.51	4.32	19.67	24836.58	139.90	3.58	501.17	7555.18	0.00012	2.54
404	3	0.25	0.75	14.19	3055.66	12.74	15.16	24978.80	142.23	3.58	509.52	7681.04	0.00010	2.10
405	8	0.12	0.93	12.49	3162.24	9.19	18.68	25100.13	121.33	3.58	434.65	6552.35	0.00014	3.05
406	2	0.02	23.17	12.72	3309.49	12.14	13.30	25247.95	147.82	2.75	406.86	4712.51	0.00001	0.21

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
407	10	0.16	1.55	30.15	10.64	3325.84	25366.54	118.59	3.58	424.84	6404.54	0.00024	5.23
408	5	0.08	0.38	30.15	10.16	3347.97	25501.34	134.80	3.58	482.92	7280.05	0.00005	1.13
409	0	0.00	0.00	30.15	NA	3359.85	25649.61	148.27	3.58	531.18	8007.56	0.00000	0.00
410	18	0.14	2.45	30.15	11.39	3416.29	25778.87	129.26	3.58	463.08	6980.87	0.00035	7.57
411	2	0.16	0.33	28.73	13.08	3488.37	25923.02	144.15	3.41	492.02	7066.64	0.00005	1.00
412	5	0.03	0.13	30.15	7.20	3519.26	26072.71	149.69	3.58	536.25	8084.02	0.00002	0.35
413	11	0.20	2.20	30.15	9.03	3644.03	26207.62	134.91	3.58	483.32	7286.02	0.00030	6.54
414	3	0.29	0.88	29.85	11.16	3769.56	26348.22	140.60	3.52	495.33	7343.24	0.00012	2.58
415	0	0.00	0.00	28.90	NA	3897.37	26488.37	140.15	3.43	481.21	6952.69	0.00000	0.00
416	9	0.64	5.80	28.14	19.52	3968.75	26637.48	149.11	3.34	498.64	7016.68	0.00083	17.85
417	14	0.90	12.63	30.15	19.65	4096.24	26772.72	135.24	3.58	484.50	7303.91	0.00173	37.34
418	3	0.59	1.78	29.32	17.91	4230.54	26907.40	134.66	3.48	469.20	6878.54	0.00026	5.59
419	0	0.00	0.00	29.58	NA	4365.68	27054.80	147.40	3.51	518.08	7662.60	0.00000	0.00
420	6	1.06	6.39	29.84	20.27	4491.54	27197.75	142.95	3.55	506.86	7562.82	0.00084	18.24
421	0	0.00	0.00	29.61	NA	4515.74	27348.17	150.43	3.52	529.31	7837.36	0.00000	0.00
422	4	0.80	3.22	29.38	20.92	4557.96	27482.24	134.06	3.49	468.05	6876.28	0.00047	10.11
423	0	0.00	0.00	29.15	NA	4697.09	27621.73	139.50	3.46	483.17	7042.12	0.00000	0.00
424	0	0.00	0.00	28.91	NA	4809.11	27764.60	142.87	3.44	490.85	7096.39	0.00000	0.00
425	8	0.69	5.51	28.68	18.33	4945.33	27913.19	148.59	3.41	506.41	7262.49	0.00076	16.39
426	20	0.53	10.65	28.50	15.50	5078.30	28051.86	138.67	3.39	469.60	6692.09	0.00159	34.38
427	1	0.64	0.64	28.06	20.11	5124.35	28195.31	143.46	3.33	478.30	6710.59	0.00010	2.05
428	3	1.03	3.08	27.75	11.93	5091.35	28342.77	147.45	3.30	486.26	6747.68	0.00046	9.85
429	0	0.00	0.00	27.16	NA	5113.38	28427.19	84.42	3.23	272.41	3698.71	0.00000	0.00
430	0	0.00	0.00	26.16	NA	5163.02	28516.16	88.97	3.11	276.53	3616.72	0.00000	0.00
431	0	0.00	0.00	25.09	NA	5236.96	28599.56	83.40	2.98	248.65	3119.36	0.00000	0.00
432	3	0.05	0.16	24.56	6.44	5331.36	28694.46	94.90	2.92	276.98	3401.77	0.00005	0.99
433	0	0.00	0.00	24.65	NA	5423.75	28788.77	94.31	2.93	276.29	3405.88	0.00000	0.00
434	0	0.00	0.00	24.77	NA	5501.29	28880.61	91.84	2.94	270.34	3348.76	0.00000	0.00
435	0	0.00	0.00	24.91	NA	5582.47	28968.83	88.22	2.96	261.15	3253.00	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
436	0	0.00	0.00	25.06	NA	5674.57	NA	NA	29060.95	92.12	2.98	274.32	3437.40	0.00000	0.00
