

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Časová a prostorová heterogenita teploty hyporeálu na horním
toku Malše

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

Bakalant: Marta Rojtová

2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Časová a prostorová heterogenita teploty hyporeálu na horním toku Malše" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce Mgr. Michalem Bílým, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob. Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne datum odevzdání

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marta Rojtová

Krajinářství
Vodní hospodářství

Název práce

Časová a prostorová heterogenita teploty hyporeálu na horním toku Malše.

Název anglicky

Time and space heterogeneity of temperature in hyporheal of upper Malše river.

Cíle práce

Zmapovat prostorovou a časovou distribuci změn teploty v mělkém hyporeálu horního toku řeky Malše

Metodika

- 1) instalace záznamových teplotních čidel do hyporeálního prostředí na 5 lokalitách horního toku Malše ve dvou jednoměsíčních obdobích roku 2019.
- 2) vyhodnocení časové, vertikální a horizontální distribuce teploty na celkem 9 studijních plochách, jednom podélném transektu a jedné sérii příčných transektů.
- 3) vyhodnocení výsledků ve vztahu k podmínkám pro zamýšlený výsadek juvenilních jedinců perlorodky říční.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

hyporeál, teplota

Doporučené zdroje informací

HARTMAN, P. – PŘIKRYL, I. – ŠTĚDRONSKÝ, E. *Hydrobiologie*. Praha: Informatorium, 1998. ISBN 80-86073-27-0.

LELLÁK, J. – KUBÍČEK, F. *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, 1992. ISBN 80-7066-530-0.

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická [Praha], 2003. ISBN 80-7080-521-8.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Michal Bílý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2020

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Michalu Bílému, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, ochotu a trpělivost, kterou mi věnoval při zpracování mé bakalářské práce.

Časová a prostorová heterogenita teploty hyporeálu na horním toku Malše

Abstrakt

Předkládaná práce se zabývá vyhodnocováním teplotních vlastností hyporeální zóny na horním toku řeky Malše. Podkladem pro práci bylo kontinuální měření teplot v roce 2019 v 5 lokalitách na celkem 9 studijních ploch (čtvercového tvaru o velikosti 1 x 1 m), v trvání 28 dnů v létě a 30 dnů na podzim. Záznamové teploměry v celkovém počtu 72 ks byly instalovány ve dně v hloubkách 3 cm a 7 cm (léto), respektive 3 cm a 13 cm (podzim). Vyhodnocena byla také data, která byla paralelně měřena v podzimním období v sérii příčných transektů a v jednom podélném transektu vytyčených ve sledovaném úseku řeky.

Naměřená data byla použita pro vyhodnocení výměny vody mezi prostorem koryta toku a prostorem hyporeálu. Výsledky byly použity v projektu „Studium mikrohabitátů říčního dna: vyhledání a monitoring optimálních stanovišť pro vypuštění odchovaných mladých perlorodek na území přírodní památky Horní Malše“, která se zabývá posílením populace perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) v jejím přirozeném prostředí, za pomoci bioindikací a vyhledání stanovišť s vhodnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi.

Klíčová slova: Malše, teplota, hyporeál, perlorodka říční

Time and space heterogeneity of the temperature in hyporheal of upper Malše river

Abstract

This bachelor thesis deals with the evaluation of the temperature properties of the hyporheic zone on the upper course of the Malše river. The basis for the work was the continuous measurement of temperatures in 2019 on five localities at a total of nine sites (square shaped sites about size 1x1 m) lasting 28 days in summer and 30 days in autumn. A total of 72 thermometers were installed in the river bed at depths of 3 cm and 7 cm (summer), or 3 cm and 13 cm (autumn) Evaluated were also data from a series of transverse transects and one longitudinal transect parallel measured in the autumn in the monitored section of the river.

The measured data were used to evaluate the water exchange between the flow channel space and the hyporheic zone. The results were used in the project “Study of river bottom microhabitats: finding and monitoring optimal habitats for the release of reared young pearl mussels in the Horní Malše natural monument”, which deals with strengthening the population of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in its natural environment by using bioindications and searching for habitats with suitable physico-chemical properties.

Keywords: Malše river, temperature, hyporheic zone, freshwater pearl mussel

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce a metodika	3
3. Literární rešerše	4
3.1 Voda a její fyzikální a chemické vlastnosti.....	4
3.2 Tekoucí (lotická) voda	5
3.3 Oligotrofní tok	5
3.4 Hyporeál.....	6
3.5 Teplotní režim řek.....	6
3.6 Pohyb vody v hyporeálu	8
3.7 Teplota jako ukazatel výměny povrchové a hyporeální vody.....	9
3.8 Perlorodka říční (Margaritifera margaritifera).....	12
3.9 Charakteristika zájmového území.....	13
4. Metodika	14
4.1 Umístění studijních ploch na řece Malší.....	14
4.2 Metodika teplotního měření	16
4.3 Vyhodnocení teplotních řad.....	19
4.4 Popis vyhodnocených dat.....	21
5. Výsledky	23
5.1 Teplotní gradient volné vody a vody pohybující se v prostoru hyporeálu na podélném profilu řeky.....	23
5.2 Letní měření čtvercových studijních ploch.....	26
5.3 Podzimní měření čtvercových studijních ploch	35
5.4 Porovnání mezi měřením čtvercových studijních ploch v létě a na podzim.....	44
5.5 Podzimní měření sady příčných transektů	53
5.6 Podzimní měření podélného transektu.....	56
6. Diskuze	58
6.1 Vertikální heterogenita na úrovni mikrohabitatů.....	58
6.2 Heterogenita na úrovni čtvercových studijních ploch.....	58
6.3 Porovnání čtvercových studijních ploch	59
6.4 Horizontální heterogenita teploty volné vody a melčího hyporeálu (hloubka 3 cm pod povrchem dna)	61
6.5 Zhodnocení metodiky práce.....	61
7. Závěr	62
8. Přehled literatury.....	63
9. Seznam obrázků.....	67
10. Seznam tabulek	69

11.	Seznam příloh	73
12.	Přílohy.....	75

1. Úvod

Řeka Malše pramenící v severním Rakousku na hoře Viehberg poblíž vesnice Sandl je situována v jižních Čechách a severním Rakousku Sandl (Znachor et al. 2004, Hejzlar et al. 2003). Úživnost horního toku, kterým se dále budeme zabývat, má oligotrofní charakter, tedy ve vodě je přítomno spíše malé množství rozpuštěných látek a potenciálních živin. Dále se oligotrofní vody vyznačují velmi malou produkcí organické hmoty (Lellák et Kubíček 1991). Oligotrofie horního toku je dnes méně obvyklým přírodním jevem, je proto přirozeným habitatem pro společenstva specifických živočišných druhů, které bývají bioindikátorem oligotrofních vod. Jmenujme vlajkový živočišný druh řeky Malše perlorodku říční (*Margaritifera margaritifera*).

Perlorodka říční je mlž typicky se vyskytující v oligotrofních tocích, je velmi citlivý na kvalitu vody, z hlediska biotopových nároků také na zrnitost dna a jiných vlastností prostředí. Pokud jsou jeho nároky nenaplněny, dochází k úhynu a zániku populace. V závislosti na vlastnostech prostředí je délka jejich života i přes 80 let. Životní cyklus začíná larvální fází, kdy se larvy (glochidie) uchytlí na žábry hostitele a ve vytvořené cystě přežívá až do metamorfózy v juvenilního jedince, kdy opouští tělo hostitele (lososovitá ryba). Juvenilní jedinec osídlí prostor dna a setrvává v něm několik let do dosažení dostatečné velikosti pro vystoupení na povrch dna, kde, pokud jsou splněny vysoké nároky na vlastnosti prostředí, setrvává a mezi 15. - 20. rokem života perlorodky (v podmínkách ČR) se náročný reprodukční cyklus opakuje (AOPK 2013, Young et Williams 1984).

Tato práce byla vypracována jako jedna z částí veřejné zakázky „Studium mikrohabitatů říčního dna: vyhledání a monitoring optimálních stanovišť pro vypuštění odchovaných mladých perlorodek na území přírodní památky Horní Malše“ v současně probíhajícím projektu Malsemuschel, která má za cíl ochranu, podporu a obnovu oslabených populací perlorodky říční (Bílý et Jahelková 2020).

Hlavní úkoly projektu jsou nalezení stanovišť s vhodnými chemicko-fyzikálními podmínkami pro život juvenilních perlorodek, jejich vysazení na těchto stanovištích a případná trvalá expozice. Prvně byla vytipována stanoviště pro vysazení jedinců na základě vhodného redox potenciálu, v další fázi byla stanoviště měřena z hlediska penetrometrického odporu, rozpuštěného kyslíku, konduktivity, (Bílý et Jahelková 2020) a také teplotních poměrů, které jsou hlavním předmětem této práce.

Zaznamenávání teplot v prostoru hyporeálu probíhalo ve dvou hloubkách, kontinuálně po dva měsíční časové úseky. Při druhém z nich byla též měřena teplota povrchové vody na všech sledovaných stanovištích. Naměřené hodnoty dále sloužily ke zpracování liniových a krabicových grafů (boxplotů). Dalším krokem bylo pomocí vytvořených grafů zjistit druh hyporeálního proudění, jeden z hlavních limitujících faktorů pro vývoj, či dokonce přežití juvenilního jedince. Ze dvou hlavních druhů hyporeálního proudění (upwelling a downwelling) je downwelling, tedy zanořování vody z prostoru koryta do prostoru dna, zásadní vhodnou okolností pro výsadek mladých perlorodek. Je tomu tak vzhledem k vhodné prokysličenosti hyporeální vody, která je naopak během upwellingu, tedy vynořování vody z prostoru dna do prostoru koryta, nedostatečná a juvenilové mohou trpět kyslíkovým deficitem.

2. Cíl práce a metodika

Cíl práce

Zmapovat prostorovou a časovou distribuci změn teploty v mělkém hyporeálu horního toku řeky Malše

Metodika

- 1) instalace záznamových teplotních čidel do hyporeálního prostředí na 5 lokalitách horního toku Malše ve dvou jednoměsíčních obdobích roku 2019.
- 2) vyhodnocení časové, vertikální a horizontální distribuce teploty na celkem 9 studijních plochách, jednom podélném transektu a jedné sérii příčných transektů.
- 3) vyhodnocení výsledků ve vztahu k podmínkám pro zamýšlený výsadek juvenilních jedinců perlorodky říční.

3. Literární řešerše

3.1 Voda a její fyzikální a chemické vlastnosti

Voda je na první pohled velmi jednoduchá sloučenina, která má ale řadu jedinečných vlastností a vykazuje velké množství anomálií. Lze ji najít ve třech skupenstvích v závislosti na její teplotě, a to jako led (pevné), vodu (kapalné), nebo páru (plynné). Zdánlivě jednoduchá molekula H_2O má tvar rovnoramenného trojúhelníka, kde stojí dva atomy vodíku proti jednomu atomu kyslíku. S jinými molekulami vody se váže pomocí tzv. vodíkových můstků a může tvořit volně pohyblivé prostorové shluky. Velikost shluků je závislá na teplotě. S klesající teplotou se velikost shluků zvyšuje a klesá jejich pohyblivost. Jednou z anomálií vody, kdy při přechodu do pevného skupenství (při 0°C) voda zvětšuje svůj objem lze vysvětlit vodíkovými můstky. Při této přeměně každý atom vodíku tvoří můstek mezi atomy kyslíku (Lellák et Kubíček 1991, Ambrožová 2003).

Další vlastnost vody je její hustota, která se mění v závislosti na množství rozpuštěných látek (se zvyšujícím se obsahem rozpuštěných látek stoupá hustota vody) a na teplotě. V tomto vztahu je další anomálie. Voda má největší hustotu při teplotě $3,94^\circ\text{C}$. Vyšší i nižší teplota má za následek pokles hustoty a díky tomuto jevu probíhá i ve vodách, které se nepohybují promíchávání mezi vertikálními vrstvami (Lellák et Kubíček 1991).

Voda má také jedinečné tepelné vlastnosti. V kapalném stavu je její měrná tepelná kapacita velmi vysoká (hodnoty jsou vyšší pouze u helia a vodíku) (Lellák et Kubíček 1991), konkrétně k ohřátí 1 kg vody o 1°C při 15°C je třeba dodat energii 4,186 kJ (měrná tepelná kapacita vody = $4,186 \text{ kJ} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$). Pro srovnání, voda v pevném stavu (led) má měrnou tepelnou kapacitu $2,04 \text{ kJ} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$.

Velmi vysoká jsou také skupenská tepla vody. Skupenské teplo tání má hodnotu $333,7 \text{ kJ/kg}$ (tedy při přeměně 1 kg vody ze skupenství pevného na kapalné je zapotřebí dodat $333,7 \text{ kJ}$ energie, stejná energie se uvolní při opačné přeměně z pevného skupenství na kapalné). Ještě vyšší je skupenské teplo varu/ kondenzace. Při přeměně 1 kg kapalné vody na plynnou páru je třeba dodat $2255,5 \text{ kJ}$ (a obdobně jako u předchozího případu kondenzace páry na vodu uvolní $2255,5 \text{ kJ}$ energie). Nelze opomenout ani sublimaci (desublimaci), která za předpokladu přeměny 1 kg pevného ledu na plynnou páru (a naopak) spotřebuje (uvolní) $2840,9 \text{ kJ}$. (Lellák et Kubíček 1991, Stewart et al 2009).

Další důležitou vlastností vody je její malá schopnost vedení (sdílení) tepla, která je způsobena interakcí (vzájemné narážení molekul z oblasti s vyšší kinetickou energií částic do molekul z oblasti s nižší kinetickou energií), mezi sousedícími molekulami ve vodním tělese. Její hodnota pro kapalnou vodu je pouhých $0,000238 \text{ J} \cdot (\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{K})^{-1}$ (pro srovnání voda v pevném skupenství má hodnotu molekulárního přenosu tepla $0,024 \text{ J} \cdot (\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{K})^{-1}$) (Lellák et Kubíček 1991, Šorin 1968).

3.2 Tekoucí (lotická) voda

Povrchová voda vzniklá srážkou, která spadne na zemský povrch, spadlým sněhem, roztátým vlivem zvýšené okolní teploty v důsledku například změny ročního období, může být zasáknuta, odpařena, nebo být akumulována okolní vegetací. Tyto jevy závisí na charakteristikách povrchu, na kterém vodu pozorujeme, jako je vegetační pokryv, spád svahu, porozita a propustnost povrchové vrstvy půdy.

Pokud tyto jevy nenastanou, je kumulována a stéká přirozeným spádem jako povrchový odtok do vodního toku, který se postupně vlévá do toků vyšších kategorií a končí v moři. Spolu s podzemními zdroji vytváří hydrografickou síť v jednom určitém územním celku – povodí. Vodní toky jsou definovány ať již umělým, nebo zcela přirozeným korytem, ve kterém se pohybují, různého tvaru, délky, sklonu, drsnosti a jiných charakteristik (Lellák et Kubíček 1991, Wohl 2013). Lotické vody jsou reprezentovány prameny, potoky a řekami (Ambrožová 2003).

Zákon č. 254/2001 Sb. O vodách definuje vodní tok jako povrchovou vodu tekoucí vlastním spádem v korytě trvale, nebo převažující část roku. Jejich součástí jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně v přirozených dutinách, nebo pod zemí.

Zákon č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny dodává, že vodní tok je nejen osamocený vodní proud, součástí je jeho prostředí, jímž je koryto vodního toku a jeho břehy.

3.3 Oligotrofní tok

Prvně je nutné definovat si takzvanou trofii (úživnost), což znamená obsah rozpuštěných chemických látek (živin) ve vodě. Rozlišujeme dva základní typy vod, a to oligotrofní a eutrofní. Vody, bohaté na živiny a vysokou produkcí rostlin i konzumentů nazýváme eutrofní. Vody, kterými se budeme zabývat dále, oligotrofní, se vyznačují nízkým obsahem živin a malou, nebo téměř žádnou produkcí organické hmoty (Lellák et Kubíček 1991, Ambrožová 2003). Široce používané termíny oligotrofní a eutrofní však popisují míry úživnosti vody, které představují pouze koncové body spektra trofie. Nejčastěji je možné se setkat s mezotrofní zásobností živin, tedy kontinuem přechodných stupňů trofie (Poindexter 2009).

3.4 Hyporeál

Koryto toku je tvořeno několika zónami:

- zóna volně tekoucí vody,
- pobřežní zóna (litorál)
- zóna dna (bentál)
- zóna podříčního dna (hyporeál)

Poslední jmenovaná zóna hyporeálu, která je předmětem této práce, se nachází pod bentálem. Můžeme ji definovat jako dynamický, prostorově kolísající ekoton, ve kterém je mísená voda povrchová (říční) s vodou podzemní (Boulton et al 1998). Vnitřní pohyb vody je výsledkem sil gravitačních a kapilárních, které úzce souvisí s charakteristikami dna jako je dnový materiál, jeho pórovitost (poměr objemu vody v prostorech mezi částicemi a objemem částic) a propustnost (čím je povrch částice materiálu větší, tím větší je odpor proti pohybu vody), dále tvar a velikost částic (Wohl 2019, Lellák et Kubíček 1992, Ambrožová 2003).

3.5 Teplotní režim řek

Tepelné zdroje

Teplota (resp. tepelná energie), které tekoucí voda obsahuje (resp. Vyzařuje), může pocházet ze tří možných zdrojů:

- Sluneční radiace, která působí jako hlavní zdroj tepla, je absorbována svrchními vrstvami vod tekoucích, nebo stojatých.
- Geotermální zdroj (zemské nitro), který většinou působí lokálně na horké prameny.
- Antropický zdroj, tedy teplo vzniklé lidskou činností – hlavním příkladem jsou chladicí systémy elektráren. Podíl tohoto zdroje je však z hlediska tepelné bilance vod zanedbatelný (Ambrožová 2003).

Procesy tepelné výměny mezi vodou a jejím okolím

Teplota vody podléhá dvěma cyklům – sezónnímu cyklu a dennímu cyklu, které se vzájemně překrývají (Sinokrot et Stefan 1993). V praxi můžeme pozorovat, že kontinuální zakreslení teplot v tekoucích vodách se jeví jako sinusová křivka s různou amplitudou (Ambrožová 2003). Záznamy teplot proudící vody a teplot vzduchu ukazují, že teplota proudící vody úzce koreluje s teplotou vzduchu a slunečním zářením, nelze tedy opomenout důležitost geografické lokality, ve které je teplota vody měřena. Z dalších parametrů počasí ovlivňujících teplotu můžeme jmenovat relativní vlhkost, oblačnost, nebo rychlost větru. (Sinokrot et Stefan 1993, Gordon et al. 2010).

Další faktor upravující teplotu toku v určitých bodech je přítok vody z podzemních zdrojů, vypouštění nádrží, nebo vypouštění odpadních vod do prostoru toku. (Sinokrot *et* Stefan 1993). Dále po směru proudu je již teplota z těchto zdrojů ovlivňována atmosférickou teplotou a dalšími již jmenovanými parametry počasí (Poole *et* Berman 2001). Efekt výměny tepla mezi tokem a jeho okolím lze zaznamenat při porovnání teplot měřených na dvou místech v toku vzdálených několik kilometrů (Sinokrot *et* Stefan 1993)

Tyto jevy jsou způsobeny vysokou tepelnou kapacitou vody a silně závisí na množství vodní masy. Například na malém a mělkém vodním toku můžeme pozorovat menší rozdíly teploty vody oproti okolní teplotě vzduchu (Poole *et* Berman 2001).

Procesy, které ovlivňují tepelnou výměnu mezi tokem a okolím pomocí vlastností koryta toku jsou:

- Izolační procesy

Jsou dány celou řadou vlastností toku jako tvar a šířka koryta, nebo přítomnost, případná hustota a vzdálenost vegetace od břehu toku. Plocha hladiny, závislá na šířce koryta, uskutečňuje výměnu tepla mezi vodou a okolím. Intenzita tepelné výměny je přímo úměrná této ploše. Naopak nepřímo je závislá na hloubce koryta. Tedy úzký hluboký tok bude mít menší tepelnou výměnu, než široký a mělký. (Poole *et* Berman 2001). Hustá vegetace, a tedy s ní související nízká propustnost slunečních paprsků k hladině toku, má za následek snížení průměrné teploty toku. (Gregory *et al.* 1987) Také má za následek zmenšení rychlosti větru v okolí hladiny, to vede k menšímu odparu (Poole *et* Berman 2001).

- Tlumící procesy

Uchovávají a akumulují teplo v říčním ekosystému. Teplo je přenášeno pouze mezi jednotlivými úseky, nebo částmi toku (např. mezi zvodněnými sedimenty a vodou v proudu) bez přidávání, nebo odebírání vody do celkového množství. Tlumící procesy mají efekt pouze za předpokladu proměnlivého průtoku a změn teplot. Příklad tlumícího procesu viz dále v kapitole Pohyb vody v hyporeálu

Pokud jsou izolační a tlumící procesy silně oslabeny, nebo jsou úplně vymizelé, teplota vody v toku se přibližuje teplotě vzduchu v atmosféře. Pokud jsou však izolační a tlumící vlivy silné, snižují, nebo eliminují změny teploty ve směru proudění (Poole *et* Berman 2001).

3.6 Pohyb vody v hyporeálu

Jeden z nejdůležitějších tlumících procesů probíhá výměnou mezi zónou volně tekoucí vody a zónou hyporeálu, do kterého se volně tekoucí voda zanořuje a protéká jím. Její množství a rychlost závisí na heterogenitě dnového materiálu, jeho textura, struktura, mocnost zvodnělé vrstvy, morfologií koryta a dalších charakteristikách (Poole *et Berman* 2001). Tato výměna je umožněna střídáním tůní (hlubší části toku s pomalejším než neznatelným proudem) a přejezdy úseků (mělčí části toku s velkým spádem a rychlou vodou narážející do poloponořených kamenů a jiných překážek vytvářejících turbulentní proudění), které vytváří rozdílné tlakové podmínky působící pod povrchem dna toku (Vaux 1968, White 1993).

Voda vniká do hyporeálu na konci tůně v důsledku snížení tlaku pod povrchem dna toku. Tento jev nazýváme downwelling, nebo také zanořování. Dále voda protéká zvodnělými sedimenty a vynořuje se zpět na povrch na konci přejezdu úseku (upwelling), kde se proud uklidňuje a tlak pod povrchem dna stoupá. Upwelling může být natolik silný, že fyzikální a chemické vlastnosti vynořující se vody mohou silně ovlivňovat vodu v toku, naopak v některých případech jsou příbytky natolik slabé, že podzemní voda je v interakci pouze s hyporeální vrstvou vody a na povrch (do prostoru koryta řeky) se nevynoří. Mezi těmito dvěma extrémními případy ale existuje celá řada přechodných situací, které mohou být ovlivňovány antropogenní činností jako úpravy a splavňování vodních toků, regulace průtoku hrazením řek, nebo odebíráním podzemní vody v blízkosti toku (Diz *et al.* 2005).

Za předpokladu koryt s vyšší mírou topografické různorodosti dna (tj. časté střídání přejezdu úseků a tůní) můžeme hovořit o vyšší míře pohybu v hyporeálu (Harvey *et Bencala* 1993). Čím menší bude různorodost dna, tím menší bude průtok zvodnělými sedimenty. Doba průtoku vody hyporeálem od zanoření po vynoření zpět se pohybuje v řádu minut až dnů. (Poole *et Berman* 2001).

Co se týče interakce hyporeální vody s vodami podzemními, tak ačkoli jsou to typy odlišné, vzájemně se mimo jiné hydrologicky ovlivňují a reagují společně na změnu režimu toku, kdy upwelling může významně zvyšovat vodní stav během období nízkých průtoků. Naopak downwelling může představovat důležitý zdroj pro podzemní vody ve zvodnělých vrstvách a způsobovat změnu piezometrické výšky podzemní vody, která zvyšuje, nebo snižuje rychlost průtoku podzemní vody. Například z hlediska teplotních rozdílů změna piezometrické výšky podzemní vody ovlivňuje zónu hyporeálu sezónně. V suchých a teplých obdobích se zóna vertikálně i horizontálně stahuje, a naopak v mokrých se rozšiřuje. Podobně upravují průtok hyporeálem denní/sezónní procesy jako tání sněhu, nebo břehová evapotranspirace (Boano *et al.* 2014, Diz *et al.* 2005). Průnik vody do této oblasti, může probíhat jak plošně, tak na jednotlivých místech. Tento jev je dán charakteristikami geologickými a topografickými (Winter *et al.* 1999).

3.7 Teplota jako ukazatel výměny povrchové a hyporeální vody

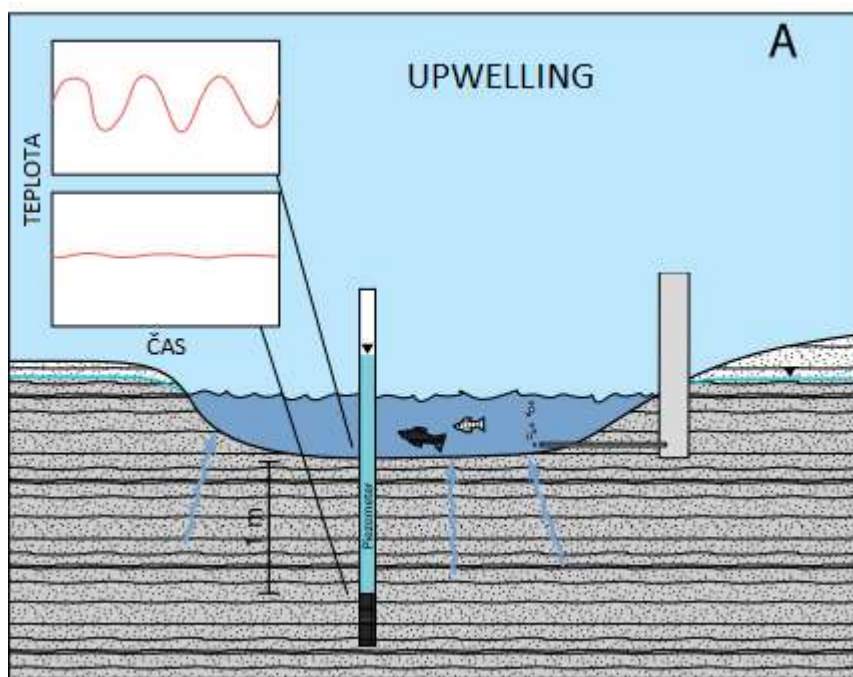
Vývoj techniky, která kontinuálně sleduje změny teploty, nám umožnil využít teplotu jako indikátor druhu výměny vody mezi prostorem koryta řeky a hyporeálem. Teplo prostupuje a šíří se v tekoucích vodách, nejen ve vodách stojatých. Na základě tohoto faktu došlo ke zkoumání teploty v proudící vodě za předpokladu prostupu vody sedimenty a jinými porézními materiály. V minulosti nastával problém velmi řídkého počtu dat, protože se musela sbírat ručně a následné modelování bylo velmi náročné a omezené. V důsledku těchto problémů bylo využití teplotních dat jako indikátoru pohybu podzemní vody omezeno na jednotlivé výzkumné projekty potvrzující metodiku. Momentálně máme k dispozici zařízení schopné kontinuálně měřit více hodnot, a tedy využívat jejich měření pro snadnou indentifikaci výměny vody mezi prostorem hyporeálu a volnou vodou (Constanz 2008, Constanz et Stonestrom 2003, Vaux 1968).