437	0	0.00	0.00	25.20	NA	5752.29	NA	NA	29154.06	93.11	2.99	278.85	3514.15	0.00000	0.00
438	0	0.00	0.00	25.33	NA	5760.81	NA	NA	29236.68	82.62	3.01	248.65	3148.94	0.00000	0.00
439	2	0.05	0.10	25.41	8.28	5750.02	4.18	12.38	29322.95	86.27	3.02	260.47	3309.27	0.00003	0.62
440	0	0.00	0.00	24.87	NA	5778.00	NA	NA	29416.31	93.37	2.95	275.87	3430.06	0.00000	0.00
441	0	0.00	0.00	23.82	NA	5800.43	NA	NA	29509.78	93.47	2.83	264.53	3150.36	0.00000	0.00
442	2	0.03	0.06	23.28	6.58	5793.71	5.55	7.61	29602.82	93.04	2.77	257.32	2994.56	0.00002	0.40
443	0	0.00	0.00	23.76	NA	5712.15	NA	NA	29687.40	84.57	2.82	238.81	2837.47	0.00000	0.00
444	0	0.00	0.00	24.70	NA	5622.64	NA	NA	29778.26	90.87	2.94	266.71	3294.22	0.00000	0.00
445	10	0.09	0.94	25.18	8.59	5531.83	5.39	11.83	29872.00	93.74	2.99	280.41	3529.86	0.00027	5.75
446	0	0.00	0.00	24.72	NA	5443.68	NA	NA	29965.82	93.82	2.94	275.53	3404.91	0.00000	0.00
447	2	0.16	0.33	24.26	5.61	5351.32	5.11	6.11	30059.89	94.07	2.88	271.12	3287.97	0.00010	2.15
448	5	0.08	0.38	24.77	8.27	5266.16	5.76	10.14	30155.61	95.71	2.94	281.68	3488.30	0.00011	2.33
449	6	0.39	2.37	24.89	8.42	5181.93	4.94	14.07	30240.81	85.20	2.96	252.02	3136.81	0.00076	16.31
450	1	0.18	0.18	24.62	7.45	5144.90	7.45	7.45	30327.80	87.00	2.93	254.50	3132.85	0.00006	1.23
451	0	0.00	0.00	24.37	NA	5179.57	NA	NA	30424.12	96.31	2.90	278.87	3397.87	0.00000	0.00
452	0	0.00	0.00	24.13	NA	5203.76	NA	NA	30516.73	92.62	2.87	265.60	3205.05	0.00000	0.00
453	0	0.00	0.00	23.92	NA	5276.91	NA	NA	30608.22	91.49	2.84	259.99	3108.93	0.00000	0.00
454	0	0.00	0.00	23.71	NA	5346.57	NA	NA	30680.23	72.01	2.82	202.88	2405.31	0.00000	0.00
455	0	0.00	0.00	23.52	NA	5401.87	NA	NA	30740.31	60.08	2.79	167.89	1974.42	0.00000	0.00
456	1	0.06	0.06	23.34	4.88	5443.99	4.88	4.88	30806.35	66.05	2.77	183.17	2137.55	0.00003	0.58
457	0	0.00	0.00	23.34	NA	5493.88	NA	NA	30870.07	63.71	2.77	176.70	2062.09	0.00000	0.00
458	0	0.00	0.00	23.34	NA	5542.72	NA	NA	30938.69	68.62	2.77	190.32	2221.00	0.00000	0.00
459	0	0.00	0.00	23.34	NA	5601.40	NA	NA	31002.08	63.39	2.77	175.80	2051.54	0.00000	0.00
460	0	0.00	0.00	23.34	NA	5667.72	NA	NA	31069.13	67.05	2.77	185.94	2169.96	0.00000	0.00
461	0	0.00	0.00	23.34	NA	5731.48	NA	NA	31134.22	65.09	2.77	180.53	2106.74	0.00000	0.00
462	0	0.00	0.00	23.34	NA	5787.63	NA	NA	31197.06	62.83	2.77	174.25	2033.51	0.00000	0.00

Tab. 10: Segmenty nádrže Vír

Pozn.: B_num odpovídá počtu bublin v segmentu, b_avg_vol odpovídá průměrnému objemu bublin, b_tot_vol odpovídá celkovému objemu bublin v daném segmentu, avg_depth odpovídá průměrné hloubce v daném segmentu, distance odpovídá vzdálenosti od hráze, min_b_depth odpovídá nejnižší hloubce bubliny, max_b_depth odpovídá nejvyšší hloubce bubliny, length odpovídá kumulované délce předcházejících segmentů, wedge_length odpovídá délce segmentu, wedge_width odpovídá šířce segmentu, wedge_surface odpovídá ploše (násobku délky a šířky segmentu), wedge_volume odpovídá objemu výseče zabíraného transducerem, volumetric_b_density odpovídá objemové hustotě bublin a Eb_flux odpovídá ebuličnímu toku.