Teplotní gradient, jako jeden z přirozených stopovačů je vhodný k využívání jako indikátoru parametrů vodního proudu z hlediska své dostupnosti, ekologické nenáročnosti, nebo okamžitých výsledků získaných naměřením teploty, kdy na rozdíl od například chemických stopovačů není potřeba jej přidávat do toku a způsobovat tím případné kontaminace, nebo není nutná jeho laboratorní analýza pro zjištění výsledků.

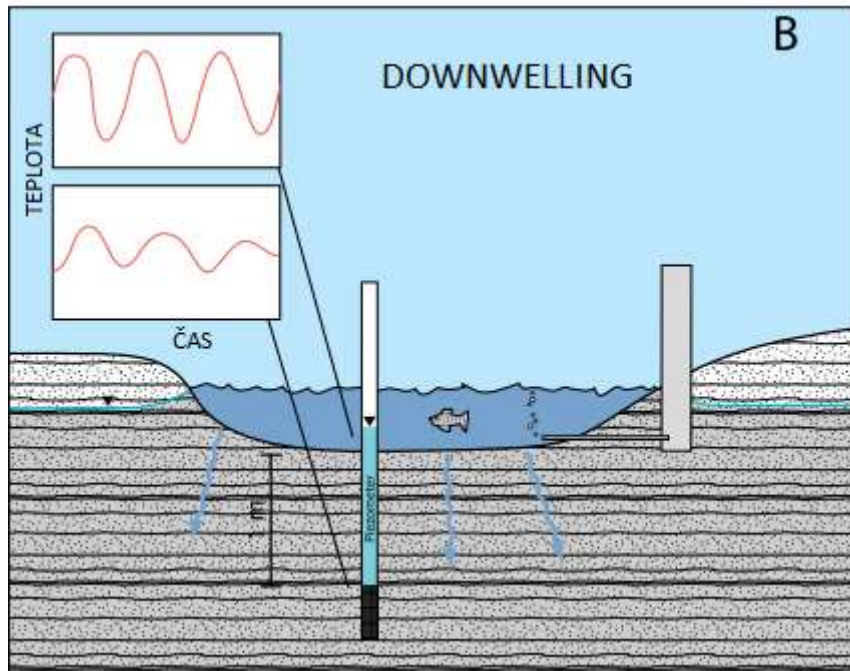
Přenos tepla do prostoru dna a skrze sedimenty je uskutečňováno čtyřmi mechanismy, které mohou působit současně a tvořit jedinečné uspořádání vzorců teplotní výměny. Vedení tepla můžeme popsat jako difuzní molekulární přenos tepelné energie mezi bentálem a hyporeálem. Další jsou tepelná konvekce, která je definována jako přenos tepla, ke kterému dochází, pokud je v těsném okolí sledované vodní masy, voda (nebo vzduch) s odlišnou teplotou a tepelná advekce, ke které dochází, pokud sledovaná voda protéká hyporeálem a nastává vzájemná tepelná výměna. Poslední mechanismus je přenos tepelné radiace, která je absorbována volnou vodou, nebo prostorem dna. Ač je možné všechny čtyři mechanismy pozorovat naráz, dominantní je ve většině případů jeden nebo dva, typické pro určitou oblast, nebo typ toku (Constanz 2008).

Rozeznáváme několik druhů výměn povrchové a hyporeální vody. Nejvíce se v této práci zabýváme upwellingem a downwellingem, můžeme však okrajově zmínit případ, kdy k výměně nedochází vůbec z důvodu hydraulické nespojitosti povrchové a podzemní vody (mezi prostorem hyporeálu a hladinou podzemní vody je vrstva nenasycené zeminy) (Constanz 2008).

Za předpokladu vynořování vody z prostoru hyporeálu (upwelling) vykazuje teplota vody v prostoru koryta sinusovou křivku se značným kolísáním a periodou 1 den. Zatímco teplota vody v hyporeálu tvoří křivku také ve tvaru sinusoidy, ale výchylky jsou mnohem menší a křivka plošší, protože se voda vynořuje z hlubších částí dna, kde jsou teploty stabilnější. Čím větší bude hloubka, ze které se předmětná voda objevuje, tím menší budou denní teplotní výkyvy zobrazené v grafu (Obr. 3.1). (Constanz et Stonestrom 2003, Constanz 2008). V korytě toku pozorujeme při upwellingu v místě vynoření teplotu vody dlouhodobě mnohem ustálenější než dále po proudu, kde je ovlivňována celou řadou faktorů (Poole *et* Berman 2001) viz výše v kapitole Procesy tepelné výměny mezi vodou a okolím.



Obrázek 3. 1 Upwellingové proudění s ukázkou grafu teploty vody (shora) v prostoru koryta a v prostoru hyporeálu (převzato z Constanz 2008).



Obrázek 3. 2 Downwellingové proudění s ukázkou grafu teploty vody (shora) v prostoru koryta a v prostoru hyporeálu (převzato z Constanz 2008)

V případě downwellingu, kdy dochází k zanořování, teplo obsažené v proudu vody klesajícím do sedimentu, se přenáší do prostoru dna a probíhá vzájemná tepelná výměna. Vedení tepla má za následek velké kolísání teploty vody pohybující se v prostoru hyporeálu. Pokud bychom do mělkého sedimentu instalovali teploměr, pozorovali bychom minimální teplotní výkyvy oproti teplotě vody v prostoru koryta. (Obr. 3.2). (Constanz et Stonestrom 2003, Constanz 2008).

Oba tyto případy počítají s napojením vody v toku na vody podzemní. Existují ale mělké toky, kdy se mezi hladinou podzemní vody a zvodněnými sedimenty v oblasti hyporeálu řeky vyskytují nenasycené vrstvy zeminy. Výměna mezi prostorem volné vody a hlubším hyporeálem je tedy buď minimální, nebo zcela vymizelá (Constanz 2008). Těmito případy se však v této práci zabývat nebudeme.

3.8 Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*)

Perlorodka říční je dlouhověký mlž vyskytující se ve sladkých vodách chudých na živiny (oligotrofních). V současné době je silně ohrožena, a proto chráněna zákonem č.114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny a evropskou Směrnicí o stanovištích – 92/43/EEC v rámci programu NATURA 2000. Délka života perlorodek se v našich podmínkách pohybuje v závislosti na kvalitě vody, ve které se nacházejí. Dosahuje až 80 let. Jejich rozmnožovací cyklus je velmi komplikovaný. Začíná jako parazitické larvální stadium, kdy se larva odborně zvaná glochidie po vypuštění z těla dospělé samice, musí uchytit na svého hostitele, rybu. Samotná glochidie unášená proudem vody, přežije ve volné vodě zhruba 6 dnů. Po úspěšném uchycení na žábry hostitele proběhne metamorfóza na juvenilního jedince, který v určité fázi růstu (velikost 0,3-0,5 mm) vypadne z hostitele na dno a pomocí svalnaté nohy se zahrabou do substrátu dna. Tam juvenilní jedinci setrvávají až do doby, kdy dosáhnou velikosti dostatečné pro uchycení na povrchu dna, kam vystoupí už jako dospělý jedinec. Ve všech fázích má perlorodka vysoké nároky na kvalitu a stabilitu vodního prostředí a na dostupnost potravy (organogenní detrit vznikající z rostlinného odpadu), kterou z vody filtruje. (AOPK 2013, Young *et* Williams 1984). Je zřejmé, že rozmnožovací cyklus perlorodky je velmi složitý. 99 % jedinců nepřežije larvální fázi (Buddensiek *et al.* 1993) a mnoho jedinců umírá v důsledku nevyhovujících podmínek pro život (Buddensiek *et al.* 1993).

V minulosti se perlorodka vyskytovala na území České republiky v početných koloniích na velkém počtu lokalit. V současné době jsou z důvodu antropogenně ovlivněné krajiny střední Evropy potvrzeny pouze zbytkové populace vyskytující se v řekách a potocích s vyhovujícím z hlediska chemismu vody a jiných faktorů (AOPK 2013).

3.9 Charakteristika zájmového území

Malše je mělká, oligotrofní řeka situována v jižních Čechách a severním Rakousku (Znachor et al. 2004, Hejzlar et al.2003). Pramení v severním Rakousku na hoře Viehberg poblíž vesnice Sandl. V délce 4,5 km od pramene začíná tvořit hranice mezi ČR a Rakouskem. Po dalších 22 km překračuje hranice České republiky v oblasti Dolní Dvořiště a po překonání vzdálenosti 67,5 km na našem území se vlévá jako pravý přítok do řeky Vltavy v Českých Budějovicích. Celková délka tedy činí 94 km a celková plocha povodí 979,1 km² (z toho 961 km² v ČR) (Němec et al. 2006). Z geologického hlediska je podloží oblasti tvořeno pararulami, diority a žulou. Charakteristické půdy jsou kambizemě dystrické z pevných a zpevnělých hornin a horské podzoly kyselého charakteru. Přibližně 32% z celkového povodí je využíváno jako orná půda, 19% jako louky, 43% jsou zalesněné plochy a 2% jsou urbanizované oblasti (Hejzlar et al.2002).

Na toku bylo postaveno vodní dílo Římov, které slouží jako významný zdroj vody pro vodárenskou soustavu jižní Čechy a zajišťuje trvalý minimální průtok 6,5m³/s. Nádrž byla postavena mezi lety 1971-1978 jižně od Českých Budějovic na 21,85 km řeky Malše. Dílo ohraničuje kamenitá sypaná nádrž z místních materiálů vysoká 47,5 m a dlouhá 290 m. V úseku nad vodní nádrží Římov je řeka přírodního charakteru, pod ní pokračuje upraveným korytem širokým cca 20 m v osídlené oblasti (Němec et al. 2006, Tušer et al. 2009, Informační brožura VD Římov).

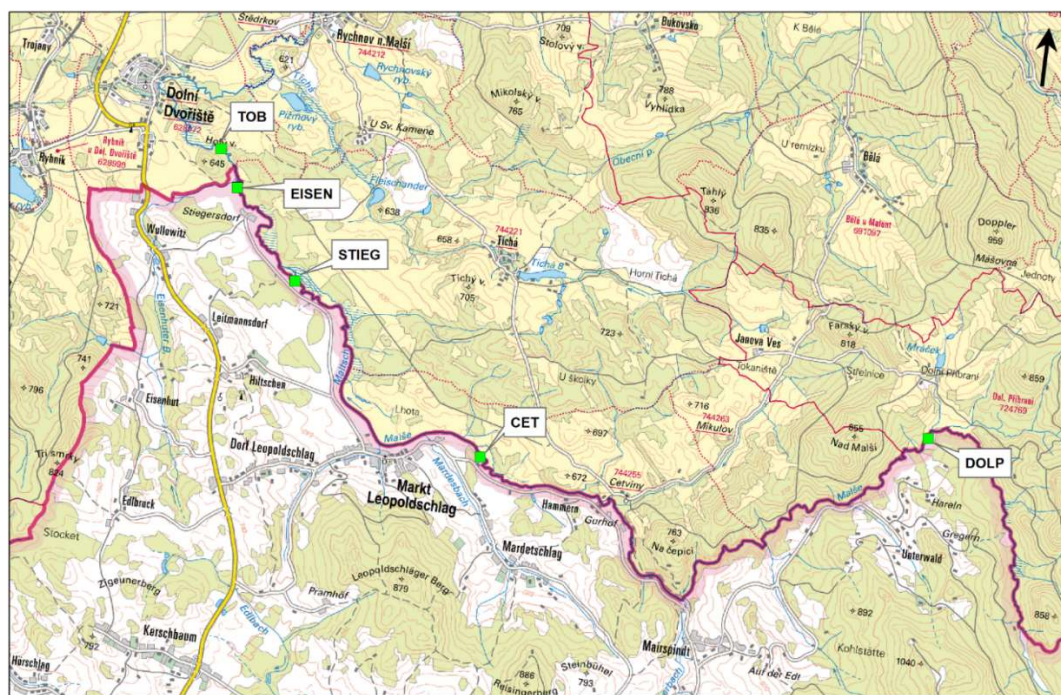
4. Metodika

Teplotní data pro tuto závěrečnou práci byla získána v rámci projektu veřejné zakázky „Studium mikrohabitatů říčního dna: vyhledání a monitoring optimálních stanovišť pro vypuštění odchovaných mladých perlorodek na území přírodní památky Horní Malše“ (Bílý *et* Jahelková 2020), kde byla naměřena jako součást komplexního monitoringu dna na předem určených lokalitách. Dalšími součástmi projektu bylo měření parametrů jako redox potenciál, penetrometrický odpor, rozpuštěný kyslík, konduktivita a bioindikační testování, které spočívá ve zkušební expozici juvenilních jedinců perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) na předem určené lokality v Buddensiekových bioindikačních destičkách (Bílý *et* Jahelková 2020) viz Příloha 25: Stručný popis metodiky bioindikačního testování.

Součástí mé práce bylo pomocí teplotních dat potvrdit podélný teplotní gradient volné vody a podélný teplotní gradient v hloubce 3 cm. Dále zjistit, zda na testovaných studijních plochách a měřených bodech příčných a podélného transektu probíhal upwelling, nebo downwelling (vyhodnocování viz dále). Pro účely expozice perlorodek je klíčová přítomnost downwellingu, protože ve vodě, která se zanořuje, je obsah kyslíku větší než v případě upwellingu, kde je jeho obsah minimální, nebo je vymizelý (Bílý, Simon, ústní sdělení).

4.1 Umístění studijních ploch na řece Malši

Lokality a studijní plochy na kterých teplotní měření probíhalo, byly vytipovány v roce 2018. Na základě testování a proměrování fyzikálně-chemických parametrů bylo konečným výsledkem vybráno 9 studijních ploch čtvercového tvaru, označených písmeny A-I, na různých lokalitách v oblasti mezi Českou republikou a Rakouskem (viz tabulka 4.1, Obr. 4.1).



0 1 2 km

© Vojtěch Barák, FŽP ČZU v Praze, 2019
Podklad: ZM 50

Obrázek 4. 1 Mapa zkoumaných lokalit v pohraničí České republiky a Rakouska (zdroj: Bílý et Jahlková 2020 ©Vojtěch Barák)

Tabulka 4. 1 Celková tabulka určených lokalit a jejich označení

Pořadí lokality po směru toku	Pracovní označení lokality	Kód lokality	Označení studijních loch na dané lokalitě	GPS souřadnice lokality
1	Dolní Příbrání	DOLP	DOP -A	48.62691, 14.60310
2	Cetviny	CET	CET -B	48.61737; 14.52199
3	Bifurkace (Stiegersdorf)	STIEG	STIEG – C STIEG – D STIEG – E	48.63528; 14.48448
4	Velká pláž (Eisenhunterbach)	EISEN	EISEN -F EISEN – G	48.64416; 14.47250
5	Smrčák - meandr (Tobau)	TOB	TOB -H TOB -I	48.65060, 14.46548

4.2 Metodika teplotního měření

Teplotní data byla kontinuálně měřena záznamovými teploměry Hobo Pedant v intervalu 1h jak v letním, tak podzimmím monitorovacím období.

Teplotní monitoring studijních ploch, který probíhal v létě v období od 4.8.2019 do 1.9.2019, měl metodiku odlišnou od metodiky získávání dat v podzimmím období. Vzhledem k zároveň probíhajícím bioindikačním testům byly použity dva teploměry Hobo Pedant jako součást bioindikační destičky (viz Příloha 25: Stručný popis metodiky bioindikačního testování a Obr. 4.4). Po zahrnutí destičky do prostoru dna se teploměry nacházely v hloubce 3 a 7 cm.

Paralelně v letním období od 2.8.2019 do 28.8.2019 probíhalo teplotní měření volné vody za účelem vyhodnocení podélného teplotního gradientu v úseku monitorovaných lokalit.

Měřicí sada používaná v podzimmím období mezi daty 22.10.2019 a 21.11.2019 jak na studijních plochách, tak na měřených transektech, sestávala z jednoho železného hřebíku dlouhého 20 cm a tří teploměrů Hobo Pedant připevněných k hřebíku ocelovým lankem (Obr. 4.2 a 4.3). Tyto sady byly umístěny do prostoru hyporeálu tak, že spodní teploměr byl v hloubce zhruba 13 cm a měřil tzv. hlubší hyporeál, druhý teploměr v hloubce zhruba 3 cm a měřil tzv. mělký hyporeál, poslední teploměr měřil teplotu volné vody. Pokud došlo k přesunutí sedimentu do těsného okolí měřicí sady a třetí teploměr byl zahrnut, docházelo k měření ve třech hloubkách. Naopak pokud byl dnový substrát v prostoru sady přesunut a druhý teploměr byl odkryt, měřil teplotu volné vody a data byla měřena pouze v jedné hloubce. Zda byl teploměr odkryt či zahrnut lze vyčíst z dat osvitového čidla měřícího intenzitu slunečního osvětlení (v jednotkách Lux), které je součástí modelu teploměru Hobo Pedant používaného v této studii. Teploměry byly kotveny železným hřebíkem, zatlučeným pomocí kladiva a ocelové tyče kolmo do dna, do hloubky zhruba 15 cm (přibližná poloha hlavičky hřebíku. Instalace probíhala přiložením ocelové tyče k hlavičce hřebíku a následnými údery kladivem do tyče. Pokud to bylo nezbytné, dnový substrát se nakypřil pomocí zapíchnutí zahradní lopatky a jemných pohybů do stran.

Označení teploměrů v prostoru studijních ploch (v létě i na podzim) bylo následující. V každém mikrohabitatu (dále rohu) čtvercové studijní plochy na určité lokalitě byla instalována měřicí sada (v létě destička). Jednotlivé teploměry byly označeny kódem lokality, číslem rohu studijní plochy a číslem dle hloubky měření (0 - hloubka 0 cm, 3 - hloubka 3 cm, 13 - hloubka 13 cm). Tedy například teploměr v hloubce 13 cm na lokalitě Tobau uvnitř třetího rohu studijní plochy I nesl označení TOB_I_3_13 cm. V létě bylo označení obdobné, lišilo se pouze číslo hloubky založení a to: 3 – hloubka 3 cm a 7 – hloubka 7 cm.

Dále byly měřicí sady v podzimním období instalovány na lokalitě Cetviny v podélném transektu délky 7 m v prostoru nejbližšího okolí sledované studijní plochy. Rozchod mezi dvěma sadami byl 1 m. Rozmístěno bylo celkem 8 sad z nichž dvě byly součástí studijní plochy CET_B, konkrétně v rohu 1 a 4. Jednotlivé teploměry byly označeny písmenem Q, R, Z, B4, B1, W, X, Y (po směru proudu) následováno číselným označením hloubky měření 0, 3 a 13 cm.

Poslední měření podzimního období probíhalo ve čtyřech příčných transektech na lokalitě Bifurkace (Stiegersdorf), kdy byla změřena šířka koryta na 6-8 m a po 2 m se instalovaly měřicí sady do dnového sedimentu, kolmo na směr toku. Jednotlivé teploměry nesly označení písmeno A-D, dle pořadí transektu, číslo 1-5, které značilo umístění sady od levého břehu (1-5*2 m) a obdobně jako u studijních ploch a podélného transektu označení 0/3/13 dle hloubky měření. Například teploměr v příčném transektu D 4 m od břehu v hloubce 13 cm nesl označení D2_13 cm. Uvnitř transektů A-C bylo instalováno 5 teploměrů, v transektu D pouze 4.



Obrázek 4. 2 Sada tří teploměrů HOBO PENDANT připevněna k železnému hřebíku o délce 20 cm pomocí ocelového lanka (foto Václava Jahelková).



Obrázek 4. 3 Sada teploměrů umístěných v substrátu dna tak, aby byl teploměr nejbližší hřebíku v hloubce 10 cm, prostřední v hloubce 3 cm a horní teploměr v úrovni nade dnem pro zaznamenávání teploty volné vody (foto Vojtěch Barák).



Obrázek 4. 4 Upravená Buddensiekova destička s juvenilními jedinci v zasítovaných otvorech. Na destičce jsou přichyceny dva záznamové teploměry HOBO Pedant (při instalaci ve dně umístěných v hloubkách 3 a 7 cm) (foto Ondřej Simon).

4.3 Vyhodnocení teplotních řad

Vyhodnocování naměřených teplotních dat probíhalo v programu Microsoft Excel pomocí tvorby liniových grafů a boxplotů a jejich následným porovnáním. Výsledných pět souborů vyhodnocující data měřená na studijních plochách v létě, data měřená na studijních plochách na podzim, data měřená na podzim v příčném transektu a data měřená na podzim v podélném transektu, teplotní data volné vody v letním období pro tvorbu podélného teplotního gradientu.

Liniové grafy vyjadřují naměřená teplotní data ve spojitě linii. Rozložení os je následující: osa y znázorňuje teplotu, osa x datum a čas, ve který byla teplota naměřena.

Boxploty (krabicové grafy) vizualizují data pomocí statistických údajů, kdy je střední část diagramu (box) ohraničena zespodu 1. kvartilem (25%), shora 3. kvartilem (75%) a mezi nimi se nachází linie znázorňující medián. Ze střední části diagramu vedou vertikální čáry nazývané „vousy“. Tyto čáry označují proměnlivost mimo horní a dolní kvartily, v této práci ohraničují 5% a 95% kvantily. Graf může obsahovat také jednotlivé vnější body mimo obrazec diagramu vyjadřující odlehle hodnoty (tzv. outlinery), ty však grafy v této práci neobsahují. V této práci byly boxploty využívány pro znázornění statistických veličin rozdílů teplotních dat mezi mělkým hyporeálem a hlubším hyporeálem v tomto pořadí (tedy minusová hodnota rozdílu značí, že teplota v hlubším hyporeálu je vyšší, než v mělkém hyporeálu).

Data měřená na studijních plochách v letním a podzimním období byla zpracována do liniových grafů, dále výpočtem rozdílů teplotních dat mezi mělkým hyporeálem a hlubším hyporeálem v tomto pořadí (tedy minusová hodnota rozdílu značí, že teplota v hlubším hyporeálu je vyšší, než v mělkém hyporeálu). Teplotní rozdíly na jednotlivých mikrohabitátech byly vyhodnoceny funkcí analýza dat k vytvoření popisné statistiky. Následně byly teplotní rozdíly vyneseny do boxplotů (krabicových grafů).

Každá čtvercová studijní plocha byla vyhodnocena třemi liniovými grafy: jeden obsahuje celkový přehled, tedy všechna naměřená teplotní data v různých hloubkách, druhý obsahuje pouze data z teploměrů měřících v hloubce 3 cm, tedy mělkého hyporeálu a třetí obsahuje pouze data z teploměrů měřících v hloubce 13 cm (v letním období 7 cm), tedy hlubšího hyporeálu.

Boxplotem byl vyhodnocen každý mikrohabitat (roh čtvercové studijní plochy) a každá studijní plocha jako celek.

Data měřená v prostoru příčných transektů a v prostoru podélného transektu byla zpracována na jednotlivých bodech měření výpočtem rozdílů teplotních dat mezi mělkým hyporeálem a hlubším hyporeálem v tomto pořadí. Teplotní rozdíly na jednotlivých bodech měření byly vyhodnoceny funkcí analýza

dat k vytvoření popisné statistiky. Následně byly teplotní rozdíly vyneseny do boxplotů (krabicových grafů).

Teplotní data volné vody v letním období byla upravena vzorcem ($=24 \times \text{předchozích hodnot} / 24$) za účelem lepší čitelnosti grafu. Teplotní data volné vody byla měřena přímo, **teplotní data hloubky 3 cm** byla průměrná teplotní data všech mikrohabitátů (měřená v letním období v prostoru studijních ploch) v rámci jedné lokality, naměřených v hloubce 3 cm. Následně byla také upravena pomocí vzorce ($=24 \times \text{předchozích hodnot} / 24$). Takto upravená data byla vynesena do dvou liniových grafů za účelem potvrzení podélného teplotního gradientu.

Ještě před vyhodnocováním bylo třeba zkontrolovat, zda teploměry nenaměřily chybná data. Kontrola se prováděla na liniových grafech v jednotlivých hloubkách, kde by byla chybná data dobře vidět díky menšímu množství linií. Vyhodnocování, zda se na jednotlivých mikrohabitátech s instalovanými sadami teploměrů vyskytuje upwelling nebo downwelling probíhalo pomocí porovnávání boxplotů na jednotlivých mikrohabitátech, následovaném ověřováním na liniových grafech v hloubkách 3 cm a 7 (13) cm. Čím menší je rozpětí hodnot boxplotu v kladných hodnotách, tím větší existuje pravděpodobnost, že se na určitém mikrohabitátu objevuje downwelling. Tato skutečnost je podložena poznatkem, že pokud se voda zanořuje, teplotní rozdíly v různých hloubkách jsou minimální (viz Teplota jako ukazatel výměny povrchové a hyporeální vody). Pokud hodnoty teplotních rozdílů nabývají vyšších kladných hodnot, nebo se pohybují v záporných hodnotách (tedy kdy je hlubší hyporeál teplejší, než mělčí), je vyšší pravděpodobnost upwellingu. Ověření předpokladů z boxplotů probíhalo na liniových grafech, kde se na grafu obsahující všechna teplotní data (Celkový přehled) pomocí funkce „Vybrat data“ vyfiltrovaly pouze linie jednoho mikrohabitátu ve dvou hloubkách (2 linie). Pokud jsou linie podobné, překrývají se a teplotní maxima (minima) v jednotlivých hloubkách nastávají ve stejném okamžiku, nastává vyšší pravděpodobnost downwellingu. Naopak pokud se linie viditelně liší, linie hlubšího hyporeálu je umístěna nad linií mělčího hyporeálu (teplota v hlubším hyporeálu je vyšší) a pokud jsou maximální (minimální) hodnoty posunuty o určitý časový krok, nastává vyšší pravděpodobnost upwellingu (Bílý *et* Simon ústní sdělení).

4.4 Popis vyhodnocených dat

Soubor dat měřených na studijních plochách v létě je rozdělen kartami na jednotlivé studijní plochy. Každá karta obsahuje vlastní teplotní data všech čtyř rohů čtvercové studijní plochy včetně časových údajů, průměrné hodnoty teplot v jednotlivých rozích a celkový průměr teplot studijních ploch, rozdíly teplotních dat v hloubce 3 cm vůči 7 cm a 0 cm vůči 3 cm, liniový graf znázorňující teplotní data všech teploměrů ve spojitých liniích (8 linií), liniový graf teplotních dat teploměrů z hloubky 3 cm (4 linie), liniový graf teplotních dat teploměrů z hloubky 7 cm (4 linie), boxplot znázorňující statistické údaje (medián 1. kvartil, 3. kvartil, extrémní hodnoty) teplotních rozdílů v hloubce 3 cm a 7 cm v jednotlivých rozích studijních ploch (4 boxploty), boxplot znázorňující statistické údaje všech teplotních rozdílů v hloubce 3 cm vůči 7 cm.