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
1	0	0.00	0.00	50.77	NA	116.07	NA	NA	78.75	78.75	6.03	475.09	12060.17	0.00000	0.00
2	0	0.00	0.00	50.77	NA	92.32	NA	NA	170.28	91.52	6.03	552.13	14015.76	0.00000	0.00
3	1	0.01	0.01	50.77	8.95	202.15	8.95	8.95	310.87	140.59	6.03	848.11	21529.37	0.00000	0.01
4	2	0.02	0.03	49.55	10.87	311.76	10.83	10.91	436.05	125.18	5.89	736.94	18255.85	0.00000	0.04
5	4	0.01	0.05	48.25	16.77	445.63	7.41	27.05	594.47	158.42	5.73	908.24	21911.19	0.00000	0.05
6	3	0.67	2.00	45.50	19.41	596.44	7.27	43.70	747.72	153.25	5.41	828.60	18851.94	0.00011	2.29
7	1	0.02	0.02	37.18	35.82	552.10	35.82	35.82	850.78	103.06	4.42	455.29	8463.93	0.00000	0.05
8	10	0.02	0.17	51.58	34.59	479.05	18.17	49.88	979.92	129.14	6.13	791.43	20406.94	0.00001	0.18
9	1	0.01	0.01	39.07	17.88	465.06	17.88	17.88	1094.11	114.19	4.64	530.09	10355.40	0.00000	0.01
10	0	0.00	0.00	40.75	NA	535.10	NA	NA	1179.20	85.10	4.84	412.08	8396.82	0.00000	0.00
11	0	0.00	0.00	44.28	NA	624.01	NA	NA	1299.13	119.93	5.26	630.94	13987.36	0.00000	0.00
12	0	0.00	0.00	47.97	NA	718.50	NA	NA	1420.57	121.44	5.70	692.18	16601.62	0.00000	0.00
13	3	0.05	0.16	49.48	39.83	818.38	37.07	42.03	1539.91	119.34	5.88	701.61	17357.84	0.00001	0.20
14	0	0.00	0.00	48.78	NA	911.26	NA	NA	1633.19	93.28	5.80	540.64	13185.17	0.00000	0.00
15	4	0.05	0.21	47.90	38.14	873.07	27.87	43.74	1756.53	123.33	5.69	702.00	16813.75	0.00001	0.27
16	0	0.00	0.00	44.51	NA	894.42	NA	NA	1876.70	120.17	5.29	635.61	14146.61	0.00000	0.00
17	4	0.06	0.23	41.13	31.59	1414.81	14.18	38.91	2408.19	531.49	4.89	2597.15	53403.86	0.00000	0.09
18	3	0.04	0.13	39.94	11.30	1429.27	9.91	12.51	2512.54	104.36	4.75	495.30	9891.94	0.00001	0.29
19	4	0.57	2.28	35.75	18.00	1328.46	5.77	33.60	2637.19	124.64	4.25	529.44	9483.06	0.00024	5.20
20	0	0.00	0.00	30.26	NA	1280.23	NA	NA	2743.15	105.96	3.60	380.93	5762.78	0.00000	0.00
21	2	0.02	0.03	24.77	22.55	1403.56	10.78	34.31	2867.05	123.90	2.94	364.60	4514.69	0.00001	0.14
22	3	0.09	0.28	36.00	21.24	1508.45	19.55	22.38	2975.10	108.04	4.28	462.12	8317.48	0.00003	0.73
23	1	0.41	0.41	26.29	5.16	1396.59	5.16	5.16	3093.37	118.28	3.12	369.48	4856.75	0.00008	1.81
24	1	0.02	0.02	37.17	27.35	1278.97	27.35	27.35	3219.30	125.92	4.42	556.16	10336.25	0.00000	0.04
25	6	0.03	0.21	35.14	15.56	1263.57	6.44	33.03	3300.01	80.72	4.18	337.02	5921.43	0.00003	0.75
26	0	0.00	0.00	34.42	NA	1375.93	NA	NA	3422.33	122.32	4.09	500.21	8607.56	0.00000	0.00
27	0	0.00	0.00	33.77	NA	1434.25	NA	NA	3516.31	93.97	4.01	377.10	6367.67	0.00000	0.00
28	1	0.11	0.11	33.06	27.03	1322.52	27.03	27.03	3630.83	114.52	3.93	449.86	7436.23	0.00001	0.32
29	0	0.00	0.00	30.07	NA	1239.99	NA	NA	3721.58	90.75	3.57	324.25	4875.19	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
30	0	0.00	0.00	23.66	NA	1295.42	NA	NA	3799.60	78.03	2.61	219.36	2595.12	0.00000	0.00
31	0	0.00	0.00	15.75	NA	1378.81	NA	NA	3684.38	84.78	1.87	158.70	1250.05	0.00000	0.00
32	0	0.00	0.00	8.88	NA	1363.57	NA	NA	3970.96	86.57	1.06	91.36	405.72	0.00000	0.00
33	7	0.00	0.02	6.45	4.57	1425.12	3.48	5.95	4036.58	65.62	0.77	50.26	161.97	0.00010	2.07
34	0	0.00	0.00	8.36	NA	1479.72	NA	NA	4128.55	91.97	0.99	91.39	382.15	0.00000	0.00
35	0	0.00	0.00	11.51	NA	1540.27	NA	NA	4198.14	69.59	1.37	95.20	548.08	0.00000	0.00
36	0	0.00	0.00	15.67	NA	1594.03	NA	NA	4286.93	88.79	1.86	165.36	1295.94	0.00000	0.00
37	1	0.01	0.01	20.67	16.91	1653.87	16.91	16.91	4358.41	71.49	2.46	175.58	1814.59	0.00000	0.06
38	1	0.02	0.02	27.88	23.14	1649.92	23.14	23.14	4449.11	90.70	3.31	300.47	4188.49	0.00001	0.11
39	0	0.00	0.00	27.63	NA	1701.90	NA	NA	4504.29	55.18	3.28	181.18	2503.46	0.00000	0.00
40	0	0.00	0.00	27.29	NA	1783.51	NA	NA	4590.97	86.67	3.24	281.10	3836.23	0.00000	0.00
41	0	0.00	0.00	26.85	NA	1765.44	NA	NA	4661.75	70.78	3.19	225.83	3031.95	0.00000	0.00
42	0	0.00	0.00	26.30	NA	1702.84	NA	NA	4753.61	91.87	3.13	287.09	3775.18	0.00000	0.00
43	1	0.31	0.31	25.63	24.02	1739.26	24.02	24.02	4819.94	66.33	3.05	202.00	2588.66	0.00012	2.62
44	1	0.20	0.20	24.75	19.73	1803.02	19.73	19.73	4897.97	78.03	2.94	229.46	2839.61	0.00007	1.52
45	0	0.00	0.00	24.98	NA	1753.75	NA	NA	4985.38	87.41	2.97	259.41	3239.37	0.00000	0.00
46	1	0.49	0.49	25.20	12.85	1738.80	12.85	12.85	5061.89	76.50	2.99	229.07	2886.34	0.00017	3.63
47	1	0.01	0.01	23.30	11.85	1815.38	11.85	11.85	5140.77	78.88	2.77	218.39	2544.29	0.00000	0.08
48	1	0.09	0.09	23.58	17.13	1891.06	17.13	17.13	5216.59	75.82	2.80	212.43	2504.59	0.00004	0.77
49	0	0.00	0.00	22.53	NA	1936.46	NA	NA	5308.10	91.51	2.68	244.97	2759.56	0.00000	0.00
50	0	0.00	0.00	20.59	NA	1995.10	NA	NA	5388.14	80.04	2.45	195.84	2016.46	0.00000	0.00
51	0	0.00	0.00	18.54	NA	2038.26	NA	NA	5469.12	80.98	2.20	178.38	1653.40	0.00000	0.00