Soubor dat měřených na studijních plochách na podzim obsahuje obdobné zpracování s několika rozdíly. Všechna teplotní data včetně časových údajů jsou na jedné úvodní kartě. Na ostatních kartách rozdělených dle jednotlivých studijních ploch najdeme rozdíly teplotních dat v hloubce 3 cm vůči 13 cm a 0 cm vůči 3 cm, liniový graf znázorňující teplotní data všech teploměrů (8 linií), liniový graf teplotních dat teploměrů z hloubky 3 cm (4 linie), liniový graf teplotních dat teploměrů z hloubky 13 cm (4 linie), boxplot teplotních rozdílů v hloubce 3 cm a 13 cm v jednotlivých rozích čtvercových studijních ploch (4 boxploty), boxplot znázorňující statistické údaje všech teplotních rozdílů v hloubce 3 cm a 7 cm.

Soubor s daty naměřenými v příčném transektu obsahuje jednu kartu s naměřenými teplotními daty včetně časových údajů a jednu kartu s boxploty. Na kartě s boxploty najdeme rozdíly teplotních dat v hloubce 3 cm a 13 cm a jednotný graf s boxploty znázorňující statistické údaje teplotních rozdílů teplotních dat v hloubce 3 cm a 13 cm jednotlivých bodů měření (19 boxplotů).

Soubor obsahující data naměřená v podélném transektu obsahuje úvodní kartu s teplotními daty včetně časových údajů a kartu s boxploty. Rozdíly teplotních dat v hloubce 3 cm a 13 cm najdeme na úvodní kartě s teplotními daty. Na kartě s liniovými grafy najdeme liniový graf s celkovým přehledem teplotních dat v hloubkách 3 cm a 13 cm znázorněných spojitými liniemi (16 linií), liniový graf teplotních dat teploměrů z hloubky 3 cm (8 linií) a liniový graf teplotních dat teploměrů z hloubky 13 cm (8 linií). Na kartě s boxploty najdeme jednotný graf s boxploty znázorňující statistické údaje teplotních rozdílů teplotních dat v hloubce 3 cm a 13 cm jednotlivých bodů měření (19 boxplotů).

Soubor dat obsahující podélný teplotní gradient v letním období obsahuje úvodní kartu s teplotními daty volné vody včetně časových údajů na každé lokalitě jedním teploměrem. Karta obsahuje 5 sloupců, každý pro jednu lokalitu. Každý sloupec (každá lokalita) byl vynesena do liniového grafu podélného teplotního gradientu volné vody (5 linií), která se také nachází na první kartě. Na druhé kartě najdeme teplotní data včetně časových údajů v hloubce 3 cm. Obdobně obsahuje 5 sloupců hodnot pro 5 lokalit, data průměrovaná po 24h a z nich vytvořený liniový graf podélného teplotního gradientu v hloubce 3 cm (5 linií).

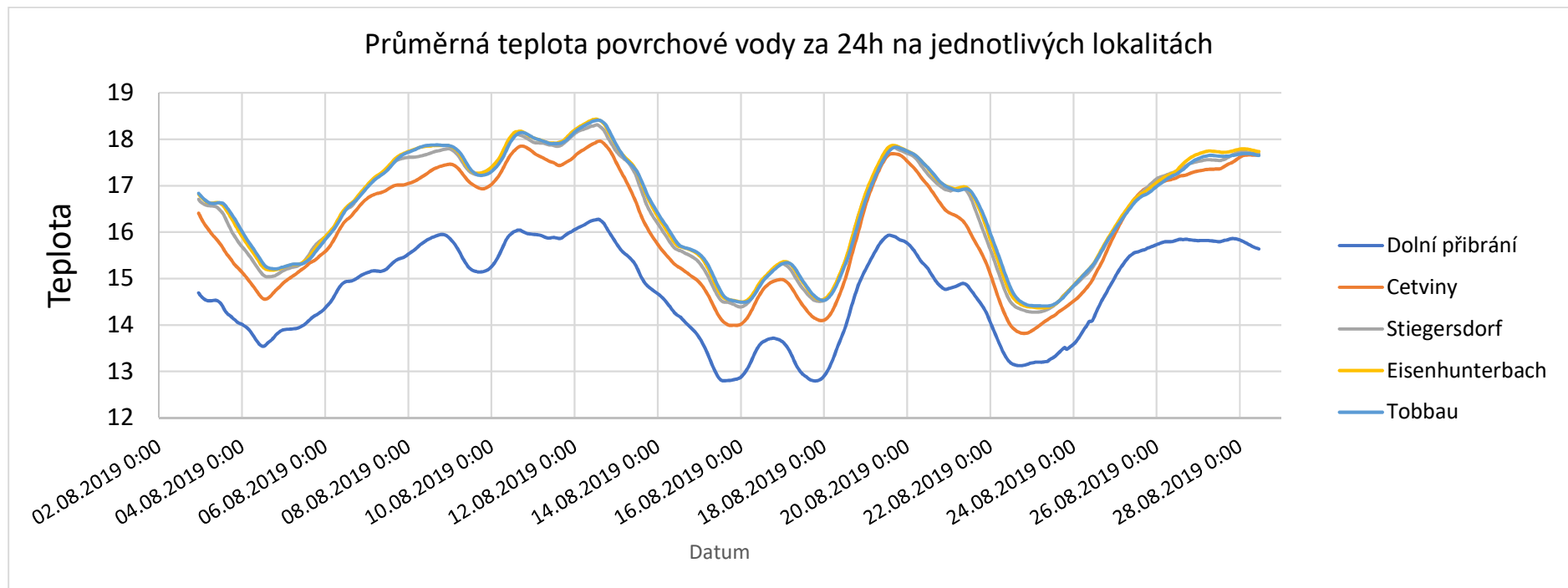
5. Výsledky

5.1 Teplotní gradient volné vody a vody pohybující se v prostoru hyporeálu na podélném profilu řeky.

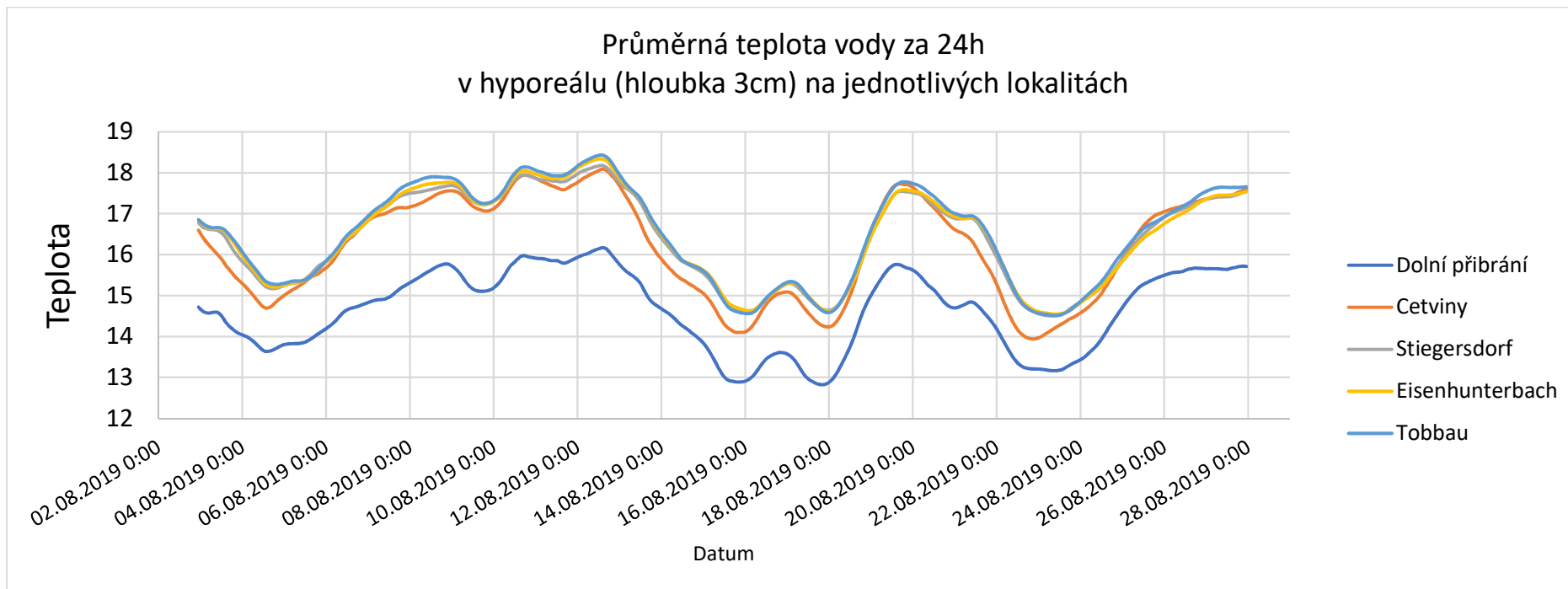
Teplotní data v prostoru volné vody byla měřena v letním období od 2.8.2019 do 28.8.2019. Za tuto dobu bylo naměřeno 635 teplotních údajů na každé lokalitě. Teplotní data hloubky 3 cm byla získána průměrem hodnot měřených v prostoru studijních ploch v hloubce 3 cm na jedné lokalitě (viz kapitola 4.3 Vyhodnocení teplotních dat), která byla oříznuta na stejný časový rozptyl (tj. 2.8.2019 - 28.8.2019). Tedy pro každou lokalitu bylo také ke zpracování 635 teplotních údajů.

Úkolem tohoto zpracování bylo zjištění, zda zde existuje podélný gradient teplot v závislosti na km toku a nadmořské výšce.

Dle grafů průměrných teplotních hodnot na jednotlivých lokalitách (viz Obr. 5.1 a 5.2) možno potvrdit, že teplota vody v korytě i v prostoru dna (hyporeálu) závisí na nadmořské výšce dané lokality a její vzdálenosti od pramene (km toku). Lze tak usuzovat z linií vertikálně kopírujících seznam lokalit. Největší teplotní rozdíl je mezi lokalitami Dolní Příbrání a Cetviny, které mají také největší geografickou vzdálenost. Naopak lokality Stiegersdorf, Eisenhunterbach a Tobbau jsou geograficky výrazně blíže, tomu odpovídají minimální rozdíly mezi liniemi těchto lokalit. Jinými slovy čím více se vzdalujeme od pramene toku a klesáme v hodnotě nadmořské výšky, tím více stoupá průměrná teplota vody v prostoru koryta toku i v prostoru hyporeálu.



Obrázek 5. 1 Liniový graf znázorňující teplotu volné vody měřenou v letním období (2.8.2019-28.8.2019) na jednotlivých lokalitách.



Obrázek 5. 2 Liniový graf znázorňující teplotu vody pohybující se v prostoru hyporeálu (hloubka 3 cm) měřenou v letním období (2.8.2019 - 28.8.2019) na jednotlivých lokalitách.

5.2 Letní měření čtvercových studijních ploch

Teplotní data byla měřena od 4.8.2019 do 1.9.2019. Za tuto dobu bylo naměřeno 695 teplotních údajů v každé měřené hloubce každého testovaného mikrohabitatu.

Měření bylo úspěšné, data byla naměřena bez viditelných chyb. Pomocí osvitového čidla bylo zjištěno, že po různě dlouhou dobu trvání byly odkryty teploměry: DOLP_A_3_3cm, STIEG_D_1_3cm a TOB_H_1_3cm, kde po dobu odkrytí teploměry bylo měřeno v menších hloubkách, než obvykle. Naopak byla možnost jevu převrstvení teploměrů, a tedy měření ve větších hloubkách. Odkrytí, či převrstvení bylo způsobeno přesunem dnového sedimentu.

Vyhodnocení teplotních dat z hlediska výměny vody mezi prostorem toku a hyporeálem dopadlo následovně. Na většině mikrohabitatů (rohů studijních ploch) se dle porovnání teplotních hodnot vyskytoval upwelling (viz tabulky 5.1 - 5.9). Tedy stav méně vhodný pro život juvenilních jedinců perlorodek, z důvodů předpokládané nižší koncentrace kyslíku a s ním souvisejících případných úhynů.

V letním období byla jako nejlepší z hlediska vertikálních pohybů vody vyhodnocena čtvercová studijní plocha CET_B, kde ve třech rozích studijní plochy po dobu měření probíhal downwelling, ale ve dvou rozích po různě dlouhou dobu proběhla změna na upwelling (viz Obr. 5.3 a Obr. 5.5). Z prvního boxplotu na Obr. 5.3 lze snadno na první pohled vyčíst, že v rohu 3 je největší pravděpodobnost downwellingu vzhledem k nízkému rozptylu dat a převahou kladných hodnot. Oproti tomu roh 1, 2 nesou spíše upwellingové pravděpodobnosti. Na první pohled například veliký rozptyl u rohů 2 a 4 a převaha záporných čísel u rohu 1. Na liniových grafech na Obr. 5.5 v rohu 3 můžeme pozorovat typický downwelling. Rozdíly teplot jsou minimální, křivky se kopírují a denní teplotní minima a maxima nejsou posunutá, nastávají v minimálním časovém rozestupu. Oproti tomu v rohu 1 a 2 můžeme místy pozorovat upwelling, v rohu 4 po celé délce trvání měření. Křivky upwellingu se vyznačují většími rozdíly, denní minima a maxima nastávají ve větším časovém rozestupu, nebo teplota hlubšího hyporeálu je místy větší, než teplota mělkého hyporeálu (například v rohu 1 do jedné poloviny měření probíhá downwelling, poté se mění na upwelling a trvá až do konce měření).

Dále EISEN_G, kde byl downwelling rozpoznán ve třech rozích, ve dvou z nich se ale proudění během měření změnilo na upwelling a podobně DOLP_A, kde byl downwelling také rozpoznán ve třech rozích, a během měření se změnil na upwelling jen v jednom rohu. Teplotní data ostatních studijních ploch vykazaly buď upwelling ve všech rozích čtvercové studijní plochy, nebo částečný upwelling, částečný downwelling.

Pro reprezentaci upwellingu v celé studijní ploše jsem vybrala studijní plochu STIEG_E. Na boxplotu (viz Obr. 5.4) vlevo můžeme pozorovat vysoký rozptyl dat, ve větší míře zasahující do minusových hodnot (teplota v hlubším hyporeálu vyšší, než v mělkém). Na liniovém grafu (viz Obr. 5.6) jsou více viditelné rozdíly mezi teplotními hodnotami, denní minima a maxima nastávají ve větším časovém rozestupu, a místy v brzkých ranních hodinách můžeme pozorovat teplotu hlubšího hyporeálu větší, než teplotu mělkého hyporeálu.

Z toho můžeme vyvodit, že typ výměny vody mezi prostorem dna a hyporeálem je velmi proměnlivý jak z hlediska časového, což potvrzuje střídání upwellingu a downwellingu v rámci jednoho mikrohabitatu během jednoho měření, tak z hlediska prostorového, to potvrzují studijní plochy, s například polovinou rohů s probíhajícím upwellinem, polovinou rohů s downwellinem.

Tabulka 5. 1 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše DOLP_A v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

Roh studijní plochy DOLP_A	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	0,2023	-1,069	2,203	0,5552	D/U
	3-7 cm	-0,0614	-0,485	0,953	0,1544	
2	0-3 cm	0,1697	-1,069	2,007	0,5126	D
	3-7 cm	0,1172	-0,388	0,668	0,1951	
3	0-3 cm	-0,0412	-1,243	0,478	0,1664	D
	3-7 cm	0,2355	-0,386	1,243	0,2707	
4	0-3 cm	0,1287	-0,676	1,434	0,2599	U
	3-7 cm	-0,1299	-0,484	0,573	0,1515	

Tabulka 5. 2 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše CET_B v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

Roh studijní plochy CET_B	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0840	-0,476	0,572	0,1577	D/U
	3-7 cm	-0,0257	-0,3840	0,3820	0,1402	
2	0-3 cm	-0,0590	-0,477	0,667	0,1974	U/D
	3-7 cm	0,0663	-0,5770	0,9520	0,2342	
3	0-3 cm	-0,1529	-0,381	0,286	0,1116	D
	3-7 cm	0,0357	-0,1930	0,2860	0,0738	
4	0-3 cm	-0,1247	-0,667	0,667	0,2749	U
	3-7 cm	0,0333	-0,5730	0,4760	0,1815	

Tabulka 5. 3 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_C v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

Roh studijní plochy STIEG_C	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0947	-0,578	0,761	0,2932	D/U
	3-7 cm	-0,0395	-0,385	0,476	0,1667	
2	0-3 cm	0,0662	-0,385	0,761	0,2280	U
	3-7 cm	-0,0970	-0,482	0,571	0,2183	
3	0-3 cm	0,0579	-0,481	0,856	0,2363	U
	3-7 cm	-0,1545	-0,577	0,476	0,2039	
4	0-3 cm	-0,1136	-2,013	2,092	0,6443	U
	3-7 cm	-0,0118	-0,668	0,761	0,2566	

Tabulka 5. 4 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_D v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

Roh studijní plochy STIEG_D	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0375	-1,058	1,142	0,2698	U
	3-7 cm	0,0397	-0,673	0,951	0,3209	
2	0-3 cm	0,1310	-1,241	2,283	0,6511	D/U
	3-7 cm	-0,0200	-0,481	0,571	0,1701	
3	0-3 cm	-0,0728	-1,058	1,522	0,3607	U
	3-7 cm	0,0648	-0,48	0,952	0,2835	
4	0-3 cm	-0,0516	-1,345	1,998	0,4940	U
	3-7 cm	0,1656	-0,288	0,762	0,2124	

Tabulka 5. 5 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_E v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

Roh studijní plochy STIEG_E	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	0,0705	-0,578	1,427	0,3391	U
	3-7 cm	0,0682	-0,577	1,047	0,2954	
2	0-3 cm	-0,0210	-0,666	1,237	0,3311	U
	3-7 cm	0,0757	-0,481	0,856	0,2535	
3	0-3 cm	0,0691	-1,058	1,712	0,4959	U
	3-7 cm	0,1677	-0,384	0,857	0,2459	
4	0-3 cm	0,0840	-0,77	1,332	0,3863	U
	3-7 cm	0,1949	-0,481	0,952	0,2815	

Tabulka 5. 6 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_F v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

Roh studijní plochy EISEN_F	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	0,1787	-1,25	1,618	0,5815	U
	3-7 cm	0,0769	-0,384	0,667	0,2047	
2	0-3 cm	0,0839	-0,954	1,427	0,4658	U
	3-7 cm	0,0217	-0,575	0,666	0,2223	
3	0-3 cm	0,0201	-0,578	1,048	0,3197	U/D
	3-7 cm	0,0722	-0,48	0,666	0,2356	
4	0-3 cm	0,0083	-0,866	1,143	0,3353	D/U
	3-7 cm	0,0438	-0,575	0,667	0,2160	

Tabulka 5. 7 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_G v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

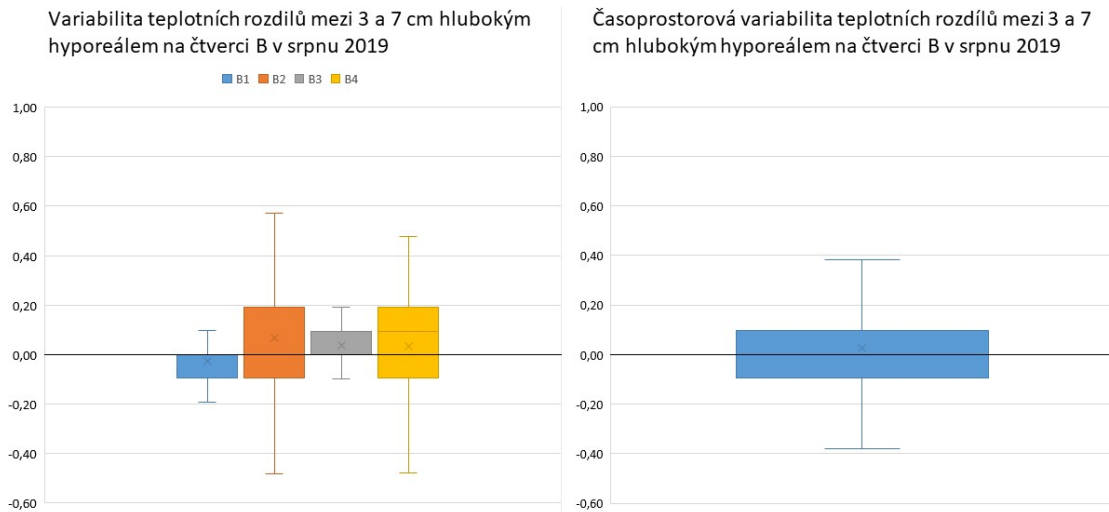
Roh studijní plochy EISEN_G	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0392	-0,674	1,143	0,3291	D/U
	3-7 cm	0,0244	-0,767	0,762	0,2678	
2	0-3 cm	0,1164	-0,575	0,952	0,2359	D
	3-7 cm	-0,0739	-0,481	0,476	0,1593	
3	0-3 cm	0,0161	-0,674	1,429	0,3514	U
	3-7 cm	0,0962	-0,481	0,668	0,2191	
4	0-3 cm	0,0573	-0,866	0,952	0,3200	D/U
	3-7 cm	0,0437	-0,576	0,762	0,2718	

Tabulka 5. 8 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_H v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

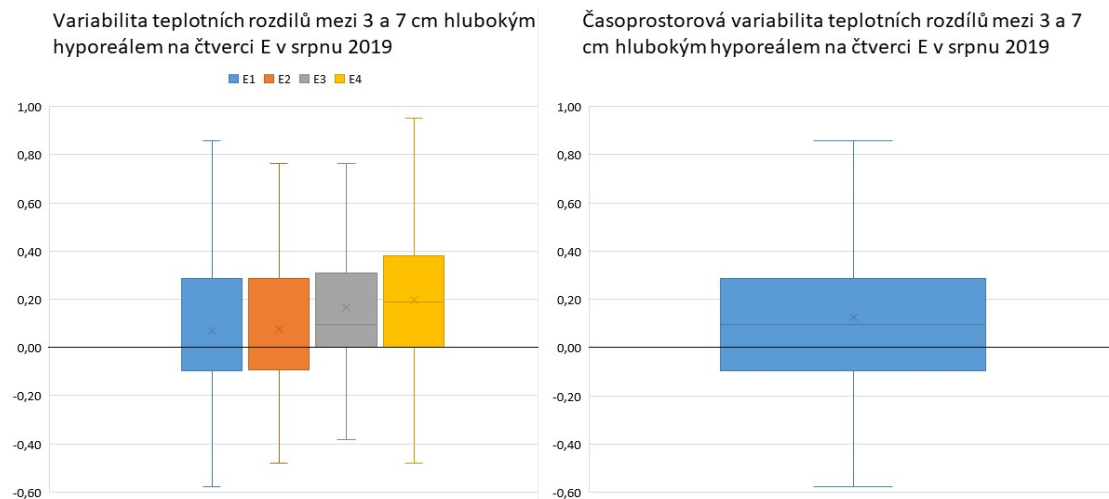
Roh studijní plochy TOB_H	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0770	-0,668	0,285	0,1436	U
	3-7 cm	-0,0143	-0,481	0,571	0,1903	
2	0-3 cm	0,1188	-0,667	0,951	0,2687	U
	3-7 cm	-0,0732	-0,48	0,381	0,1501	
3	0-3 cm	-0,0485	-0,478	0,571	0,1821	U
	3-7 cm	0,0900	-0,385	0,666	0,2027	
4	0-3 cm	-0,0636	-0,668	0,381	0,1372	U
	3-7 cm	0,0652	-0,385	0,571	0,1676	

Tabulka 5. 9 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_I v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, měnící se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, měnící se na upwelling.