52	0	0.00	0.00	16.55	NA	2067.74	NA	NA	5512.38	43.25	1.97	85.06	703.80	0.00000	0.00
53	0	0.00	0.00	14.69	NA	2054.67	NA	NA	5525.80	13.42	1.75	23.43	172.15	0.00000	0.00
54	0	0.00	0.00	13.00	NA	2034.65	NA	NA	5546.76	20.96	1.54	32.37	210.36	0.00000	0.00
55	2	0.03	0.06	11.48	2.96	2014.51	2.96	2.96	5568.95	22.19	1.36	30.26	173.72	0.00034	7.24
56	0	0.00	0.00	10.06	NA	1995.45	NA	NA	5592.52	23.57	1.20	28.18	141.76	0.00000	0.00
57	2	4.15	8.30	8.74	3.37	1976.75	3.37	3.37	5612.57	20.05	1.04	20.83	91.01	0.09121	1970.20
58	0	0.00	0.00	9.75	NA	1963.56	NA	NA	5628.47	15.90	1.16	18.42	89.74	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
59	0	0.00	0.00	13.51	NA	1942.76	NA	NA	5650.47	22.00	1.61	35.31	238.54	0.00000	0.00
60	0	0.00	0.00	18.19	NA	1929.16	NA	NA	5672.89	22.42	2.16	48.45	440.56	0.00000	0.00
61	0	0.00	0.00	21.94	NA	1964.78	NA	NA	5730.49	57.61	2.61	150.20	1647.95	0.00000	0.00
62	3	0.05	0.14	22.96	15.76	2019.63	12.85	19.35	5817.90	87.41	2.73	238.47	2737.66	0.00005	1.14
63	3	1.83	5.49	21.88	15.15	2091.61	13.52	16.25	5906.78	88.88	2.60	231.11	2528.72	0.00217	46.93
64	8	0.11	0.86	21.42	18.47	2146.27	12.18	19.80	5983.35	76.57	2.55	194.87	2086.93	0.00041	8.92
65	0	0.00	0.00	16.75	NA	2175.45	NA	NA	6065.50	82.15	1.99	163.48	1369.01	0.00000	0.00
66	6	0.50	3.01	12.08	9.17	2245.80	3.76	18.90	6137.03	71.53	1.44	102.66	619.97	0.00485	104.78
67	0	0.00	0.00	14.01	NA	2335.57	NA	NA	6227.41	90.38	1.66	150.49	1054.31	0.00000	0.00
68	10	0.08	0.82	15.95	11.75	2323.95	8.11	15.29	6301.20	73.78	1.89	139.80	1114.65	0.00074	15.98
69	37	0.10	3.60	17.52	11.04	2390.17	4.07	17.59	6394.90	93.70	2.08	195.01	1707.78	0.00211	45.57
70	34	0.12	4.19	16.37	10.59	2339.70	5.98	16.62	6469.95	75.05	1.95	145.99	1194.95	0.00351	75.78
71	22	0.12	2.71	15.29	9.15	2432.90	4.35	13.72	6563.93	93.98	1.82	170.74	1305.24	0.00208	44.83
72	15	0.22	3.28	13.49	8.79	2490.19	5.22	12.34	6650.27	86.33	1.60	138.42	933.87	0.00351	75.84
73	14	0.14	1.96	12.49	9.03	2548.23	4.38	12.26	6708.70	58.43	1.48	86.73	541.78	0.00362	78.13
74	35	0.17	5.92	11.99	7.52	2600.52	3.05	11.96	6791.00	82.31	1.42	117.23	702.60	0.00843	182.12
75	1	0.01	0.01	11.27	6.39	2664.71	6.39	6.39	6870.99	79.99	1.34	107.12	603.60	0.00001	0.21
76	53	0.10	5.33	10.10	7.66	2621.48	3.78	10.31	6962.95	91.96	1.20	110.40	557.78	0.00955	206.37
77	15	0.65	9.73	10.12	6.64	2662.56	3.86	9.08	7035.14	72.19	1.20	86.84	439.60	0.02214	478.29
78	17	0.09	1.55	9.36	7.09	2746.03	4.62	9.36	7118.61	83.47	1.11	92.81	434.21	0.00356	77.00
79	17	0.53	8.99	8.42	6.27	2791.65	4.34	8.93	7214.43	95.82	1.00	95.84	403.38	0.02227	481.13
80	20	0.10	1.98	8.30	5.24	2857.29	3.32	7.96	7281.61	67.18	0.99	66.25	274.94	0.00720	155.60
81	29	0.06	1.71	8.00	5.78	2890.58	3.20	8.66	7346.02	64.40	0.95	61.22	244.91	0.00697	150.51
82	31	0.11	3.43	8.36	6.13	2975.03	3.98	8.66	7430.56	64.54	0.99	83.95	350.80	0.00977	211.09
83	18	0.16	2.80	7.37	5.75	2988.13	4.08	8.00	7496.13	65.57	0.88	57.42	211.62	0.01324	286.04
84	11	0.19	2.13	5.83	4.63	3019.69	3.44	5.73	7574.07	77.94	0.69	53.98	157.33	0.01355	292.68
85	11	0.11	1.20	6.54	5.52	3111.23	4.12	6.72	7667.02	92.96	0.78	72.25	236.28	0.00508	109.81
86	11	0.20	2.17	6.57	5.02	3167.33	3.57	6.80	7759.27	92.25	0.78	72.06	236.83	0.00915	197.55
87	0	0.00	0.00	6.01	NA	3219.89	NA	NA	7846.25	86.98	0.71	62.11	186.66	0.00000	0.00

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
88	0	0.00	0.00	5.04	NA	3307.34	NA	NA	7936.61	90.35	0.60	54.16	136.62	0.00000	0.00
89	1	0.51	0.51	4.47	4.11	3400.93	4.11	4.11	8030.41	93.81	0.53	49.82	111.36	0.00461	99.49
90	0	0.00	0.00	4.33	NA	3476.29	NA	NA	8121.06	90.67	0.51	46.62	100.87	0.00000	0.00
91	0	0.00	0.00	4.26	NA	3460.52	NA	NA	8137.03	15.95	0.51	8.07	17.19	0.00000	0.00
92	0	0.00	0.00	4.28	NA	3431.75	NA	NA	8167.57	30.54	0.51	15.54	33.28	0.00000	0.00
93	1	0.01	0.01	4.42	3.75	3336.16	3.75	3.75	8273.13	105.56	0.53	55.44	122.52	0.00004	0.96
94	2	0.06	0.16	4.71	3.74	3225.07	3.54	3.93	8388.11	114.98	0.56	64.28	151.22	0.00108	23.42
95	0	0.00	0.00	5.76	NA	3129.71	NA	NA	8516.13	128.02	0.68	87.61	252.31	0.00000	0.00
96	0	0.00	0.00	7.60	NA	3044.84	NA	NA	8663.56	147.43	0.90	133.06	505.34	0.00000	0.00
97	19	0.15	2.91	8.61	7.07	2941.60	3.98	8.59	8806.69	143.13	1.02	146.44	630.46	0.00462	99.72
98	12	0.13	1.50	8.31	7.07	2802.93	5.41	8.32	8961.35	154.66	0.99	152.62	633.77	0.00237	51.22
99	17	0.47	7.91	9.00	7.16	2687.83	5.47	8.91	9093.09	131.74	1.07	140.83	633.47	0.01249	269.76
100	51	0.37	18.99	10.13	8.36	2630.04	5.55	10.05	9251.11	158.02	1.20	190.17	963.08	0.01971	425.84
101	31	0.31	9.63	11.15	9.09	2527.37	5.49	12.09	9398.06	146.97	1.33	194.79	1086.37	0.00886	191.42
102	7	0.28	1.98	12.89	9.58	2390.77	6.41	12.43	9542.23	144.15	1.53	220.82	1423.52	0.00139	30.09