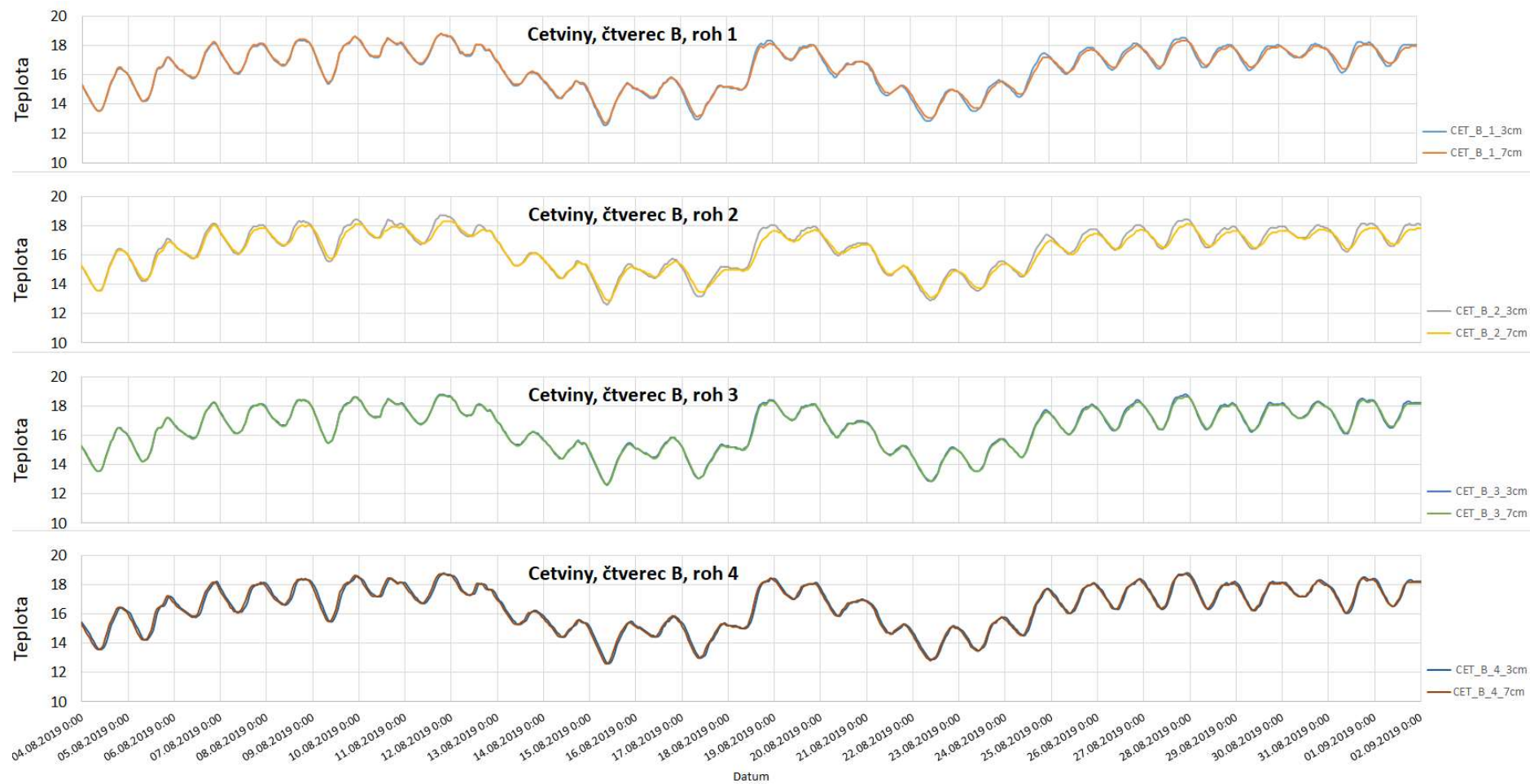
Roh studijní plochy TOB_I	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,1263	-0,572	0,19	0,1279	D
	3-7 cm	0,1228	-0,097	0,382	0,1029	
2	0-3 cm	-0,0947	-0,576	0,285	0,1526	D
	3-7 cm	0,0529	-0,289	0,476	0,1435	
3	0-3 cm	0,0058	-0,48	0,571	0,1894	U
	3-7 cm	-0,043	-0,576	0,476	0,1956	
4	0-3 cm	0,0577	-0,289	0,381	0,1412	U
	3-7 cm	-0,163	-0,864	0,666	0,3234	



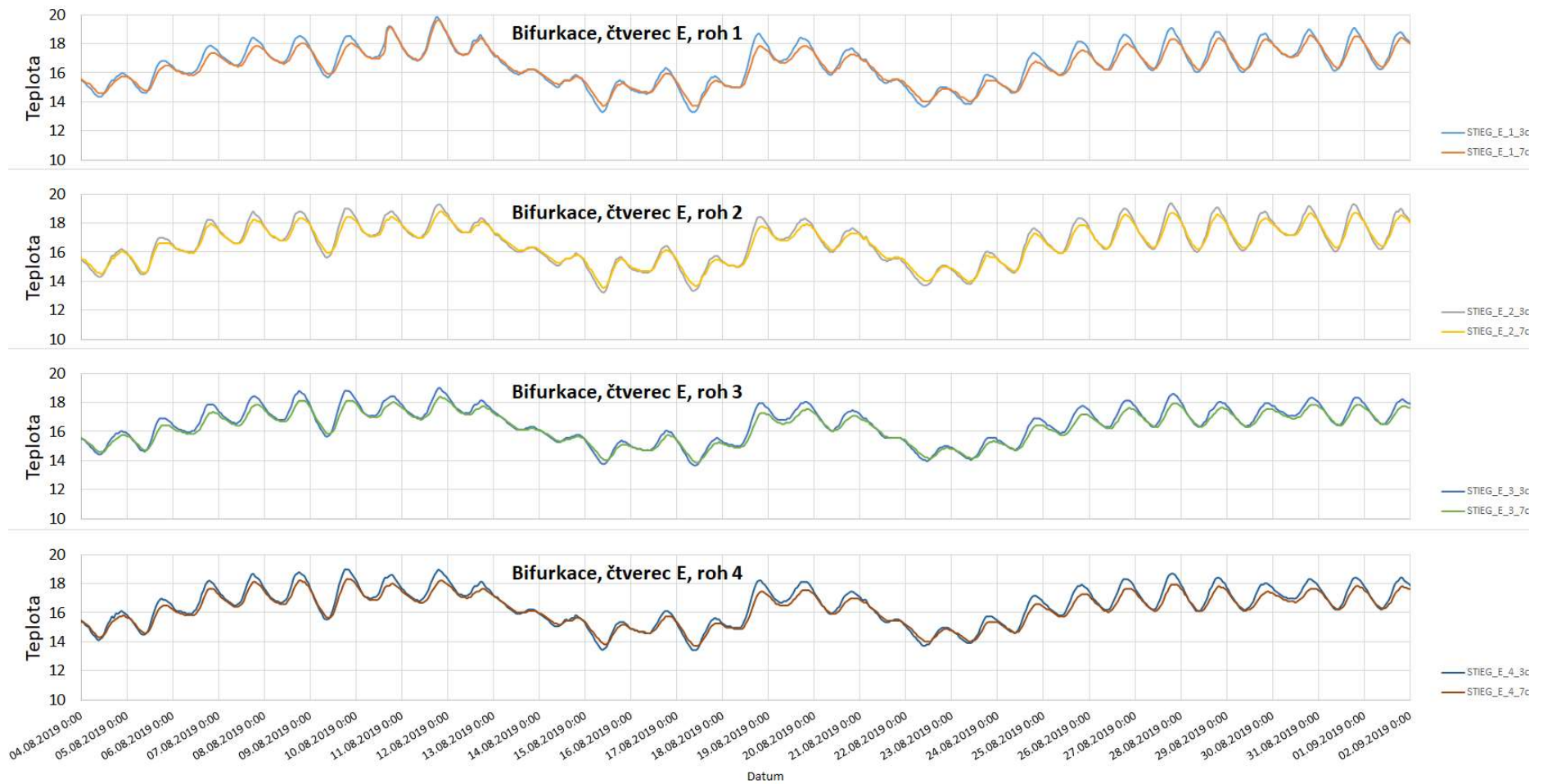
Obrázek 5. 3 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 7 cm hlubokým hyporeálem ve čtyřech rozích čtvercové studijní plochy CET_B a boxplot časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek) - typický příklad downwellingu.



Obrázek 5. 4 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 7 cm hlubokým hyporeálem ve čtyřech rozích čtvercové studijní plochy STIEG_E a boxplot časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek) - typický příklad upwellingu.



Obrázek 5. 5 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše CET_B ve čtyřech rozích v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019) - typický příklad downwellingu.



Obrázek 5. 6 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše STIEG_E ve čtyřech rozích v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019) - typický příklad upwellingu.

5.3 Podzimní měření čtvercových studijních ploch

Měření probíhalo od data 22.10.2019, kdy byly měřicí sady instalovány do prostoru dna do data 21.11.2019, kdy byly vyjmuty. Celkem bylo v tomto období naměřeno 726 teplotních údajů v každé měřené hloubce každého testovaného mikrohabitatů.

V podzimním období se bohužel vyskytlo několik selhání teploměrů a v důsledku toho nebylo možné vyhodnotit některé mikrohabitaty po celou dobu trvání měření. Konkrétně se jednalo o teploměry: DOLP_A2_3cm, DOLP_A4_3cm, které neměřily data a CET_B2_13cm, který ze začátku měřil správně, po cca jednom dnu začal měřit chybně. Tato data bylo nutné odstranit a z toho důvodu neexistuje vyhodnocení výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem v předemných mikrohabitacích (čtverec A – roh 2 a 4, čtverec B – roh 2).

Pomocí osvitového čidla bylo zjištěno, že byly po různě dlouhou dobu trvání odkryty teploměry: STIEG_C1_3cm a EISEN_F4_3cm. Po dobu odkrytí teploměru bylo tedy ztraceno měření v hloubce 3 cm, protože měřilo teplotní hodnoty volné vody. U 17 teploměrů však osvitové čidlo nebylo součástí vybavení, proto nelze s jistotou tvrdit, že k odkrytí nedošlo.

Z hlediska výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem bylo vyhodnocení takové, že na většině mikrohabitacích byl určen výskyt upwellingu (viz Tabulka 5.10 – 5.19). Výjimku tvořila pouze lokalita Cetviny se studijní plochou CET_B, kde byl určen downwelling ve třech rozích, v jednom bohužel chyběla data z teploměru hlubšího hyporeálu a tedy nemohl být vyhodnocen. Na boxplotech této studijní plochy (viz Obr 5.7) můžeme vlevo pozorovat, že v rohu 1 a 3 jsou minimální rozptyly rozdílů, v rohu 4 se graf pohybuje v záporných číslech, což bychom v létě vyhodnotili jako upwelling, ale vzhledem k atmosférické teplotě v podzimním období, která je oproti srpnovým hodnotám výrazně nižší, můžeme i roh 4 vyhodnotit jako vysoce pravděpodobný downwelling. Na liniových grafech (viz Obr. 5.9) je v rohu 2 viditelná chyba teploměru, která tento roh vyřadila z vyhodnocování. V ostatních rozích jsou patrné minimální rozdíly, křivky se překrývají, tedy potvrzují předpoklad z boxplotu – vysokou pravděpodobnost downwellingu.

Dále byl downwelling určen vždy pouze v jednom rohu studijních ploch: DOLP_A, kde chyběla teplotní data z mělkého hyporeálu ve dvou rozích, EISEN_G a STIEG_C. Z hlediska vysazování juvenilních jedinců jako součást bioindikačního testování byly studijní plochy až na čtverec CET_B v tomto období vyhodnoceny jako méně vhodné.

Pro ukázkou upwellingu byl vybrán čtverec EISEN_F, ve kterém byla vyhodnocena přítomnost upwellingu ve všech rozích. Podkladem pro takový závěr je boxplot (viz Obr. 5.8) s velkým rozptylem hodnot rozdílu mezi hlubším a mělčím hyporeálem. Závěr potvrzuje i liniový graf, kde je na první pohled zřejmé, že křivky jsou velmi rozdílné, teplota hlubšího hyporeálu má ve většině měření o mnoho vyšší hodnoty, než teplota mělčího hyporeálu a denní minimální a maximální teploty mají velký časový rozestup (viz Obr. 5.10).

Tabulka 5. 10 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše DOLP_A v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chyby měření.

Roh studijní plochy DOLP_A	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0344	-0,32	0,695	0,1563	U
	3-7 cm	-0,2063	-0,74	0,5	0,2176	
2	0-3 cm	-	-	-	-	X
	3-7 cm	-	-	-	-	
3	0-3 cm	-0,0721	-0,318	0,429	0,0879	D
	3-7 cm	-0,0198	-0,216	0,204	0,0772	
4	0-3 cm	-	-	-	-	X
	3-7 cm	-	-	-	-	

Tabulka 5. 11 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše CET_B v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Roh studijní plochy CET_B	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,1604	-0,216	0,000	0,0595	D
	3-7 cm	0,1113	-0,43	0,628	0,1720	
2	0-3 cm	-0,2291	-1,097	0,608	0,3223	U
	3-7 cm	-	-	-	-	
3	0-3 cm	-0,1275	-0,216	0,196	0,0685	D
	3-7 cm	0,0166	-0,108	0,202	0,0459	
4	0-3 cm	-0,0387	-0,215	0,215	0,0907	D
	3-7 cm	-0,0290	-0,108	0,000	0,0460	

Tabulka 5. 12 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_C v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Roh studijní plochy STIEG_C	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	0,0678	-0,106	0,883	0,1006	U
	3-7 cm	-0,234	-0,830	0,407	0,20359	
2	0-3 cm	0,1471	-0,104	0,521	0,1071	U
	3-7 cm	-0,0739	-0,321	0,304	0,1087	
3	0-3 cm	-0,0315	-0,591	0,589	0,2125	D
	3-7 cm	0,0227	-0,213	0,209	0,0805	
4	0-3 cm	-0,0382	-0,748	0,731	0,2569	U
	3-7 cm	-0,1111	-1,163	1,079	0,3571	

Tabulka 5. 13 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_D podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Roh studijní plochy STIEG_D	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,2300	-1,277	0,679	0,3236	U
	3-7 cm	-0,4584	-1,432	0,680	0,3872	
2	0-3 cm	-0,2662	-1,164	0,873	0,3295	U
	3-7 cm	-0,2293	-1,021	0,588	0,2783	
3	0-3 cm	0,0719	-0,533	0,685	0,2150	U
	3-7 cm	-0,4635	-1,585	0,873	0,4368	
4	0-3 cm	-0,3282	-1,488	0,681	0,3849	U
	3-7 cm	-0,2733	-1,224	0,971	0,3811	

Tabulka 5. 14 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_E v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,

Roh studijní plochy STIEG_E	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,4492	-2,0122	0,873	0,4895	U
	3-7 cm	-0,2624	-1,2494	0,974	0,3763	
2	0-3 cm	-0,2627	-1,2689	0,590	0,3475	U
	3-7 cm	-0,1558	-0,9178	0,971	0,3260	
3	0-3 cm	-0,1050	-0,9322	0,986	0,9856	U
	3-7 cm	-0,1112	-1,2689	0,972	0,9722	
4	0-3 cm	-0,5643	-1,9567	1,260	0,5565	U
	3-7 cm	-0,3815	-1,3533	0,584	0,3548	

Tabulka 5. 15 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_F v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,

Roh studijní plochy EISEN_F	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,1777	-1,166	0,600	0,2883	U
	3-7 cm	-0,3097	-1,537	1,068	0,4032	
2	0-3 cm	-0,1798	-1,062	0,873	0,3076	U
	3-7 cm	-0,3648	-1,430	0,778	0,3896	
3	0-3 cm	-0,2875	-1,059	0,679	0,3049	U
	3-7 cm	-0,4540	-1,464	0,875	0,4257	
4	0-3 cm	-0,0585	-0,413	0,388	0,0928	U
	3-7 cm	-0,402	-1,846	1,263	0,5151	

Tabulka 5. 16 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_G podzimním obdobím (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,

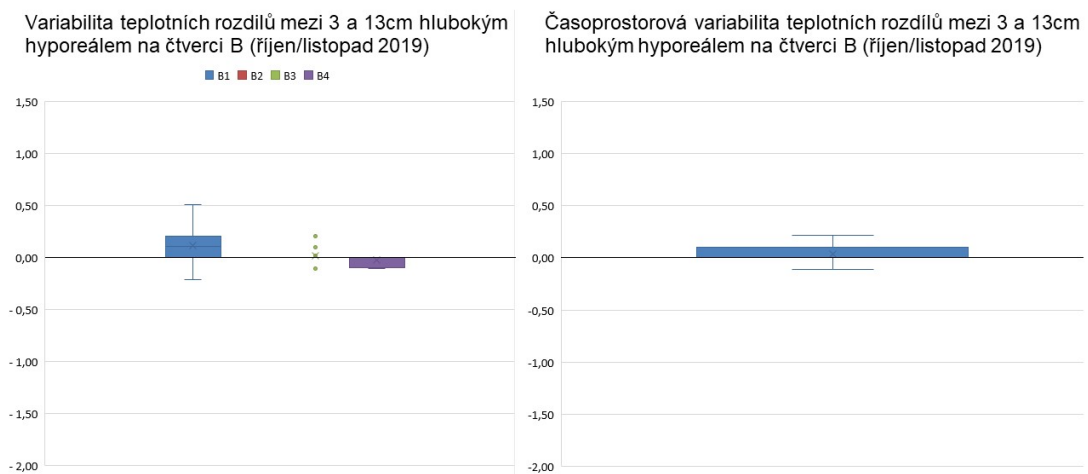
Roh studijní plochy EISEN_G	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,2429	-1,144	0,610	0,3006	U
	3-7 cm	-0,1855	-0,822	0,582	0,2300	
2	0-3 cm	-0,1200	-0,520	0,295	0,1135	D
	3-7 cm	0,0302	-0,425	0,409	0,1536	
3	0-3 cm	-0,0160	-0,320	0,291	0,0835	U
	3-7 cm	-0,1838	-0,427	0	0,0898	
4	0-3 cm	-0,0127	-0,533	0,873	0,1680	U
	3-7 cm	-0,1646	-0,529	0,104	0,1228	

Tabulka 5. 17 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_H v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,

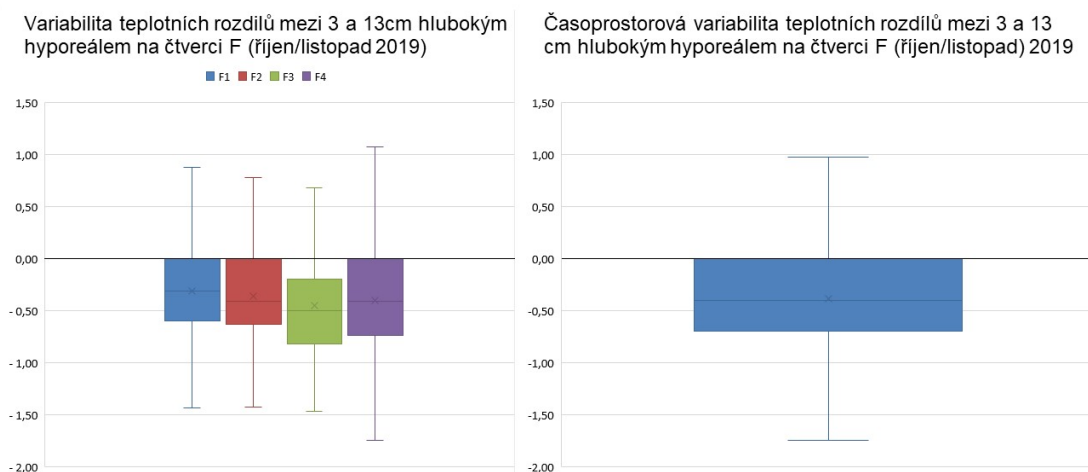
Roh studijní plochy TOB_H	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0409	-0,828	0,777	0,3037	U
	3-7 cm	-0,3228	-1,129	0,487	0,3026	
2	0-3 cm	-0,0351	-0,724	0,688	0,2670	U
	3-7 cm	-0,0336	-0,724	0,681	0,2599	
3	0-3 cm	-0,0762	-0,729	0,490	0,2203	U
	3-7 cm	-0,1114	-0,823	0,584	0,2654	
4	0-3 cm	-0,2429	-1,273	0,512	0,3325	U
	3-7 cm	-0,1122	-0,721	0,583	0,2259	

Tabulka 5. 18 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a 0-3 cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_I v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,

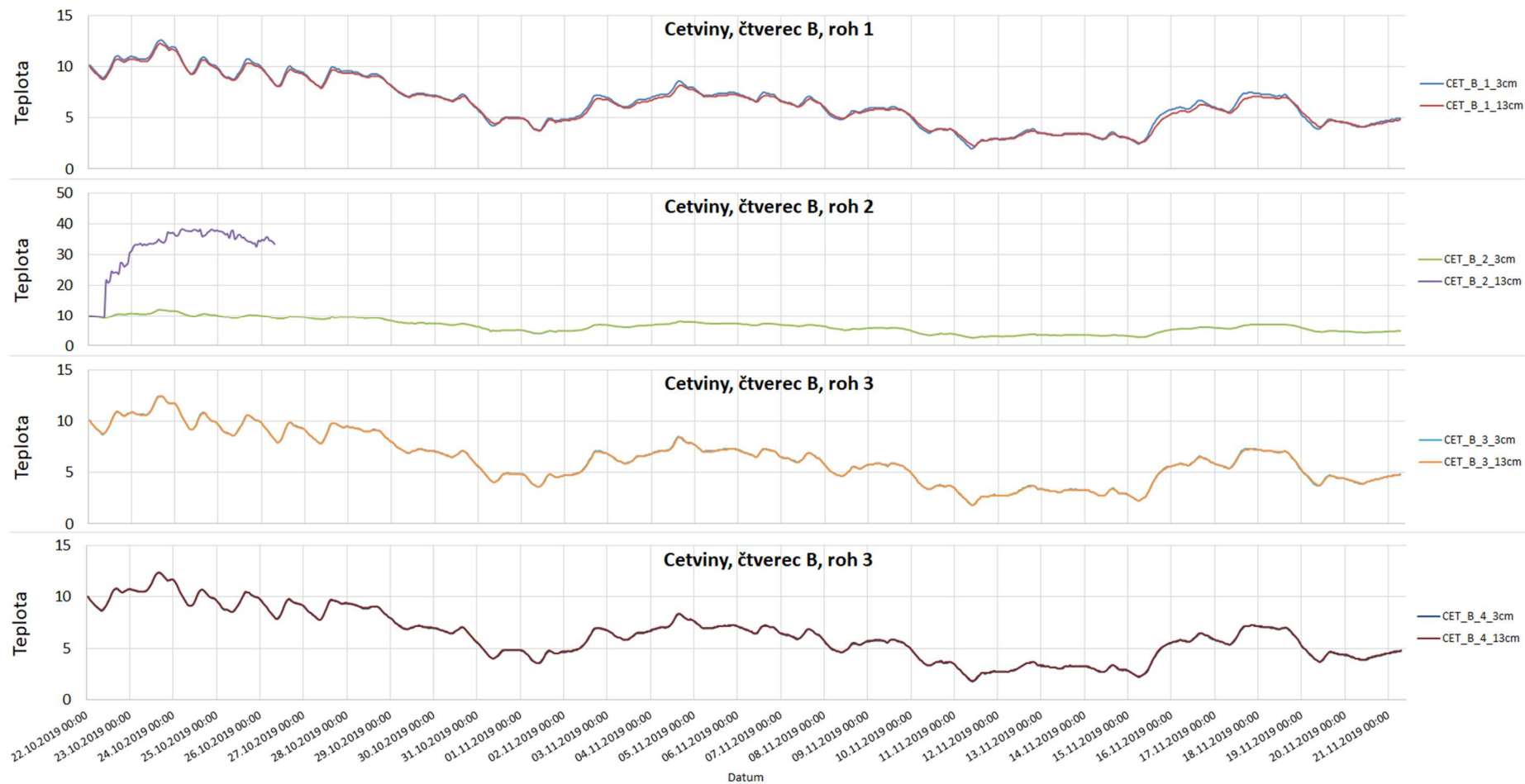
Roh studijní plochy TOB_I	Hloubka měření teplotních dat	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem
1	0-3 cm	-0,0539	-0,627	0,417	0,1539	U
	3-7 cm	-0,0945	-1,166	0,897	0,3338	
2	0-3 cm	-0,1171	-0,850	0,417	0,2079	U
	3-7 cm	-0,1521	-0,928	0,679	0,2966	
3	0-3 cm	-0,0601	-0,742	0,417	0,2164	U
	3-7 cm	-0,3330	-1,368	0,680	0,3940	
4	0-3 cm	-0,1572	-1,163	0,716	0,3244	U
	3-7 cm	-0,1164	-0,925	0,680	0,2801	



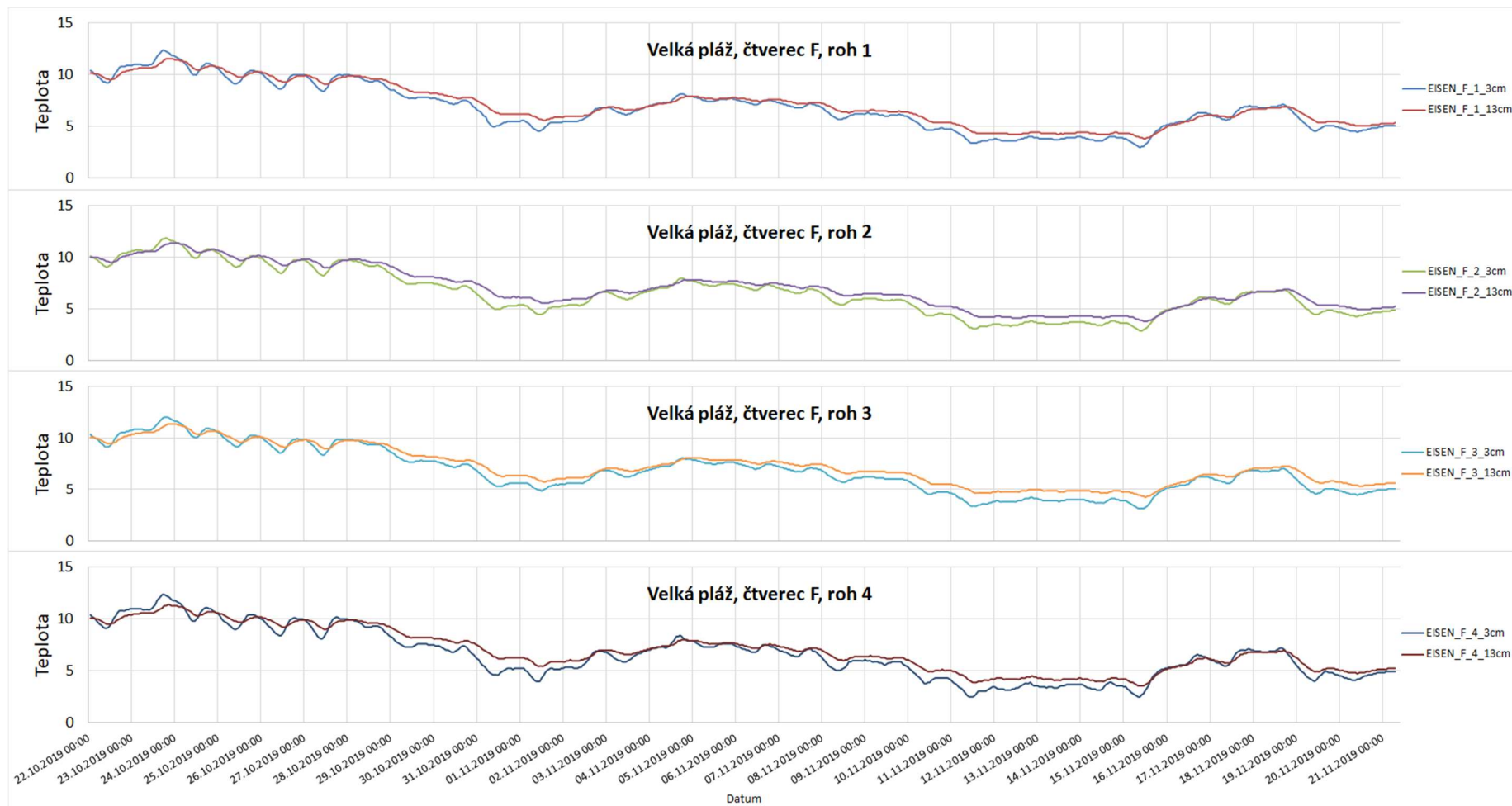
Obrázek 5. 7 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem ve třech rozích čtvercové studijní plochy CET_B a graf časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek). Roh B2 studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.



Obrázek 5. 8 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem ve třech rozích čtvercové studijní plochy EISEN_F a boxplot časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek).



Obrázek 5. 9 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše CET_B ve čtyřech (třech) rozích (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019). Roh B2 studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.



Obrázek 5. 10 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše EISEN_F ve čtyřech rozích (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).

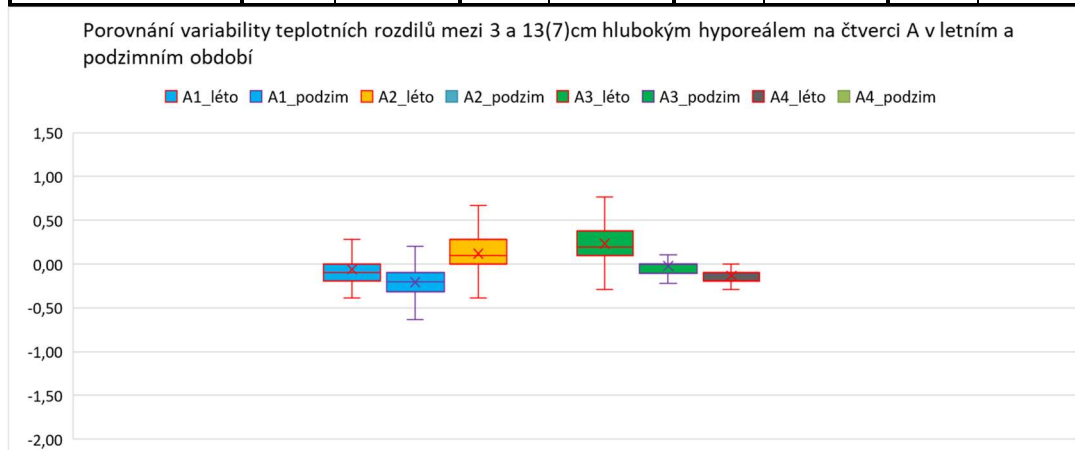
5.4 Porovnání mezi měřeními čtvercových studijních ploch v létě a na podzim

Díky teplotnímu měření na studijních plochách ve dvou časových obdobích je možné data porovnávat z hlediska změn, které nastaly během období, kdy teploměry ve dně instalovány nebyly.