103	1	0.16	0.16	16.68	10.40	2290.92	10.40	10.40	9697.51	155.29	1.98	307.77	2566.78	0.00006	1.32
104	2	0.25	0.50	18.28	9.93	2177.78	7.99	11.87	9845.43	147.92	2.17	321.19	2934.90	0.00017	3.68
105	1	0.40	0.40	19.10	15.04	2028.74	15.04	15.04	9998.28	152.85	2.27	346.90	3312.90	0.00012	2.64
106	0	0.00	0.00	20.89	NA	1879.74	NA	NA	10150.00	151.72	2.48	376.61	3933.68	0.00000	0.00
107	0	0.00	0.00	23.39	NA	1767.32	NA	NA	10300.09	150.09	2.78	417.12	4878.03	0.00000	0.00
108	1	0.54	0.54	25.19	11.55	1718.26	11.55	11.55	10439.38	139.29	2.99	416.91	5250.96	0.00010	2.22
109	1	0.05	0.05	26.15	7.59	1656.24	7.59	7.59	10591.27	151.89	3.11	471.95	6170.77	0.00001	0.16
110	0	0.00	0.00	27.36	NA	1513.79	NA	NA	10745.85	154.58	3.25	502.55	6875.13	0.00000	0.00
111	0	0.00	0.00	28.96	NA	1368.47	NA	NA	10887.36	141.52	3.44	486.92	7049.80	0.00000	0.00
112	0	0.00	0.00	30.89	NA	1408.36	NA	NA	11040.38	153.02	3.67	561.72	8677.23	0.00000	0.00
113	0	0.00	0.00	33.14	NA	1446.96	NA	NA	11234.13	193.75	3.94	762.92	12641.07	0.00000	0.00
114	0	0.00	0.00	35.66	NA	1479.32	NA	NA	11442.86	208.73	4.24	884.37	15766.85	0.00000	0.00
115	5	0.03	0.15	38.42	28.68	1396.32	11.23	37.75	11643.12	200.26	4.57	914.25	17563.73	0.00001	0.18
116	1	0.01	0.01	41.64	26.80	1238.27	26.80	26.80	11835.67	192.55	4.95	952.70	19835.16	0.00000	0.01

	B_num	B_avg_vol (ml)	B_tot_vol (ml)	Avg_depth (m)	Avg_b_depth (m)	Distance (m)	Min_b_depth (m)	Max_b_depth (m)	Length (m)	Wedge_length (m)	Wedge_width (m)	Wedge_surface (m ²)	Wedge_volume (m ³)	Volumetric_b_density (ml·m ⁻³)	Eb_flux (ml·m ⁻² ·d ⁻¹)
117	4	0.06	0.24	45.38	27.19	1060.71	17.85	37.99	12045.37	209.69	5.39	1130.63	25652.61	0.00001	0.20
118	2	0.01	0.01	46.05	23.85	866.94	23.85	23.85	12254.61	209.44	5.47	1146.03	26387.29	0.00000	0.01
119	0	0.00	0.00	41.69	NA	693.62	NA	NA	12465.12	210.30	4.95	1041.81	21717.03	0.00000	0.00
120	0	0.00	0.00	32.75	NA	702.12	NA	NA	12657.44	192.32	3.89	748.30	12251.52	0.00000	0.00
121	0	0.00	0.00	24.36	NA	860.31	NA	NA	12826.69	169.25	2.89	489.91	5967.32	0.00000	0.00
122	1	0.02	0.02	19.44	12.46	1034.57	12.46	12.46	13015.01	188.32	2.31	435.00	4228.20	0.00000	0.10
123	0	0.00	0.00	17.03	NA	1143.40	NA	NA	13197.46	182.45	2.02	369.15	3143.01	0.00000	0.00
124	0	0.00	0.00	14.85	NA	1312.46	NA	NA	13370.25	172.79	1.76	304.79	2262.36	0.00000	0.00
125	1	0.14	0.14	12.86	7.90	1424.67	7.90	7.90	13565.89	195.64	1.53	298.95	1922.26	0.00007	1.57