Na čtvercové studijní ploše DOLP_A se díky chybám měření povedlo vyhodnotit pouze dva rohy studijní plochy a to tak, že roh 1, který bylo proudění po většinu trvání letního měření vyhodnoceno jako downwellingové se v podzimním období změnilo na čistě upwellingové. Dále roh 3, který po celou dobu měření vyhodnocen jako downwellingového charakteru (viz Tabulka 5.19 a Obr. 5.11).

Tabulka 5. 19 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřeními na čtvercové studijní ploše DOLP_A. Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chyby měření.

Čtverec	DOLP_A (Dolní Příbrání, čtverec A)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	D/U	U	D	X	D	D	U	X

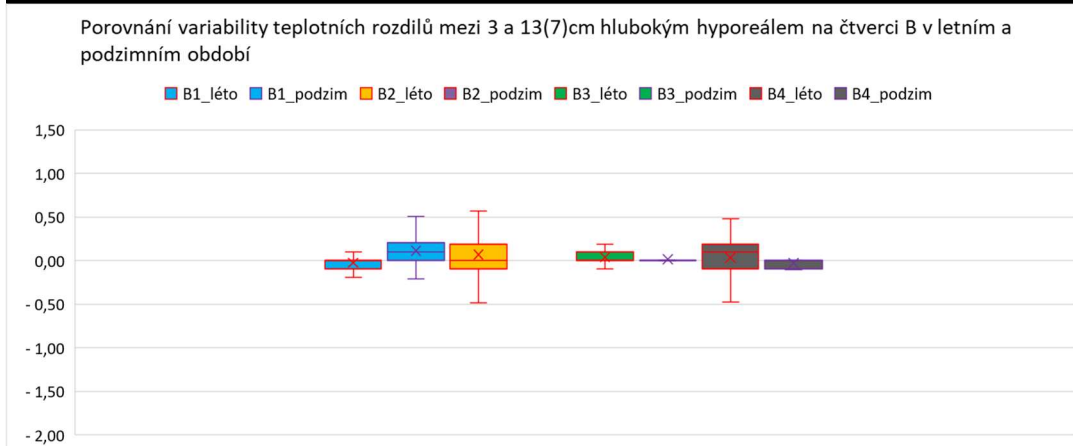


Obrázek 5. 11 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše DOLP_A. Rohy A2_podzim, A4_podzim studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.

Na čtvercové studijní ploše CET_B se díky chybnému měření jednoho teploměru nepodařilo vyhodnotit roh 2, který měl v letním období downwellingové proudění. Úspěšně se vyhodnotil roh 3, kde se po dobu expozice teploměrů zachovalo proudění downwelling. Dále pak roh 1, kde nejdříve probíhal downwelling, poté se proudění střídalo v různých časových úsecích a roh 4, kde se letní upwellingové proudění změnilo na downwelling (viz Tabulka 5.20 a Obr. 5.12).

Tabulka 5. 20 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše CET_B. Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chyby měření.

Čtverec	CET_B (Cetviny, čtverec B)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	D	D/U	U/D	X	D	D	U	D

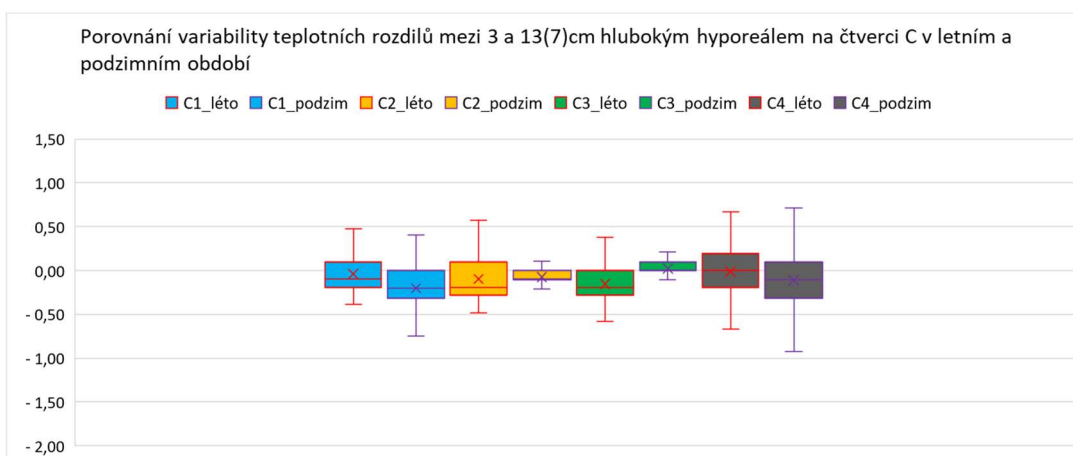


Obrázek 5. 12 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu čtvercové studijní ploše CET_B. Roh B2_podzim studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.

Proudění čtvercové studijní plochy STIEG_C byl vyhodnoceno jako plně upwellingové v rozích 2 a 4 po celou dobu měření. V rohu 1 se částečný downwelling v letním období změnil na plný upwelling v podzimním období. V rohu 3 se naopak proudění upwellingové změnilo na downwellingové (viz Tabulka 5.21 a Obr. 5.13).

Tabulka 5. 21 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše STIEG_C. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Čtverec	STIEG_C (Bifurkace, čtverec C)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	D/U	U	U	U	U	D	U	U

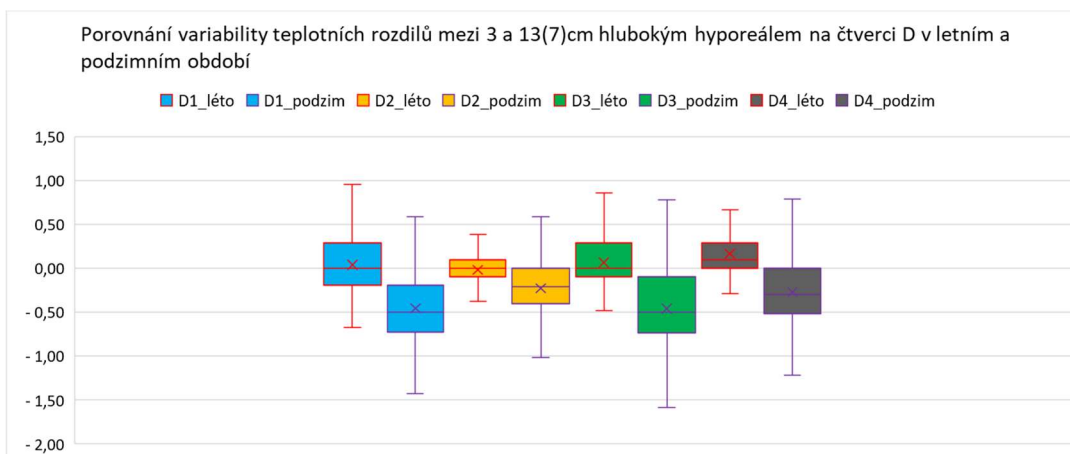


Obrázek 5. 13 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše STIEG_C.

Proudění v rozích čtvercové studijní plochy STIEG_D bylo vyhodnoceno v rozích 1, 3 a 4 jako upwelling. Pouze v rohu 2 byl v letním období vyhodnocen downwelling po většinu měření (viz Tabulka 5.22 a Obr. 5.15).

Tabulka 5. 22 : Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše STIEG_D. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Čtverec	STIEG_D (Bifurkace, čtverec D)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	U	U	D/U	U	U	U	U	U

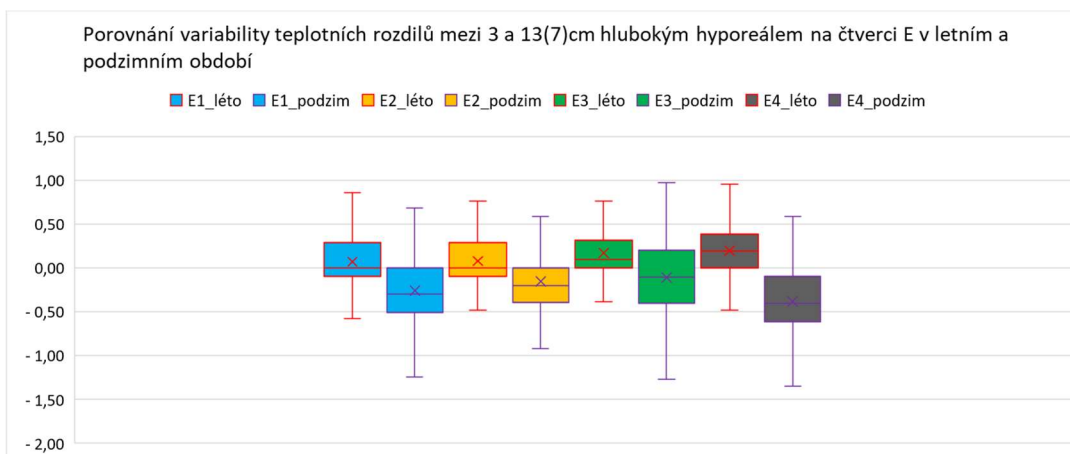


Obrázek 5. 14 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše STIEG_D.

Proudění ve všech rozích na čtvercové studijní ploše STIEG_E bylo vyhodnoceno po celou dobu expozice teploměrů jako upwelling (viz Tabulka 5.23 a Obr. 5.15).

Tabulka 5. 23 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše STIEG_E. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Čtverec	STIEG_E (Bifurkace, čtverec E)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	U	U	U	U	U	U	U	U

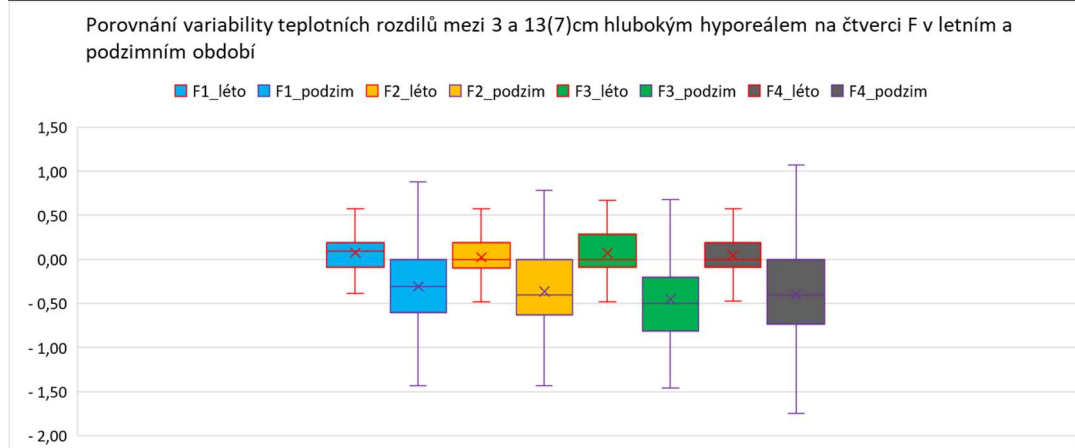


Obrázek 5. 15 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše STIEG_E.

V čtvercové studijní ploše EISEN_F bylo v rozích 1 a 2 vyhodnoceno proudění jako plný upwelling. V rohu 3 byl v letním období vyhodnocen upwelling, měnící se na downwelling, v podzimním období upwelling po celou dobu měření. V rohu 4 naopak probíhal po většinu letního období downwelling, na podzim se změnil na upwelling (viz Tabulka 5.24 a Obr. 5.16).

Tabulka 5. 24 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše EISEN_F. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Čtverec	EISEN_F (Velká pláž, čtverec F)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	U	U	U	U	U/D	U	D/U	U

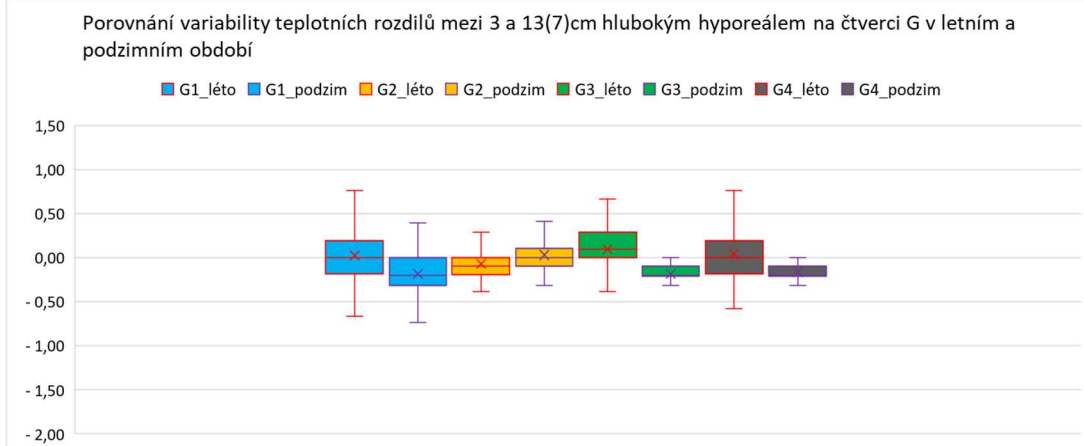


Obrázek 5. 16 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše EISEN_F.

Proudění rohu 2 čtvercové studijní plochy EISEN_G byl vyhodnoceno jako downwelling v obou testovaných obdobích. Roh 3 byl vyhodnocen jako upwelling v obou testovaných obdobích. Rohy 1 a 4 byly shodně vyhodnoceny jako převažující downwelling v letním období, který se změnil na upwelling v podzimním období (viz Tabulka 5.25 a Obr. 5.17).

Tabulka 5. 25 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše EISEN_G. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Čtverec	EISEN_G (Velká pláž, čtverec G)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	D/U	U	D	D	U	U	D/U	U

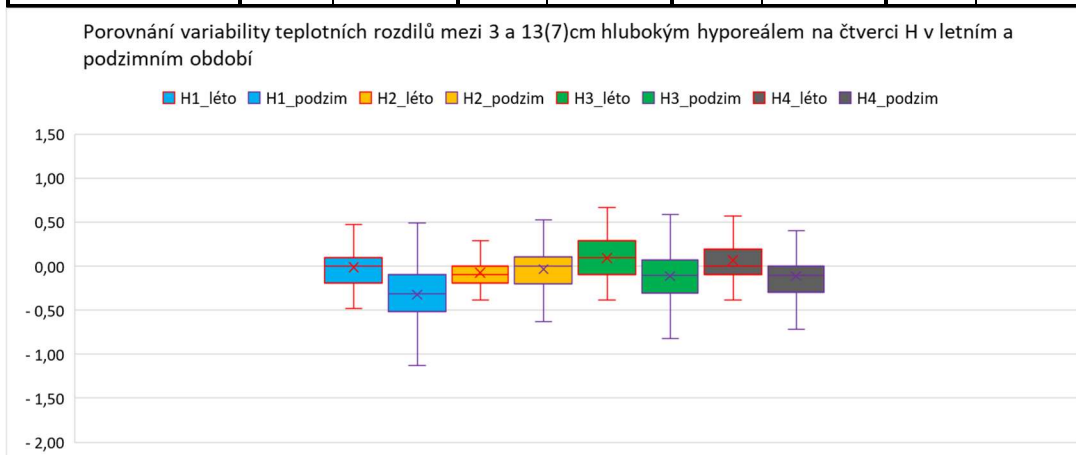


Obrázek 5. 17 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše EISEN_G

Proudění ve všech rozích na čtvercové studijní ploše TOB_H bylo vyhodnoceno po celou dobu expozice teploměrů jako upwelling (viz Tabulka 5.27 a Obr. 5.18).

Tabulka 5. 26 Porovnání výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše TOB_H. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Čtverec	TOB_H (Smrčák – meandr, čtverec H)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	U	U	U	U	U	U	U	U

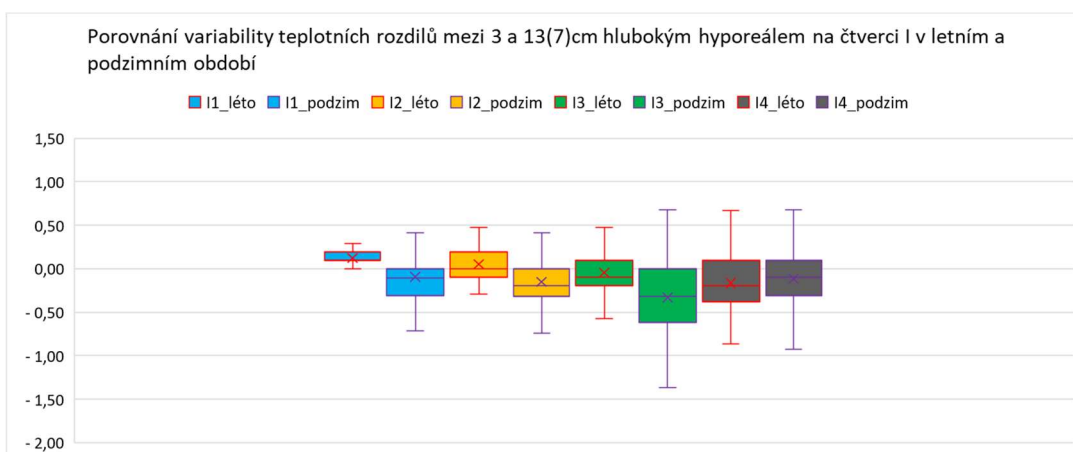


Obrázek 5. 18 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše TOB_H.

Proudění v rozích 3 a 4 čtvercové studijní plochy TOB_I bylo vyhodnoceno po celou dobu expozice teploměrů jako upwelling, v rozích 1 a 2 během letního období probíhal downwelling, na upwelling (viz Tabulka 5.27 a Obr. 5.19).

Tabulka 5. 27 Porovnání výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měření na čtvercové studijní ploše TOB_I. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Čtverec	TOB_I (Smrčák – meandr, čtverec I)							
Číslo rohu	1		2		3		4	
Období měření	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim	léto	podzim
Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem	D	U	D	U	U	U	U	U



Obrázek 5. 19 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše TOB_I.

5.5 Podzimní měření sady příčných transektů

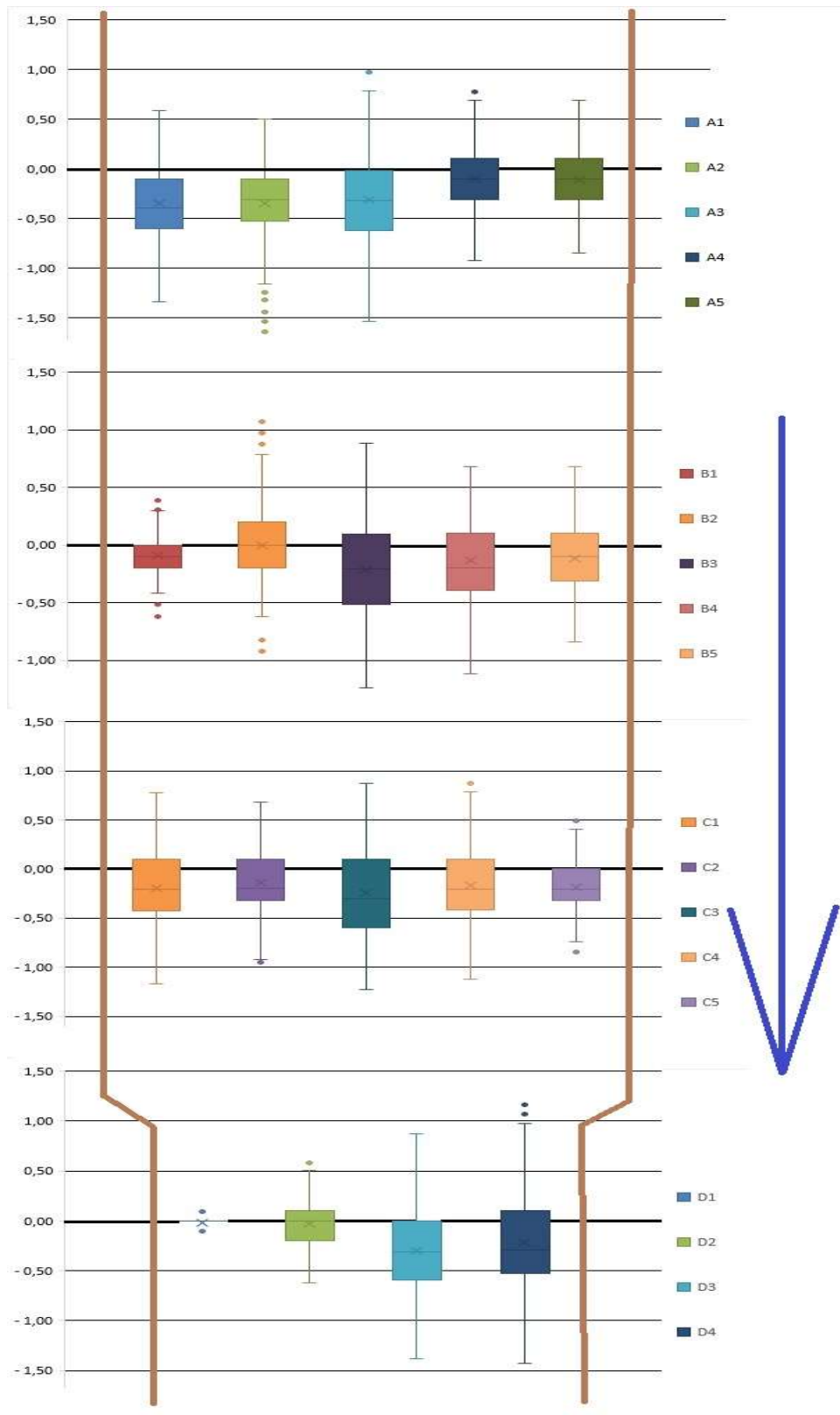
Měření na sadě příčných transektů probíhalo podobně jako měření čtvercových studijních ploch od data 22.10.2019, kdy byly měřicí sady instalovány do prostoru dna do data 21.11.2019, kdy byly vyjmuty. Celkem bylo v tomto období naměřeno 726 teplotních údajů na každé studijní ploše v jedné hloubce.

V této sérii dat se objevilo selhání jednoho teploměru. Konkrétně C3_3cm, který přestal měřit k datu 2.11.2019 v 18:00. Naměřené hodnoty byly však v pořádku a bylo možné je použít pro vyhodnocování alespoň v „oříznuté“ verzi. Dále bylo pomocí osvitového čidla zjištěno odkrytí teploměrů, a tedy omezené využití dat z teploměrů: A3_3cm (ve velmi malé míře – max 11 Lux), B1_3cm, B2_3cm a D2_3cm.

Tabulka 5. 28 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na bodech měření příčných transektů v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.

Označení příčného transektu	Bod měření (směrem od pravého břehu)	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s
A	1	-0,3511	-1,344	0,587	0,3572	U
	2	-0,3473	-1,643	0,500	0,3883	U
	3	-0,3135	-1,539	0,972	0,4643	U
	4	-0,1062	-0,926	0,776	0,3210	U
	5	-0,1110	-0,848	0,685	0,2894	U
B	1	-0,0962	-0,622	0,406	0,1503	U
	2	-0,0008	-0,925	1,067	0,2999	U
	3	-0,2131	-1,238	0,880	0,4236	U
	4	-0,1367	-1,120	0,681	0,3436	U
	5	-0,1190	-0,844	0,680	0,2718	U
C	1	-0,1969	-1,1678	0,776	0,3780	U
	2	-0,1418	-0,9539	0,679	0,3197	U
	3	-0,2419	-1,2306	0,873	0,4483	U
	4	-0,1707	-1,1267	0,874	0,3558	U
	5	-0,1920	-0,8483	0,486	0,2479	U
D	1	-0,0188	-0,1067	0,098	0,0403	D
	2	-0,0287	-0,620	0,609	0,2223	U
	3	-0,2971	-1,380	0,874	0,4361	U
	4	-0,2201	-1,430	1,166	0,4748	U

Jak je patrné z Tabulky 5.28 proudění ve většině bodů měření bylo vyhodnoceno jako pravděpodobný upwelling. Downwelling probíhal pouze na jediném bodu měření D1, kde byly rozdíly v hodnotách teplot velmi nízké. Tento úsek toku je tedy pro další bioindikační testování vyhodnocen jako nevhodný. Boxploty v prostorovém rozložení toku viz Obr. 5.20.



Obrázek 5. 20 Prostorové rozložení boxplotů variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem v prostoru toku na jednotlivých bodech měření série příčných transektů v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019).

5.6 Podzimní měření podélného transektu

Poslední úkon podzimního měření teplot bylo měření na podélném transektu, které probíhalo stejně jako ostatní podzimní měření od 22.10.2019 do 21.11.2019. Na každém bodu měření, v každé hloubce bylo tedy naměřeno 726 teplotních údajů.

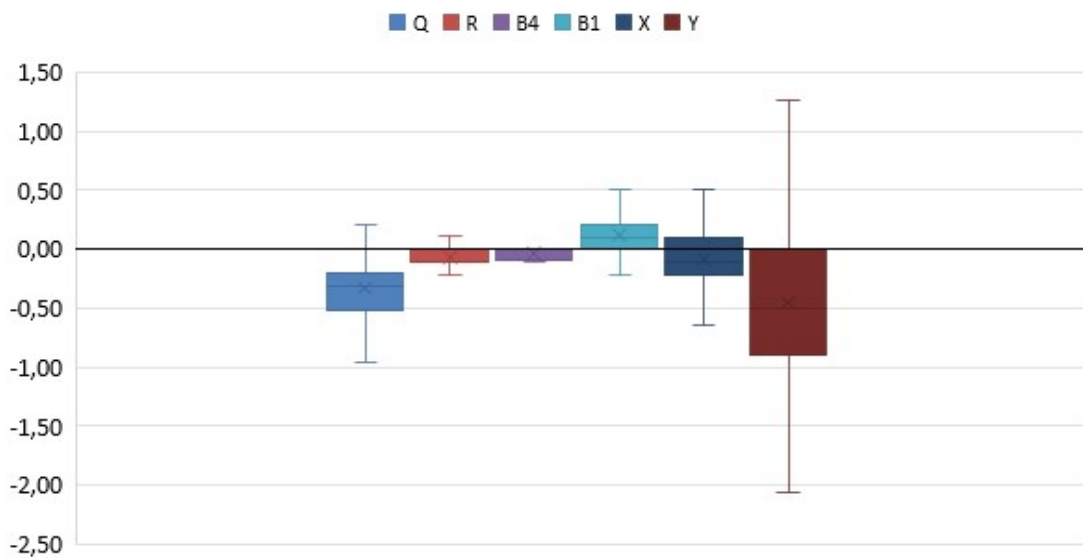
V naměřených datech bylo opět pozorováno několik selhání teploměrů. Konkrétně teploměr Z_3cm selhal v den instalace a proto byl celý bod měření vyjmut z vyhodnocování pro chybějící data. Dále teploměr W_3cm, který po celou dobu expozice systematicky měřil vyšší teplotu o cca 1 °C. Tato skutečnost byla zjištěna díky porovnání teplotních dat s ostatními ve stejné hloubce a ve stejný čas. Bod měření W bylo proto také vyjmut z vyhodnocování pro chybějící data.

Pomocí boxplotů (viz Obr. 5.21) bylo vyhodnoceno, že proudění ve většině bodů měření vykazuje znaky upwellingu. Výjimkou jsou pouze body, které jsou součástí čtvercové studijní plochy CET_B. Proudění v nich bylo díky malým rozdílům a překrývajícím se křivkám průběhu teploty vyhodnoceno jako downwelling.

Tabulka 5. 29 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13 cm a vyhodnocení druhů výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem v jednotlivých bodech podélného transektu v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chybného měření.

Bod měření (pořadí po proudu)	Střední hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Směrodatná odchylka	Druh výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem:
Q	-0,3284	-1,062	0,584	0,2759	U
R	-0,0663	-0,520	0,315	0,1380	U
Z	-	-	-	-	X
B4	-0,0290	-0,108	0	0,0460	D
B1	0,1113	-0,430	0,628	0,1720	D
W	1,2068	0,413	2,243	0,3392	X
X	-0,0776	-0,749	0,778	0,2584	U
Y	-0,4551	-2,061	1,266	0,6164	U

Variabilita teplotních rozdílů mezi 3 a 13cm hlubokým hyporeálem na podélném transektu (říjen/listopad 2019)



Obrázek 5. 21 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem v jednotlivých měřených bodech podélného transektu v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Měřený bod Z: chybějící data z důvodu chybného měření.

6. Diskuze

6.1 Vertikální heterogenita na úrovni mikrohabitatů

Pokud se blíže zaměříme na statistické hodnoty rozdílu naměřených hodnot mezi hloubkami hyporeálu 3 /7(13) cm a 0/3 cm, můžeme pozorovat, že na většině mikrohabitatů platí, že mezi hloubkami 0 cm a 3 cm jsou vyšší hodnoty směrodatné odchylky, než mezi hloubkami 3 cm a 7(13) cm. Tato skutečnost je způsobená většími rozdíly mezi teplotami vody v prostoru koryta a mělčí hyporeální vody. Zvláště v letním období je voda v prostoru koryta ovlivňována vysokou teplotou okolí a teploty volné vody bývají vyšší, než teploty naměřené v prostoru dna.

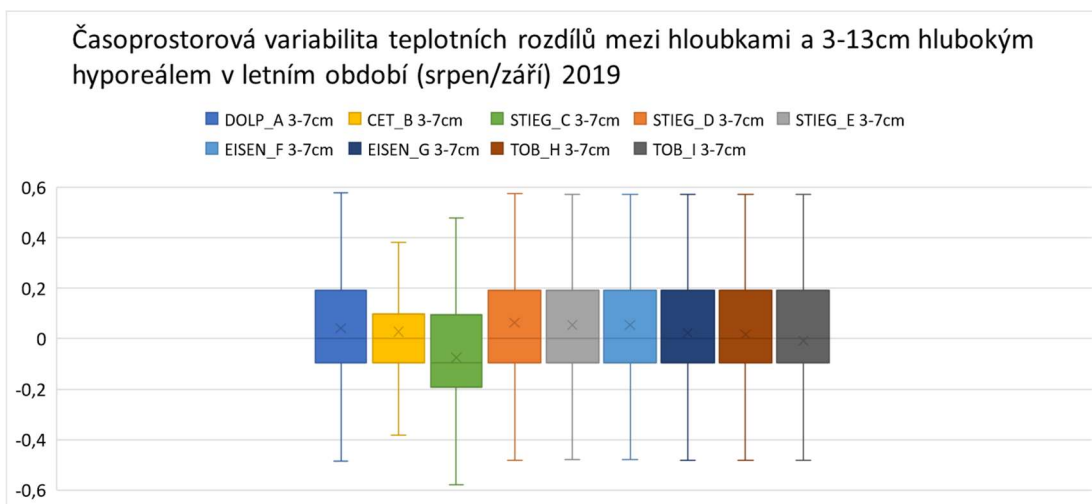
6.2 Heterogenita na úrovni čtvercových studijních ploch

Uvnitř každé studijní plochy bylo měřeno čtyřmi sadami teploměrů. Mezi těmito sadami lze na jednotlivých teploměrech ve stejných hloubkách měření ojediněle sledovat stejné, případně velmi blízké hodnoty. Děje se tomu v zásadě tehdy, když je na úrovni jedné studijní plochy stejný typ výměny vody mezi prostorem volné vody a hyporeálem. Pokud jsou ale například tři rohy studijní plochy proudění upwellingového charakteru a jeden roh downwellingového (viz Tabulka 5.17) rozdíly jsou značné.

Mimo typ proudění teplotu na úrovni studijní plochy ovlivňuje také stínění okolní vegetace a s ním související působení sluneční energie. Pokud například na dva rohy studijní plochy bude vrhat stín okolní vegetace a na dva rohy nikoli, rozdíly v teplotních hodnotách se projeví v hloubkách 0 cm a 3 cm, pokud se jedná o downwelling, nebo pouze v hloubce 0 cm pokud se jedná o upwelling. Na základě těchto faktorů ovlivňujících teplotu (viz kapitola 3.5. Teplotní režim řek) můžeme tvrdit, že na úrovni studijních ploch se teplota chová spíše heterogenně.

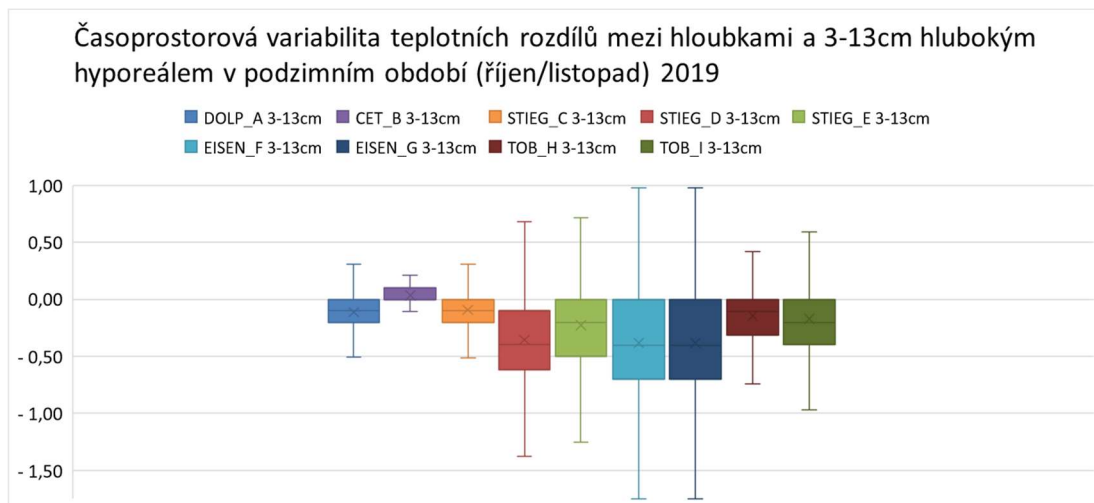
6.3 Porovnání čtvercových studijních ploch

Na boxplotu porovnávající časoprostorovou variabilitu teplotních rozdílů mezi čtvercovými studijními plochami v letním období je patrné, že studijní plochy se na lokalitách Stiegersdorf, Eisenhunterbach a Tobbau chovají obdobně. Nejmenší časoprostorová variabilita teplotních rozdílů je na lokalitě Cetviny na čtvercové studijní ploše B, který byl vybrán jako nejvíce vhodný z hlediska dalšího zkoumání a případných výsadek juvenilních jedinců perlorodky říční.



Obrázek 6. 1 Graf porovnávající časoprostorovou variabilitu teplotních rozdílů na jednotlivých čtvercových studijních plochách v letním období (4.8.2019 -1.9.2019). Každý boxplot obsahuje hodnoty teplotních rozdílů mezi 3 cm a 7 cm hlubokým hyporeálem všech čtyř mikrohabitátů jedné studijní plochy.

Z boxplotu (viz Obr. 6.2) podzimního období je patrné, že největší heterogenita teplotních rozdílů mezi hloubkami 3-13 cm je na čtvercových studijních plochách na F a G na lokalitě Eisenhubterbach, nejmenší obdobně jako v létě na lokalitě Cetviny na čtvercové studijní ploše B.



Obrázek 6. 2 Boxplot porovnávající časoprostorovou variabilitu teplotních rozdílů na jednotlivých čtvercových studijních plochách v podzimním období (22.10.2019-21.11.2019). Každý boxplot obsahuje hodnoty teplotních rozdílů mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem všech čtyř mikrohabitatů jedné studijní plochy.

Další poznatek, který lze vidět na boxplotech (Obr. 6.1 a 6.2) je, že studijní plochy jako celek se na jednotlivých lokalitách většinou chovají obdobně. Nejvíce je tento jev vidět na lokalitě Eisenhubterbach, kde jsou čtverec EISEN_F a EISEN_G v letním i podzimním období téměř totožné.

6.4 Horizontální heterogenita teploty volné vody a mělčího hyporeálu (hloubka 3 cm pod povrchem dna)

Pomocí teplotních dat volné vody a průměrných dat z hloubky 3 cm letního období byly vytvořeny liniové grafy (viz Obr. 5.1 a 5.2), které jsou důkazem že existuje podélný teplotní gradient. Lze tak usuzovat díky horizontálnímu posunu tvarově podobných linií jednotlivých lokalit.

Teplota volné vody ve směru toku stoupá, čím větší je vzdálenost měřené lokality od pramene řeky a čím menší je nadmořská výška lokality (tato okolnost je však v tomto případě, kdy není značný rozdíl mezi nadmořskou výškou zanedbatelná). Obdobně se teplota chová i v mělčím hyporeálu. Viz kapitola 5.1 **Teplotní gradient volné vody a vody pohybující se v prostoru hyporeálu na podélném profilu řeky.**

6.5 Zhodnocení metodiky práce

Metoda teploměrů uložených v různých hloubkách spojená ocelovým lankem ke kotvicímu hřebíku se jeví jako dostatečná pro potřeby tohoto projektu. Nevýhodou této metody je silná nejistota, zda jsou teploměry v předpokládaných hloubkách a nezměnily polohu ve vertikálním směru, což je vzhledem k přesunům dnového sedimentu velmi častým jevem. Díky osvitovým čidlům máme jistotu, že teploměr je pod povrchem dna, ne však informaci, v jaké se nachází hloubce.

Zkoumání teploty však pro potřeby projektu „Studium mikrohabitátů říčního dna: vyhledání a monitoring optimálních stanovišť pro vypuštění odchovaných mladých perlorodek na území přírodní památky Horní Malše“ nemá samo o sobě dostatečnou vypovídající hodnotu. Teplota však jako ukazatel proudění slouží k potvrzení distribuce dalších chemicko-fyzikálních parametrů jako: redox potenciál, obsah kyslíku a dalších sloučenin ve vodě, kvalita a přítomnost detritu a další. (Konrady 2019). Pro zhodnocení kvality studijních ploch je potřeba komplexní výzkum obsahující kombinaci vyhodnocení výše jmenovaných parametrů.

Pro další testování této problematiky pomocí teploměrů bych navrhovala následující postup. Vytipovat úsek dna řeky Malše pomocí redox potenciálu, kde by výměna vody mezi prostorem koryta řeky a hyporeálem mohla být downwellingového charakteru. Dále rozmístit jednotlivé sady teploměrů ve vzdálenosti 10 cm od sebe a takovouto „sítí“ teploměrů pokrýt předmětný úsek. Následně pomocí naměřených dat za určitý časový úsek sledovat změnu upwellingu a downwellingu v čase a případně popsat vzorec, který změnu popisuje.

7. Závěr

Cílem předkládané práce bylo naměřit časovou a prostorovou distribuci hodnot teploty na studovaných plochách a vyhodnotit, o jaký typ hyporeálního proudění se jedná na bodech měření. Měření probíhalo pomocí kontinuálně měřících teploměrů uložených v prostoru hlubšího hyporeálu (7/13 cm pod povrchem dna) a mělčího hyporeálu (3 cm pod povrchem dna).

Výsledky vykazují značnou nejednotnost zkoumaného proudění ať již v časovém, nebo prostorovém měřítku. Při porovnávání čtvercových studijních ploch je velmi obvyklé, že nastane změna proudění upwelling na downwelling a vice versa. Občas nastala tato změna v rámci jednoho měřicího období (v trvání jeden měsíc).

Jako nejvhodnější z hlediska dalšího bioindikačního testování byla mnou vybrána čtvercová studijní plocha CET_B na lokalitě Cetviny, které vykazovala jak v letním, tak v podzimním období převážně downwellingové proudění, a tedy kvalitnější vodní prostředí z hlediska teplotních parametrů, prokysličenosti vody, nebo redox potenciálu.

Naopak jako spíše nevhodné pro další bioindikační testování byly vybrány čtvercové studijní plochy TOB_H na lokalitě Smrčák – meandr a studijní plocha STIEG_E na lokalitě Bifurkace. Na těchto plochách byl vyhodnocen převládající upwelling a tedy i pravděpodobně nízké hodnoty rozpuštěného kyslíku, které však nejsou součástí této práce.

Podobně byla vyhodnocena i série příčných transektů a transekt podélný, kde probíhalo v drtivé většině upwellingové proudění méně vhodné pro další bioindikační testování. K transektům byla k dispozici pouze data podzimní a vyhodnocení tedy nelze s jistotou potvrdit.

8. Přehled literatury

AOPK ČR, 2013. "Záchranný program perlorodky říční *Margaritifera margaritifera* v České republice". Agentura ochrany přírody České republiky. S. 77

BÍLÝ, Michal, et JAHELKOVÁ, V. „Výsledná zpráva o studiu mikrohabitátů říčního dna v povodí horní Malše za rok 2019 - Provedené činnosti jsou součástí veřejné zakázky s názvem "Studium mikrohabitátů říčního dna: vyhledání a monitoring optimálních stanovišť pro vypuštění odchovaných mladých perlorodek na území přírodní památky Horní Malše". 2020.

BOANO, F, et al. "Hyporheic flow and transport processes: Mechanisms, models, and biogeochemical implications." *AGU Advances*, vol. 52, no. 4, 2014, pp. 603-79

BUDDENSIEK, V., ENGEL, H., FLEISCHAUER-RÖSSING, S. & WÜCHTLER, K. (1993). „Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments of bivalve habitats in several northern German lowland waters, II. Microhabitats of *Margaritifera margaritifera* L., *Unio crassus* (Philipsson) and *Unio tumidus* Philipsson. Arch. Hydrobiol., 127, 151-66

CONSTANTZ J., 2008: "Heat as a tracer to determine streambed water exchanges". *Water resources research*. Vol.44

CONSTANTZ, J. & D. STONESTORM, 2003. "Heat as a Tool for Studying the Movement of Ground Water Near Streams". U.S. *Geological Survey*, Reston, Virginia.

ČERNÁ M., SIMON O., BÍLÝ M., DOUDA K., DORT B., GALOVÁ M., VOLFOVÁ M., 2017: "Within-river variation in growth and survival of juvenile freshwater pearl mussels assessed by in situ exposure methods". *Hydrobiologia*. Vol. 810, No. 1. S. 393-414

DIZ, Paula, et al. "Effects of contrasting upwelling downwelling on benthic foraminiferal distribution in the Ría de Vigo (NW Spain)." *Journal of Marine Systems*, vol. 60, no. 1-2, 2006, pp. 1-18.

GORDON N. D., THOMAS A. M., FINLAYSON B. L., GIPPEL Ch. J., RORY J. N., 2010: *Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists*. 2nd ed. Wiley, Hoboken. S. 429. ISBN 978-0-470-843581

GREGORY S.V., LAMBERTI G.A., ERMAN D.C., KOSKI K.V., MURPHY M.L. & J.R. SEDELL (1987): *Influences of forest practices on aquatic production. Streamside management: Forestry and fishery interactions*. University of Washington, Institute of forest resources, 223-255.

HARVEY J.W. & K.E. BENCALA (1993): "The effect of streambed topography on surface - subsurface water exchange in mountain catchment". *Water resources research* 29, 89-98.

HEJZLAR, Josef, et al. "The apparent and potential effects of climate change on the inferred concentration of dissolved organic matter in a temperate stream (the Malše River, South Bohemia)." *Science of The Total Environment*, vol. 310, no. 1-3, 2003, pp. 143-52

Informační brožura VD Římov. Vodní díla a nádrže | pvl.cz. Úvodní strana | Povodí Vltavy s. p. [online]. Copyright © 2013 Povodí Vltavy, státní podnik. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vodni-dila-a-nadrze>

KONRADY, Martin. *Diverzita prostředí hyporeálu oligotrofních toků jako prediktor vhodných podmínek pro juvenilní mlže v podhorských oligotrofních tocích*. Praha, 2019. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Katedra biotechnických úprav krajiny. Vedoucí práce Mgr. Ondřej Simon, Ph.D.

LELLÁK, Jan. *Hydrobiologie*. Praha: Karolinum, 1991. ISBN 80-7066-530-0.

NĚMEC J., BLAŽEK V., HLADNÝ J., ed. *Voda v České republice*. Praha: Ministerstvo zemědělství. Consult. 2006. str. 25, 158-160, 167, 168, 170, 172 ISBN 80-903482-1-1.

POINDEXTER, J S. "Low-Nutrient Environments", *Encyclopedia of Microbiology*. Academic press. 2009, pp. 240-257. ISBN 978-0-12-373944-5

POOLE G.C. & C.H. BERMAN (2001): "An ecological perspective on in-stream temperature: Natural heat dynamics and mechanism of human-caused thermal degradation". *Environmental management* vol. 27, no. 6, 787-802.

ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-7080-521-8.

SINOKROT B.A. & H.G. STEFAN (1993): "Stream temperature dynamics: Measurement and Modeling". *Water resources research* 29, 2299-2312.

STANFORD J.A. & J.V. WARD (1993): "An ecosystem perspective of alluvial rivers: Connectivity and the hyporheic corridor". *Journal of the North American benthological society* 12, 48-60.

STEWART, K.M. "Physical Properties of Water". *Reference module in earth systems and environmental sciences - Encyclopedia of inland waters*. Elsevier Inc. pp. 148-154. ISBN 978-012370626-3

ŠORIN, Serafim Nikolajevič. *Sdílení tepla*. Přeložil Radko HEJZLAR, Rudolf MATHON. Praha: SNTL, 1986.

TUŠER, M, et al. (2009): "Fish orientation along the longitudinal profile of the Římov reservoir during daytime: Consequences for horizontal acoustic surveys". *Fisheries Research*, vol. 96, no. 1, pp. 23-29

VAUX W.G. (1968): "Intragravel flow and interchange of water in a streambed". *Fishery bulletin* 66, 479-489.

WHITE D.S. (1993): "Perspective of defining and delineating hyporheic zones". *Journal of the North American benthological society* 12, 61-69.

WINTER, T. C., J. W. HARVEY, O. LEHN FRANKE & W. M. ALLEY, 1999. "Ground Water and Surface Water A Single Resource. U.S. " *Geological Survey*, Denver, Colorado.

WOHL, E. "Streams." *Reference module in earth systems and environmental sciences - Encyclopedia of Inland Waters*. Elsevier Inc. 2013. pp. 756-65.

ISBN: 978-0-12-409548-9

YOUNG, M. R., J. C. WILLIAMS, 1984. "The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland". I. Field studies. *Archiv fur Hydrobiologie* 99:405-422.

Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Sbíрка zákonů České republiky. 2001, částka 98, strana 5617.

Zákon č. 114/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny. Sbíрка zákonů České republiky. 1992, částka 28, strana 666.

ZNACHOR, P., JEZBEROVÁ, J. "The occurrence of a bloom-forming green alga *Pleodorina indica* (Volvocales) in the downstream reach of the River Malše (Czech Republic)". *Hydrobiologia* **541**, 221–228 (2005).

9. Seznam obrázků

Obrázek 3. 1 Upwellingové proudění s ukázkou grafu teploty vody (shora) v prostoru koryta a v prostoru hyporeálu (převzato z Constanz 2008).....	10
Obrázek 3. 2 Downwellingové proudění s ukázkou grafu teploty vody (shora) v prostoru koryta a v prostoru hyporeálu (převzato z Constanz 2008)	11
Obrázek 4. 1 Mapa zkoumaných lokalit v pohraničí České republiky a Rakouska (zdroj: Bílý et Jahelková 2020 ©Vojtěch Barák)	15
Obrázek 4. 2 Sada tří teploměrů HOBO PENDANT připevněna k železnému hřebíku o délce 20cm pomocí ocelového lanka (foto Václava Jahelková).....	17
Obrázek 4. 3 Sada teploměrů umístěných v substrátu dna tak, aby byl teploměr nejbližší hřebíku v hloubce 10 cm, prostřední v hloubce 3 cm a horní teploměr v úrovni nade dnem pro zaznamenávání teploty volné vody (foto Vojtěch Barák).	18
Obrázek 4. 4 Upravená Buddendiekova destička s juvenilními jedinci v zasítovaných otvorech. Na destičce jsou přichyceny dva záznamové teploměry HOBO Pedant (při instalaci ve dně umístěných v hloubkách 3 a 7 cm) (foto Ondřej Simon).	18
Obrázek 5. 1 Liniový graf znázorňující teplotu volné vody měřenou v letním období (2.8.2019-28.8.2019) na jednotlivých lokalitách.	24
Obrázek 5. 2 Liniový graf znázorňující teplotu vody pohybující se v prostoru hyporeálu (hloubka 3cm) měřenou v letním období (2.8.2019 - 28.8.2019) na jednotlivých lokalitách.25	
Obrázek 5. 3 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 7 cm hlubokým hyporeálem ve čtyřech rozích čtvercové studijní plochy CET_B a boxplot časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek) - typický příklad downwellingu.	32
Obrázek 5. 4 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 7 cm hlubokým hyporeálem ve čtyřech rozích čtvercové studijní plochy STIEG_E a boxplot časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek) - typický příklad upwellingu.	32
Obrázek 5. 5 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše CET_B ve čtyřech rozích v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019) - typický příklad downwellingu.	33
Obrázek 5. 6 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše STIEG_E ve čtyřech rozích v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019) - typický příklad upwellingu.	34
Obrázek 5. 7 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem ve třech rozích čtvercové studijní plochy CET_B a graf časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek). Roh B2 studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.....	41

Obrázek 5. 8 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem ve třech rozích čtvercové studijní plochy EISEN_F a boxplot časoprostorové variability rozdílů (čtverec jako celek).	41
Obrázek 5. 9 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše CET_B ve čtyřech (třech) rozích (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019). Roh B2 studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.	42
Obrázek 5. 10 Liniové grafy teplotních hodnot na čtvercové studijní ploše EISEN_F ve čtyřech rozích (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).....	43
Obrázek 5. 11 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše DOLP_A. Rohy A2_podzim, A4_podzim studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.....	44
Obrázek 5. 12 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu čtvercové studijní ploše CET_B. Roh B2_podzim studijní plochy CET_B: chybějící data z důvodu chyby měření.....	45
Obrázek 5. 13 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše STIEG_C.....	46
Obrázek 5. 14 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše STIEG_D.	47
Obrázek 5. 15 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše STIEG_E.....	48
Obrázek 5. 16 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše EISEN_F.	49
Obrázek 5. 17 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše EISEN_G	50
Obrázek 5. 18 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše TOB_H.....	51
Obrázek 5. 19 Boxplot porovnání variability teplotních rozdílů v prostoru hyporeálu na čtvercové studijní ploše TOB_I.	52
Obrázek 5. 20 Prostorové rozložení boxplotů variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem v prostoru toku na jednotlivých bodech měření série příčných transektů v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019).....	55
Obrázek 5. 21 Boxplot variability rozdílů mezi teplotními daty mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem v jednotlivých měřených bodech podélného transektu v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Měřený bod Z: chybějící data z důvodu chybného měření.	57
Obrázek 6. 1 Graf porovnávající časoprostorovou variabilitu teplotních rozdílů na jednotlivých čtvercových studijních plochách v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Každý	

boxplot obsahuje hodnoty teplotních rozdílů mezi 3 cm a 7 cm hlubokým hyporeálem všech čtyř mikrohabitátů jedné studijní plochy. 59

Obrázek 6. 2 Boxplot porovnávající časoprostorovou variabilitu teplotních rozdílů na jednotlivých čtvercových studijních plochách v podzimním období (22.10.2019-21.11.2019). Každý boxplot obsahuje hodnoty teplotních rozdílů mezi 3 cm a 13 cm hlubokým hyporeálem všech čtyř mikrohabitátů jedné studijní plochy..... 60

10. Seznam tabulek

Tabulka 4. 1 Celková tabulka určených lokalit a jejich označení..... 15

Tabulka 5. 1 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše DOLP_A v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling. 27

Tabulka 5. 2 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše CET_B v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling. 28

Tabulka 5. 3 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_C v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling. 28

Tabulka 5. 4 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_D v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling. 29

Tabulka 5. 5 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_E v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling. 29

Tabulka 5. 6 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_F v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling.	30
Tabulka 5. 7 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_G v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling.	30
Tabulka 5. 8 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_H v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling.	31
Tabulka 5. 9 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-7cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_I v letním období (4.8.2019 - 1.9.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, U/D – větší část pozorovaného období přítomen upwelling, mění se na downwelling, D/U - větší část pozorovaného období přítomen downwelling, mění se na upwelling.	31
Tabulka 5. 10 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše DOLP_A v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chyby měření.	36
Tabulka 5. 11 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše CET_B v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.	36
Tabulka 5. 12 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_C v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.	37
Tabulka 5. 13 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše STIEG_D v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.	37
Tabulka 5. 14 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm. Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové	

studijní ploše STIEG_E v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,.....	38
Tabulka 5. 15 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm.Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_F v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,.....	38
Tabulka 5. 16 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm.Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše EISEN_G podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,.....	39
Tabulka 5. 17 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm.Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_H v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,.....	39
Tabulka 5. 18 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a 0-3cm.Vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na čtvercové studijní ploše TOB_I v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling,.....	40
Tabulka 5. 19 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše DOLP_A. Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chyby měření.	44
Tabulka 5. 20 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše CET_B. Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chyby měření.	45
Tabulka 5. 21 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše STIEG_C. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	46
Tabulka 5. 22 : Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše STIEG_D. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	47
Tabulka 5. 23 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše STIEG_E. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	48
Tabulka 5. 24 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše EISEN_F. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	49
Tabulka 5. 25 Porovnání změn výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše EISEN_G. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	50

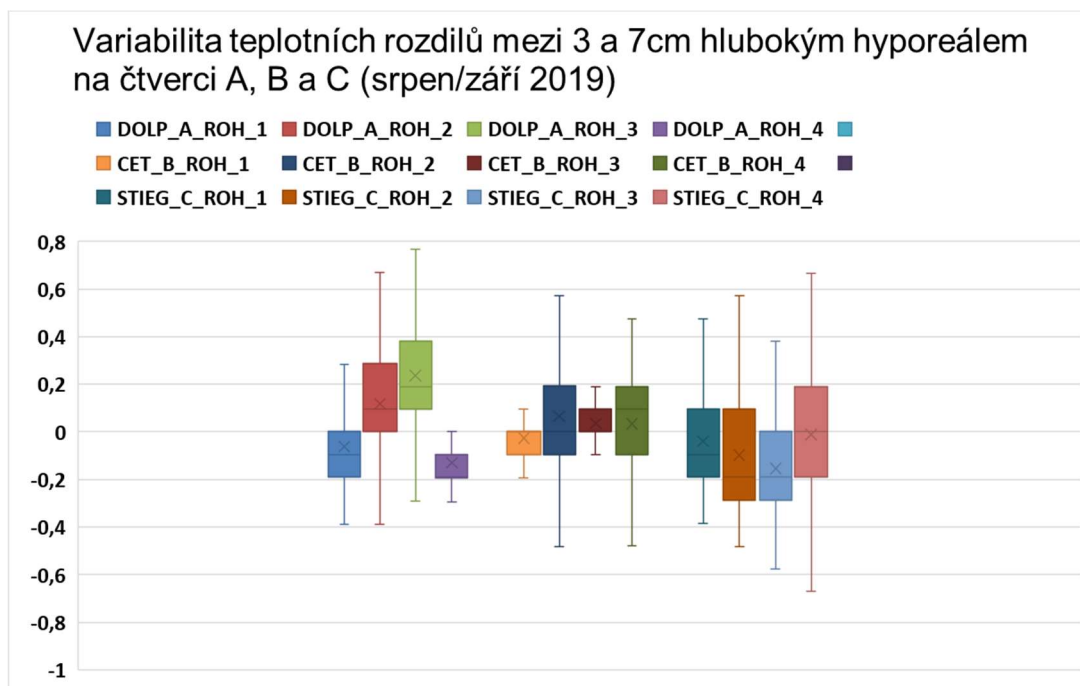
Tabulka 5. 26 Porovnání výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše TOB_H. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	51
Tabulka 5. 27 Porovnání výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem mezi letním a podzimním měřením na čtvercové studijní ploše TOB_I. Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	52
Tabulka 5. 28 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a vyhodnocení druhu výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem na bodech měření příčných transektů v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling.....	54
Tabulka 5. 29 Přehled statistických veličin teplotních rozdílů mezi hloubkami dna 3-13cm a vyhodnocení druhů výměny vody v prostoru koryta s hyporeálem v jednotlivých bodech podélného transektu v podzimním období (22.10.2019 - 21.11.2019). Legenda: U – upwelling, D – downwelling, X – chybějící data z důvodu chybného měření.	56

11. Seznam příloh

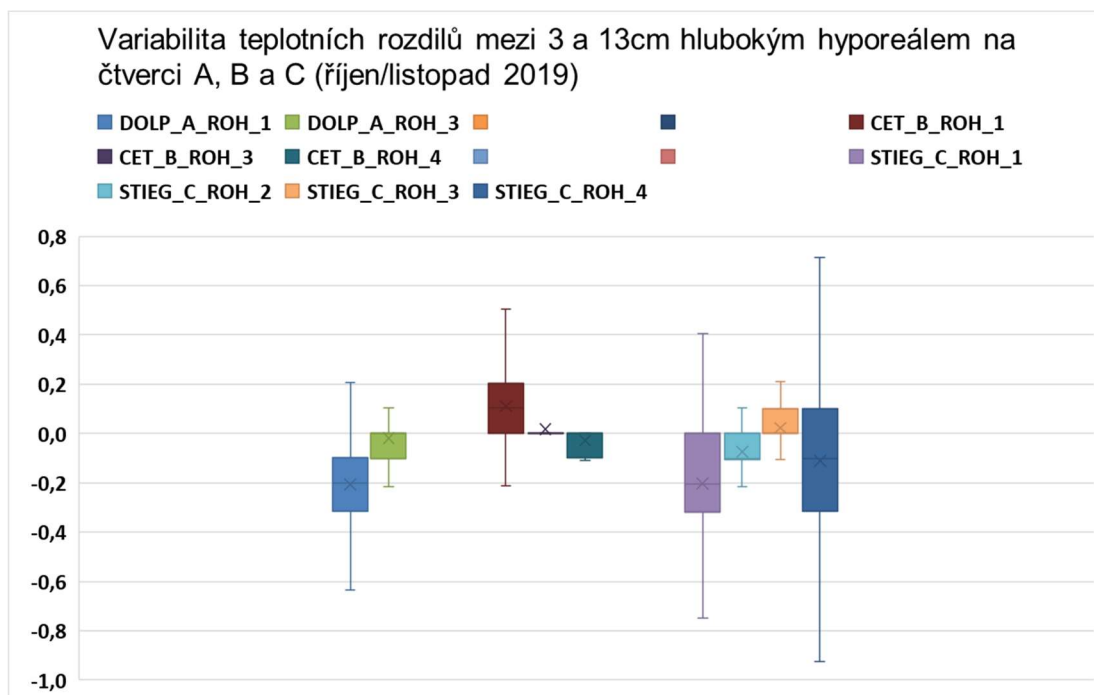
Příloha 1: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch DOLP_A, CET_B a STIEG_C vynesené do boxplotu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).....	75
Příloha 2: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch DOLP_A, CET_B a STIEG_C vynesené do boxplotu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).....	75
Příloha 3: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch STIEG_D, STIEG_E a EISEN_F vynesené do boxplotu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).....	76
Příloha 4: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch STIEG_D, STIEG_E a EISEN_F vynesené do boxplotu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).....	76
Příloha 5: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch EISEN_G, TOB_H a TOB_I vynesené do boxplotu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).....	77
Příloha 6: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch EISEN_G, TOB_H a TOB_I vynesené do boxplotu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).....	77
Příloha 7: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy DOLP_A ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesená do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).....	78
Příloha 8: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy DOLP_A ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesená do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).....	79
Příloha 9: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy CET_B ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesená do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).....	80
Příloha 10: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy CET_B ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesená do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).....	81
Příloha 11: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_C ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesená do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).....	82
Příloha 12: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_C ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesená do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).....	83

Příloha 13: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_D ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).	84
Příloha 14: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_D ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).	85
Příloha 15: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_E ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).	86
Příloha 16: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_E ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).	87
Příloha 17: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_F ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).	88
Příloha 18: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_F ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).	89
Příloha 19: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_G ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).	90
Příloha 20: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_G ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).	91
Příloha 21: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_H ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).	92
Příloha 22: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_H ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).	93
Příloha 23: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_I ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).	94
Příloha 24: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_I ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).	95

12. Přílohy

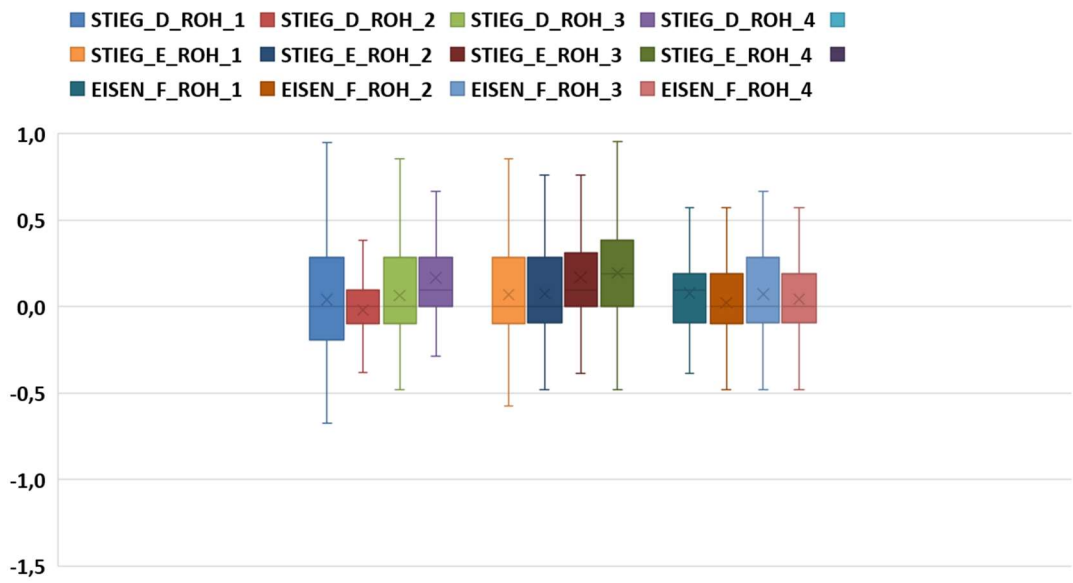


Příloha 1: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch DOLP_A, CET_B a STIEG_C vynesené do boxplotu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



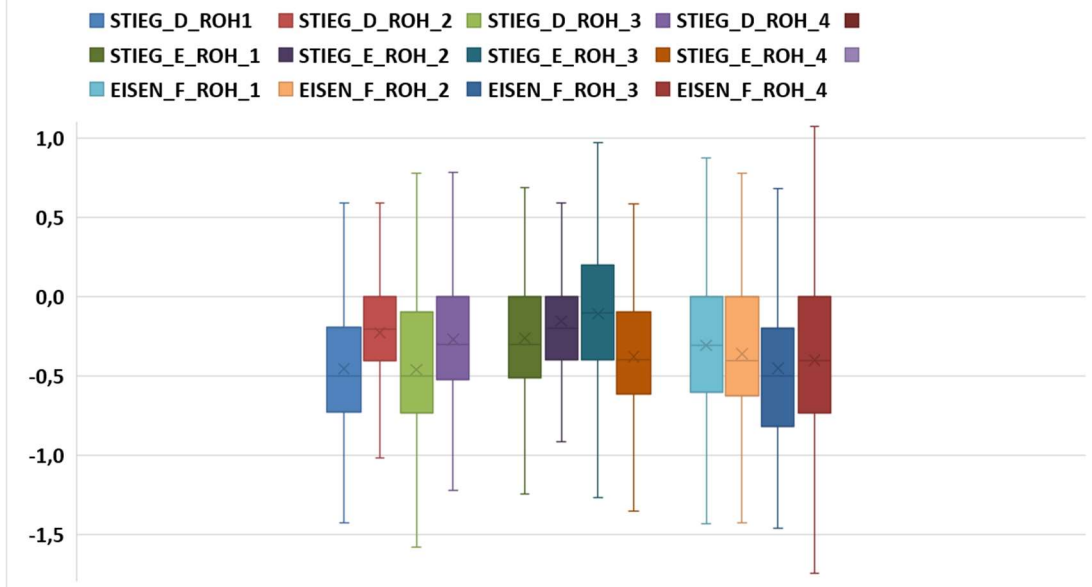
Příloha 2: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch DOLP_A, CET_B a STIEG_C vynesené do boxplotu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).

Variabilita teplotních rozdílů mezi 3 a 7cm hlubokým hyporeálem na čtverci D, E a F (srpen/září 2019)

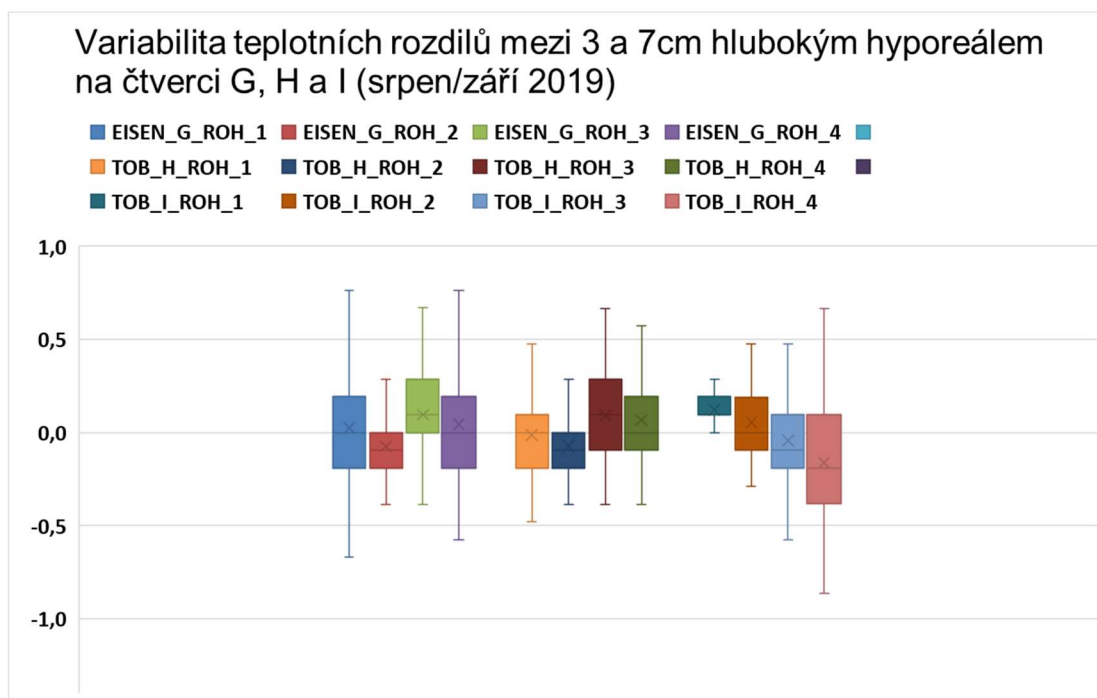


Příloha 3: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch STIEG_D, STIEG_E a EISEN_F vynesené do boxplotu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).

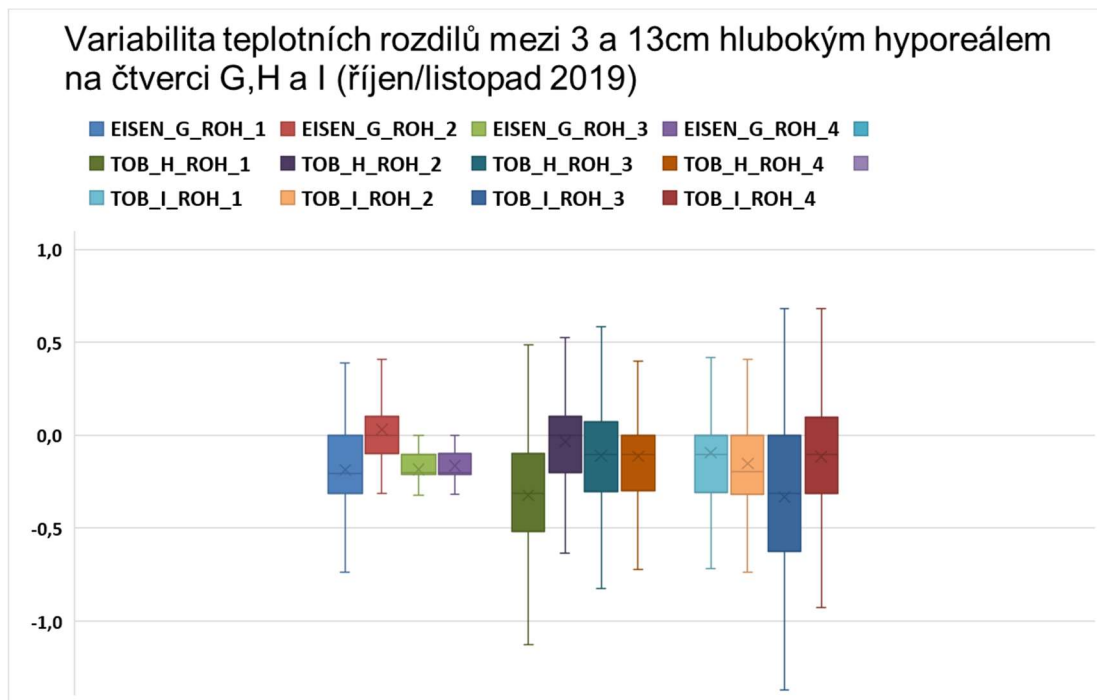
Variabilita teplotních rozdílů mezi 3 a 13cm hlubokým hyporeálem na čtverci D,E a F (říjen/listopad 2019)



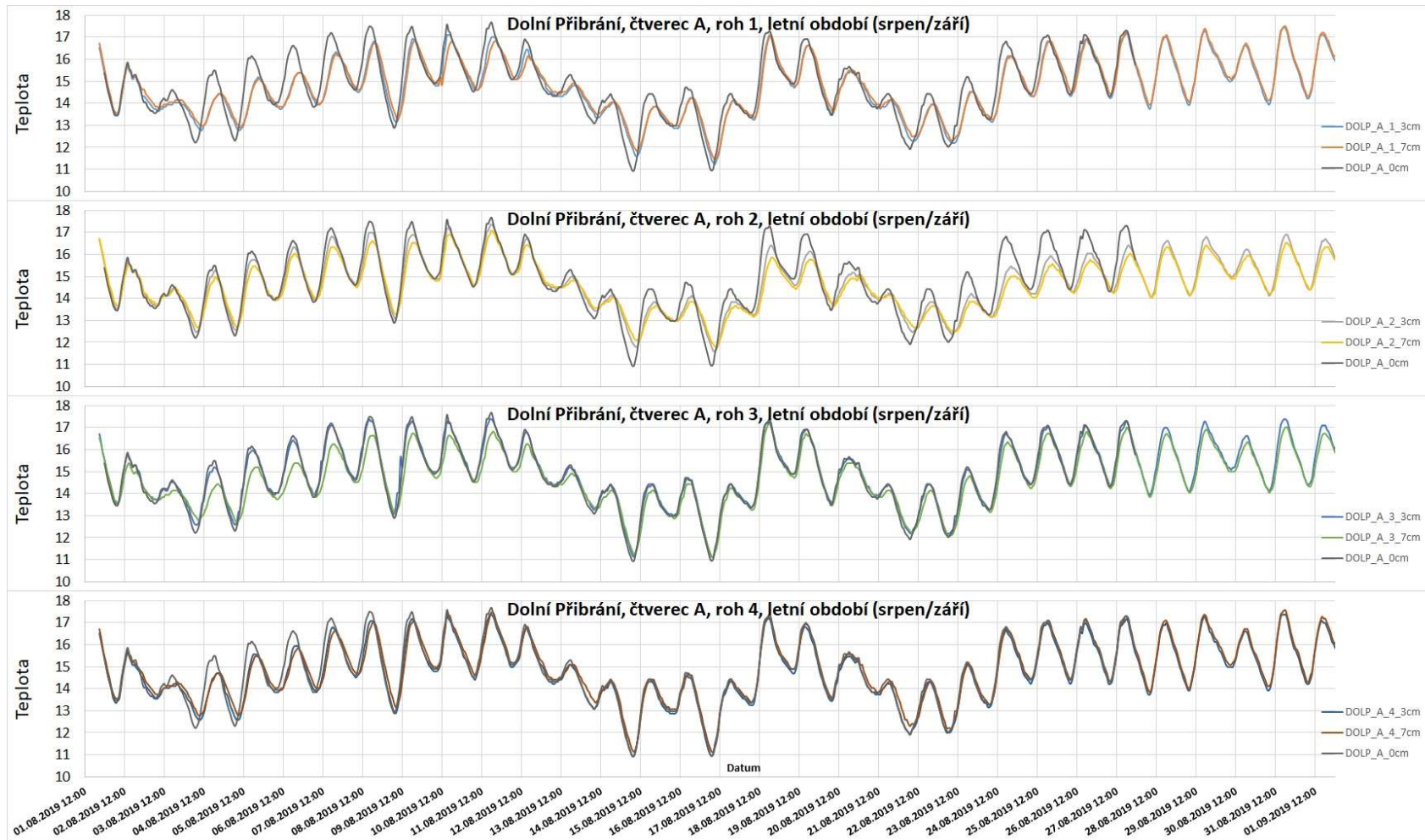
Příloha 4: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studijních ploch STIEG_D, STIEG_E a EISEN_F vynesené do boxplotu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



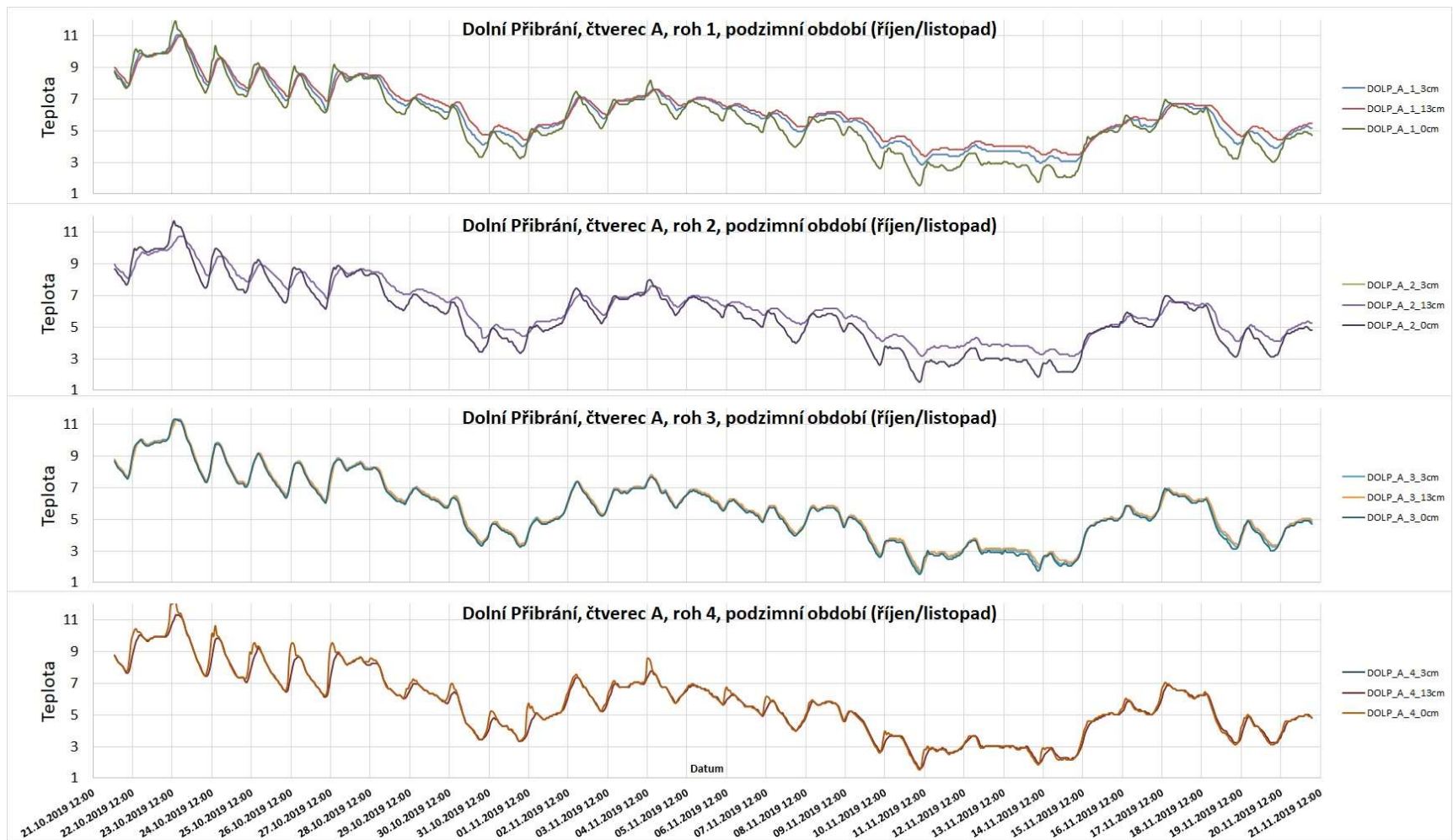
Příloha 5: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studjních ploch EISEN_G, TOB_H a TOB_I vynesené do boxplotu (letní období v trvání 4.8.2019 -1.9.2019).



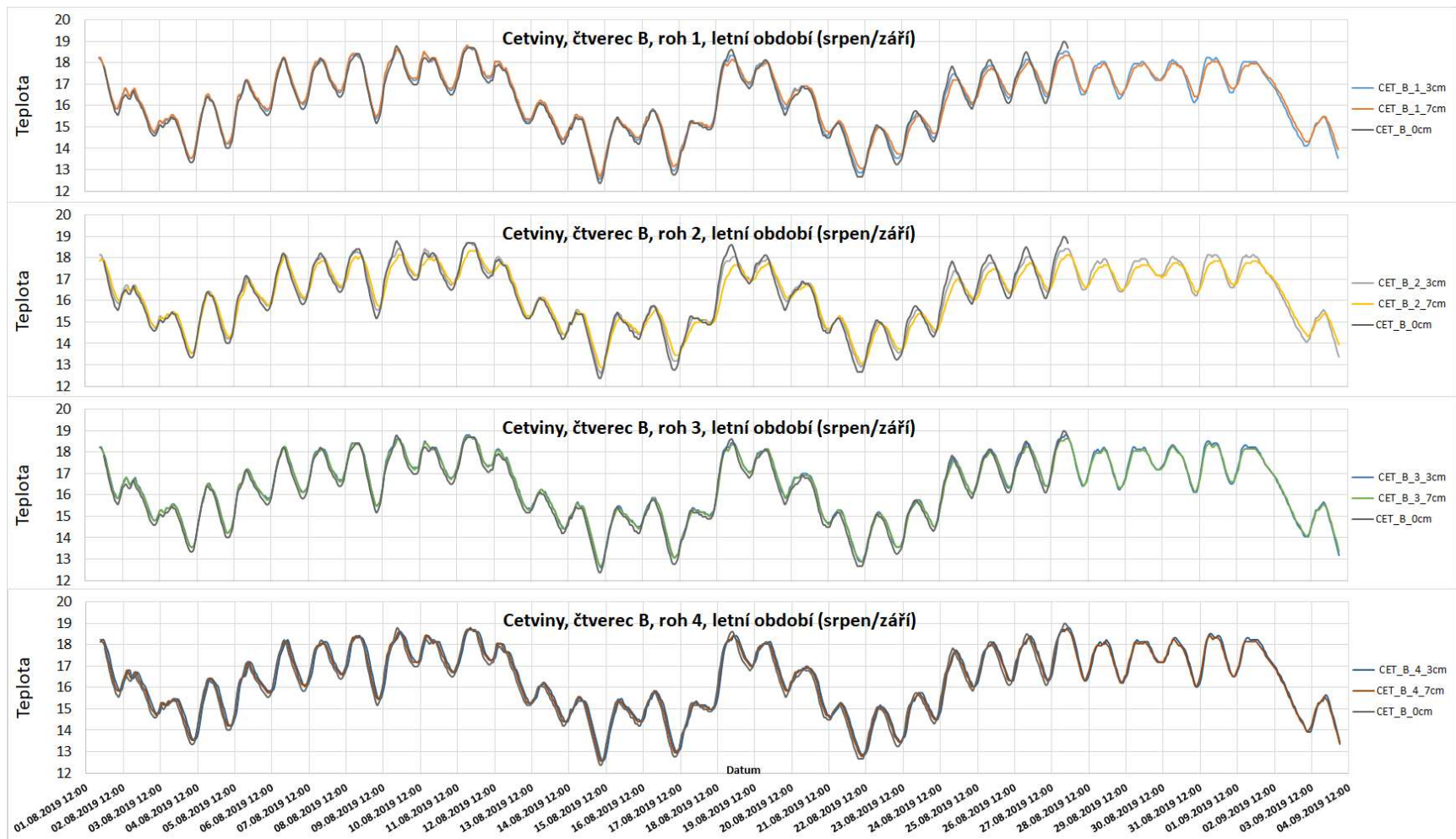
Příloha 6: Teplotní rozdíly mezi hloubkami 3 cm a 7 cm z jednotlivých rohů čtvercových studjních ploch EISEN_G, TOB_H a TOB_I vynesené do boxplotu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



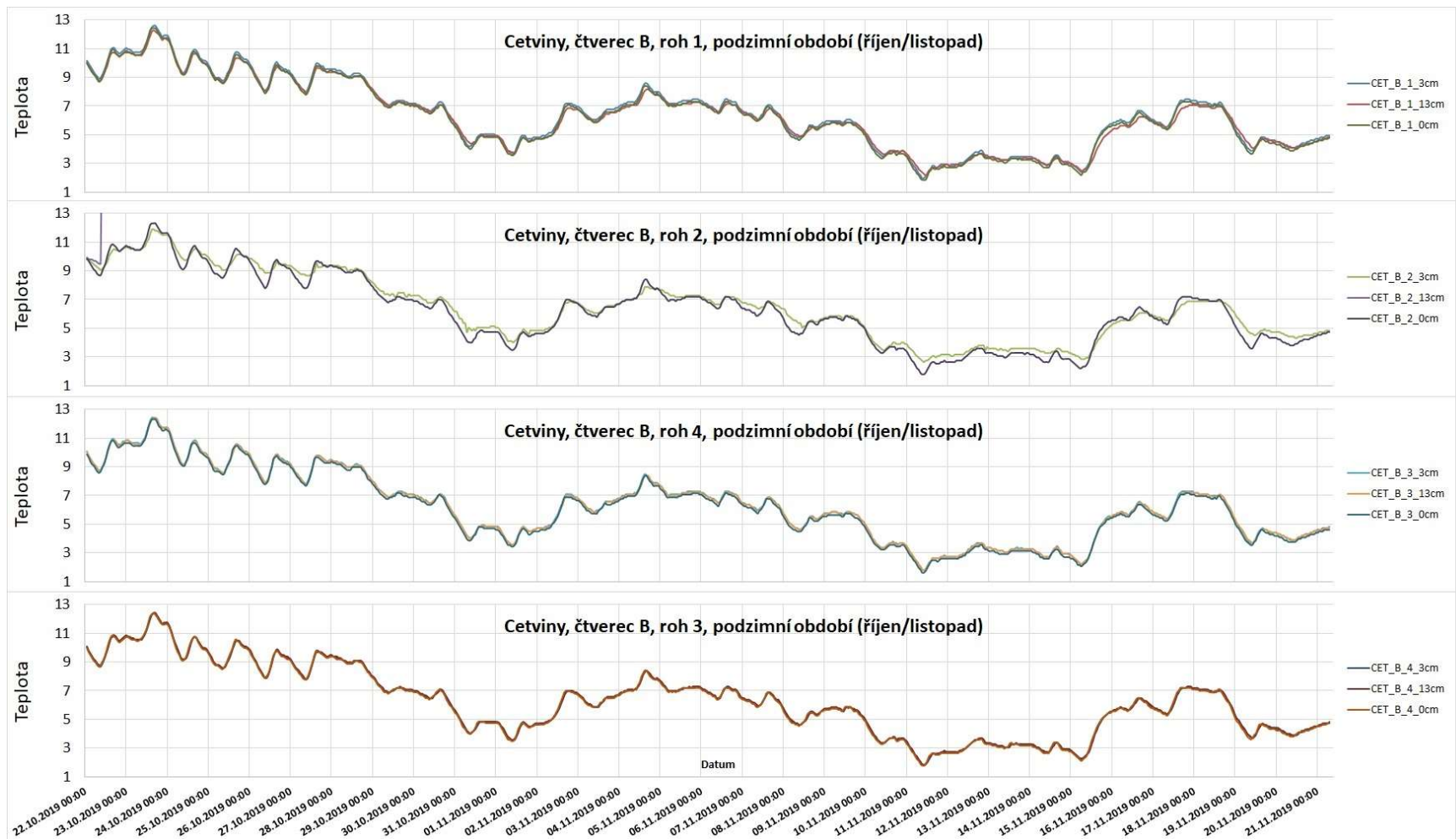
Příloha 7: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy DOLP_A ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



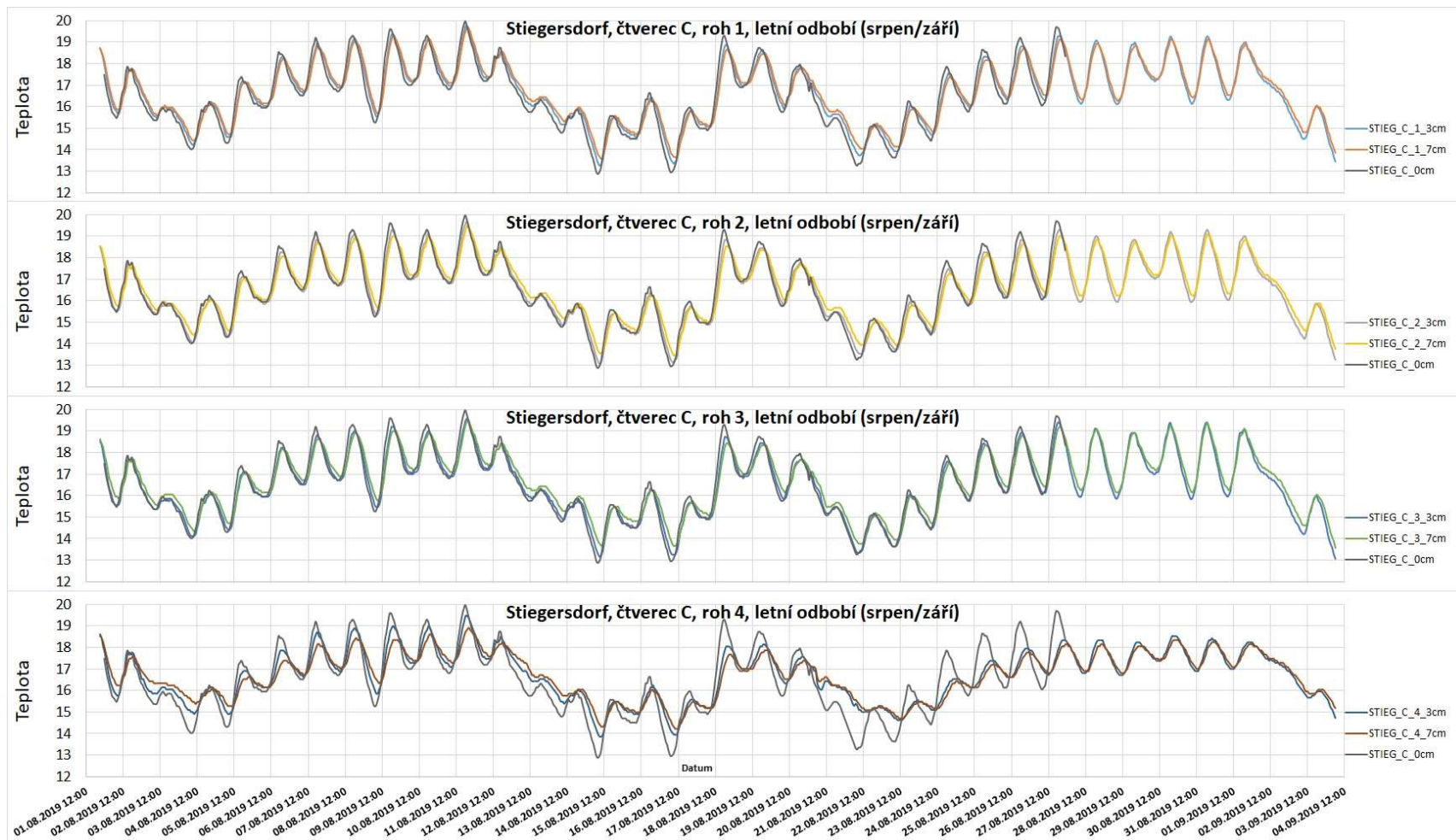
Příloha 8: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy DOLP_A ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



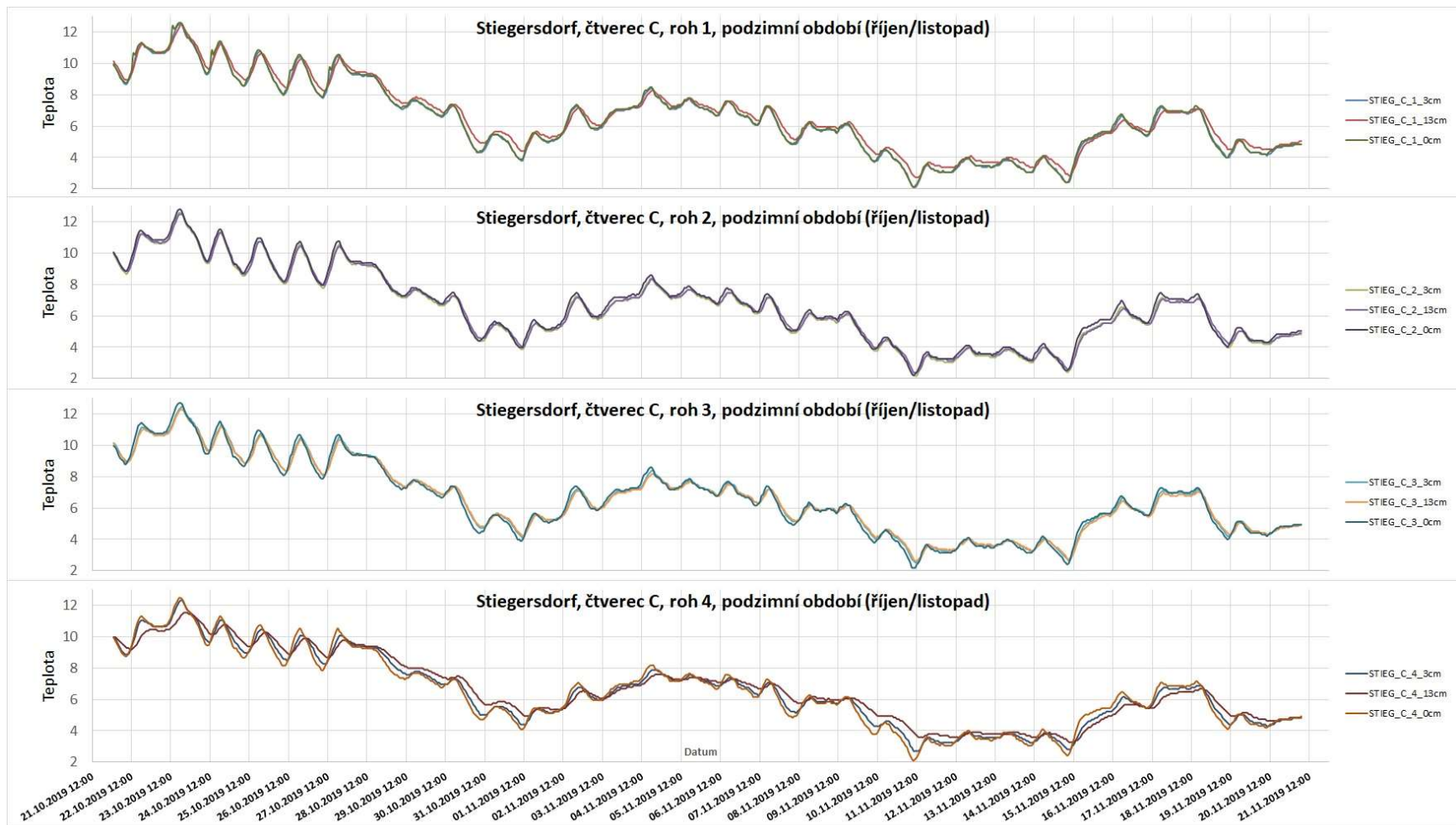
Příloha 9: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy CET_B ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



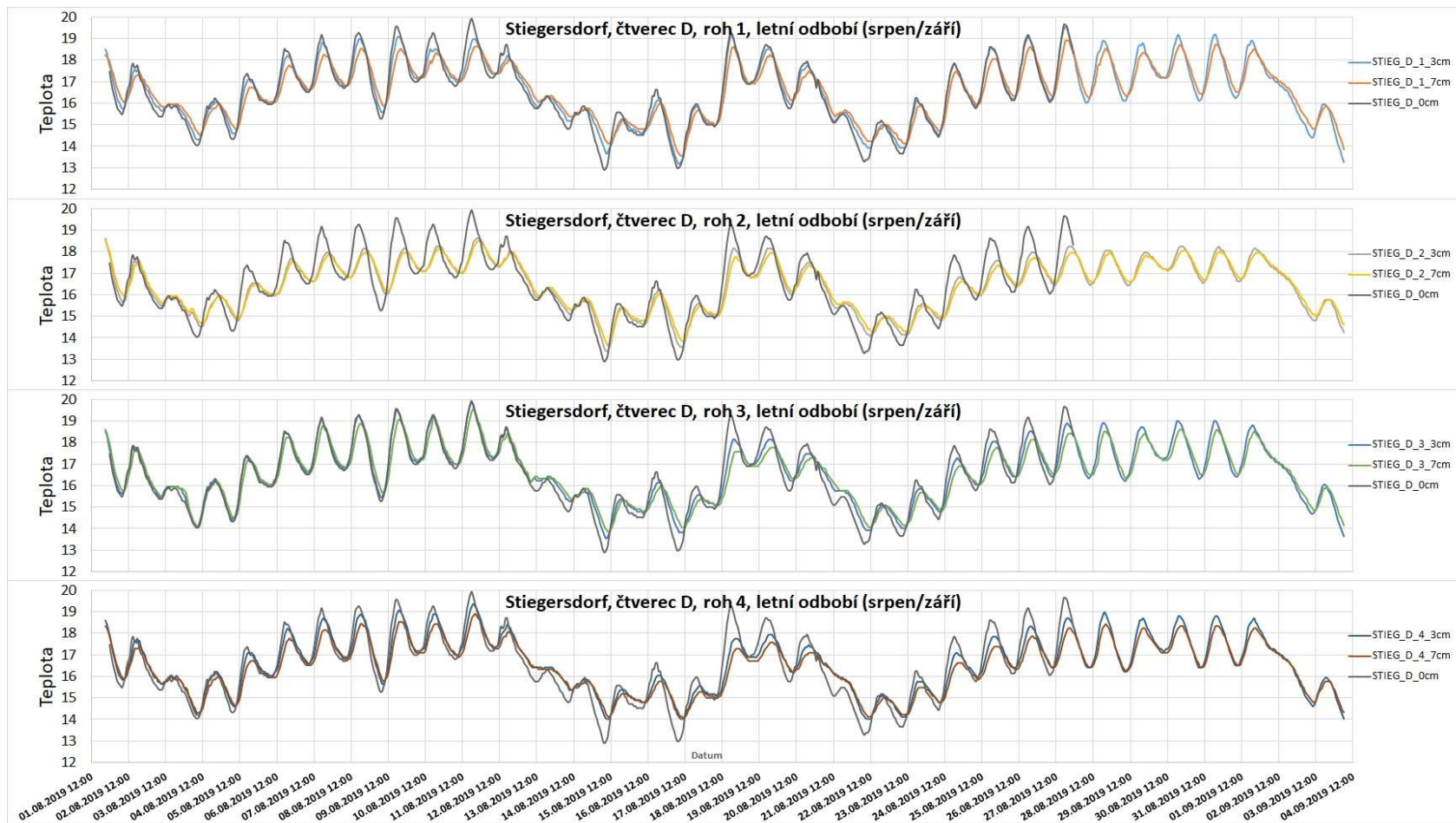
Příloha 10: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy CET_B ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



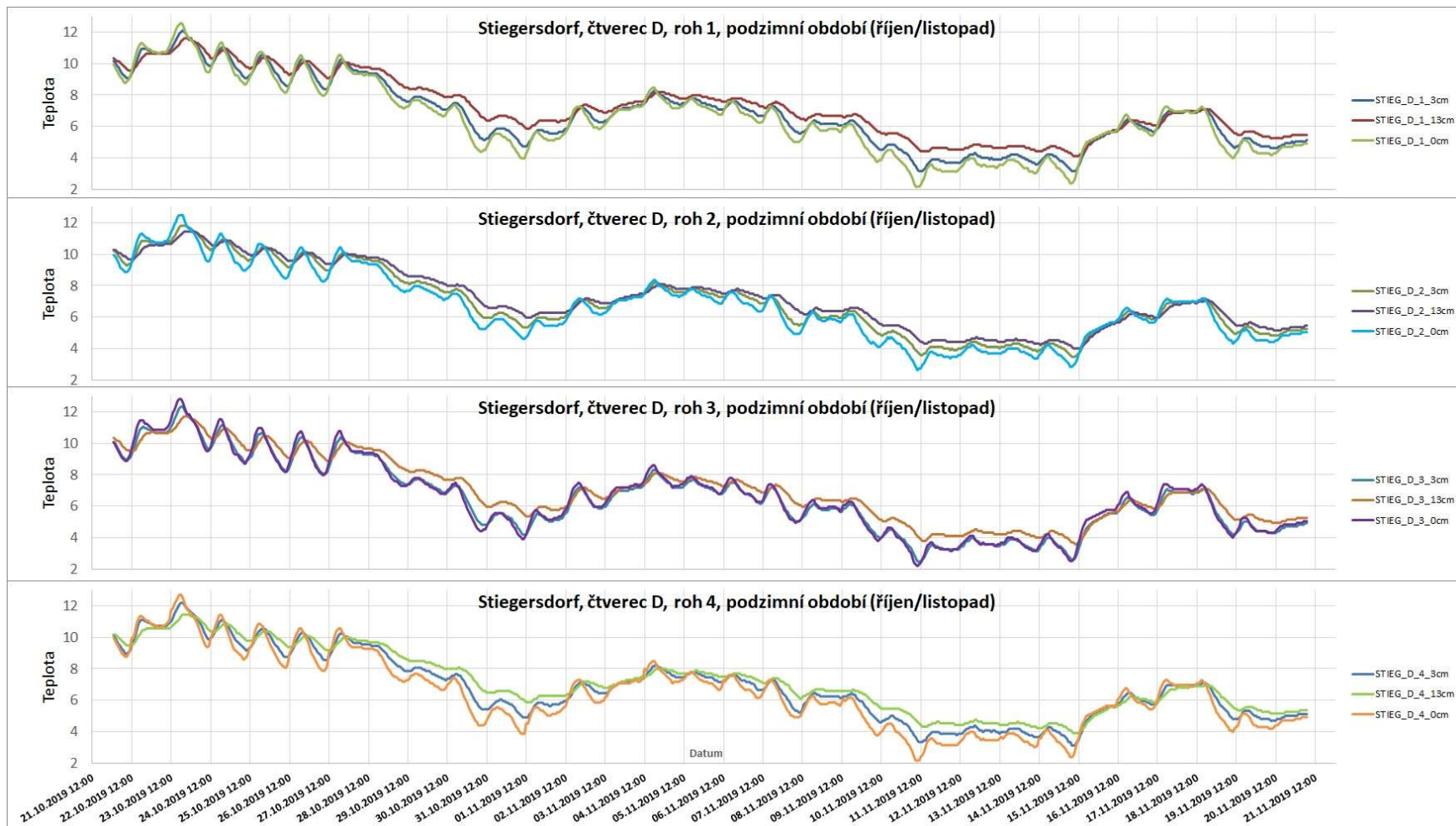
Příloha 11: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_C ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



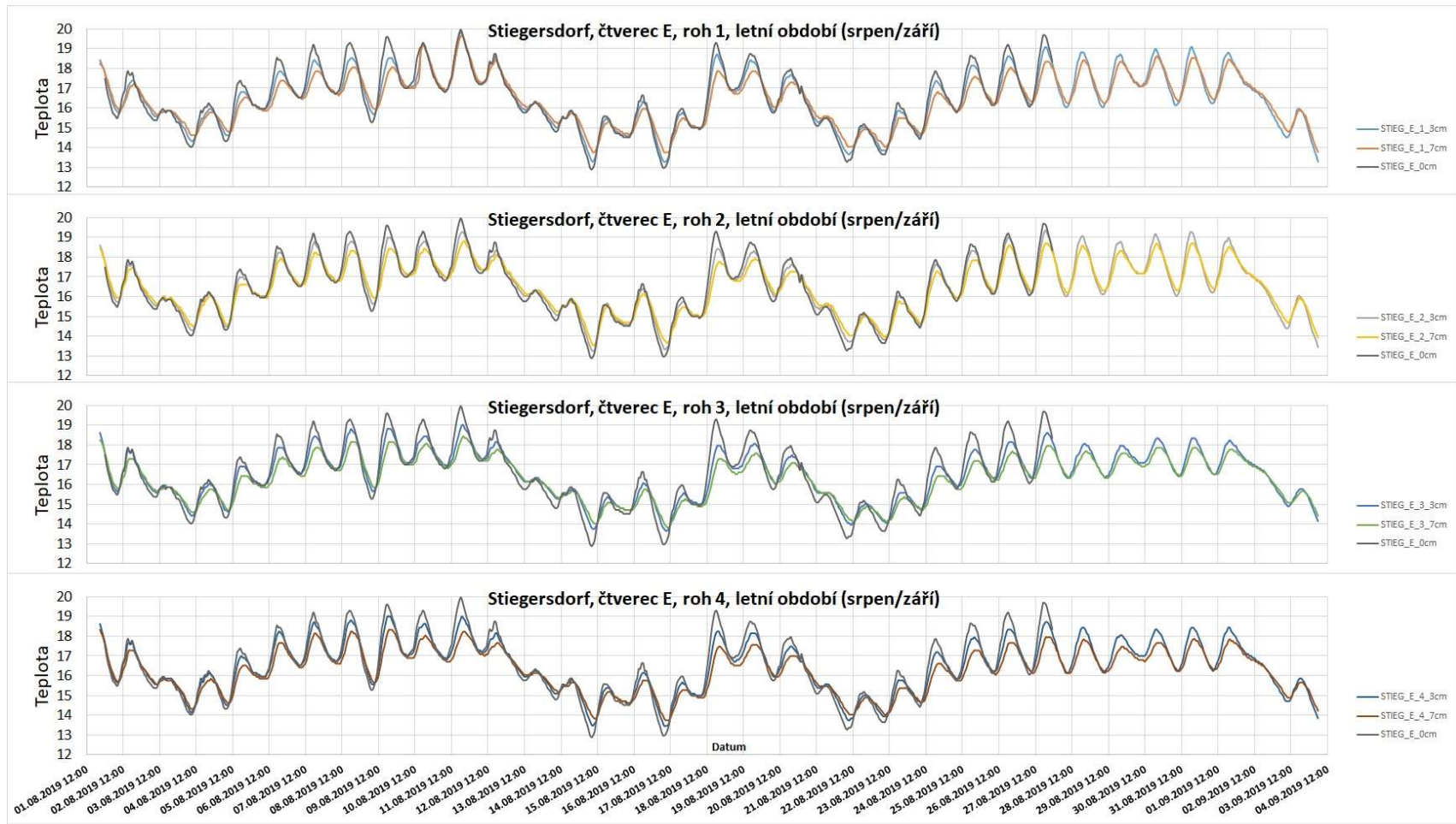
Příloha 12: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_C ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



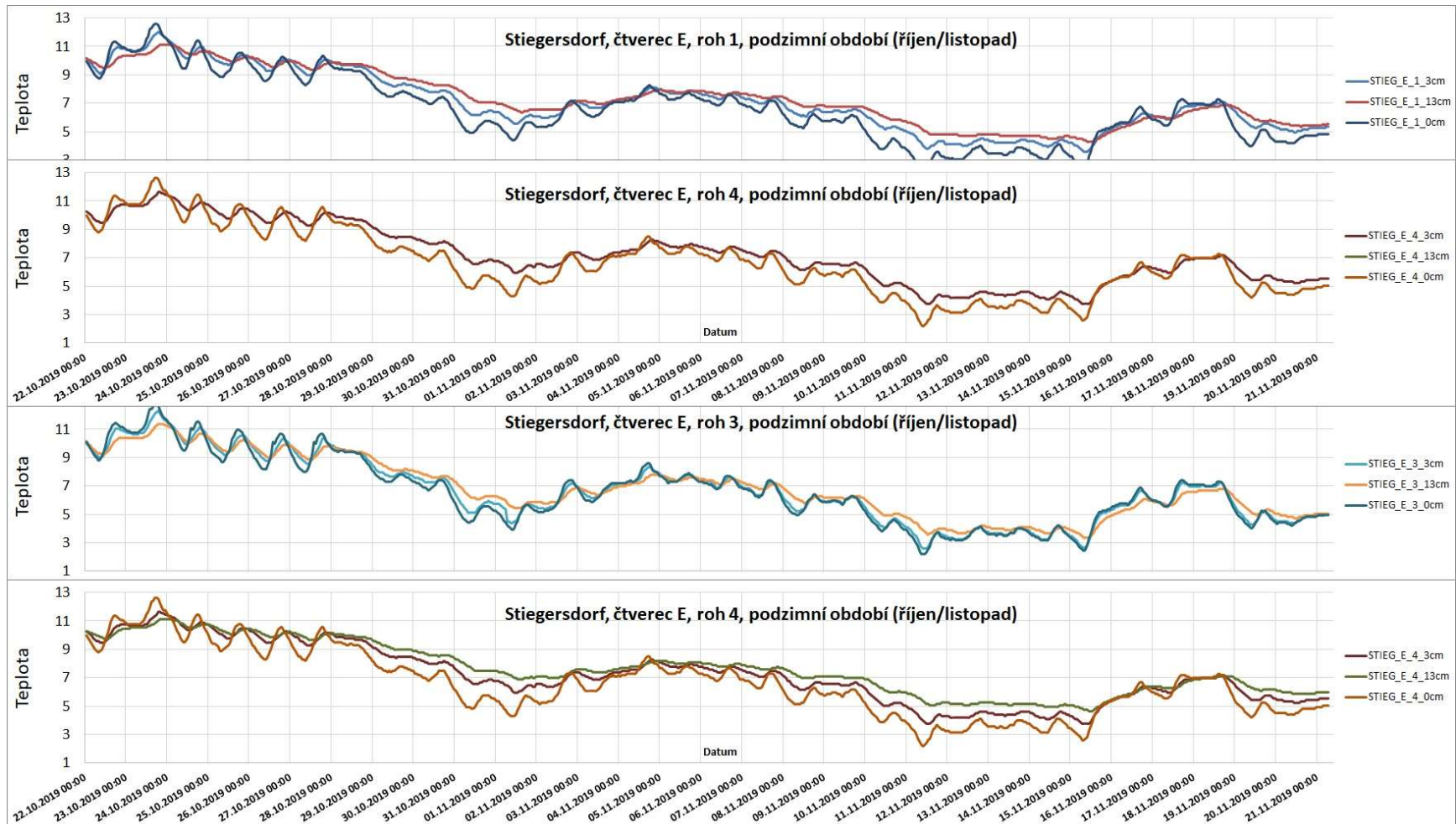
Příloha 13: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_D ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



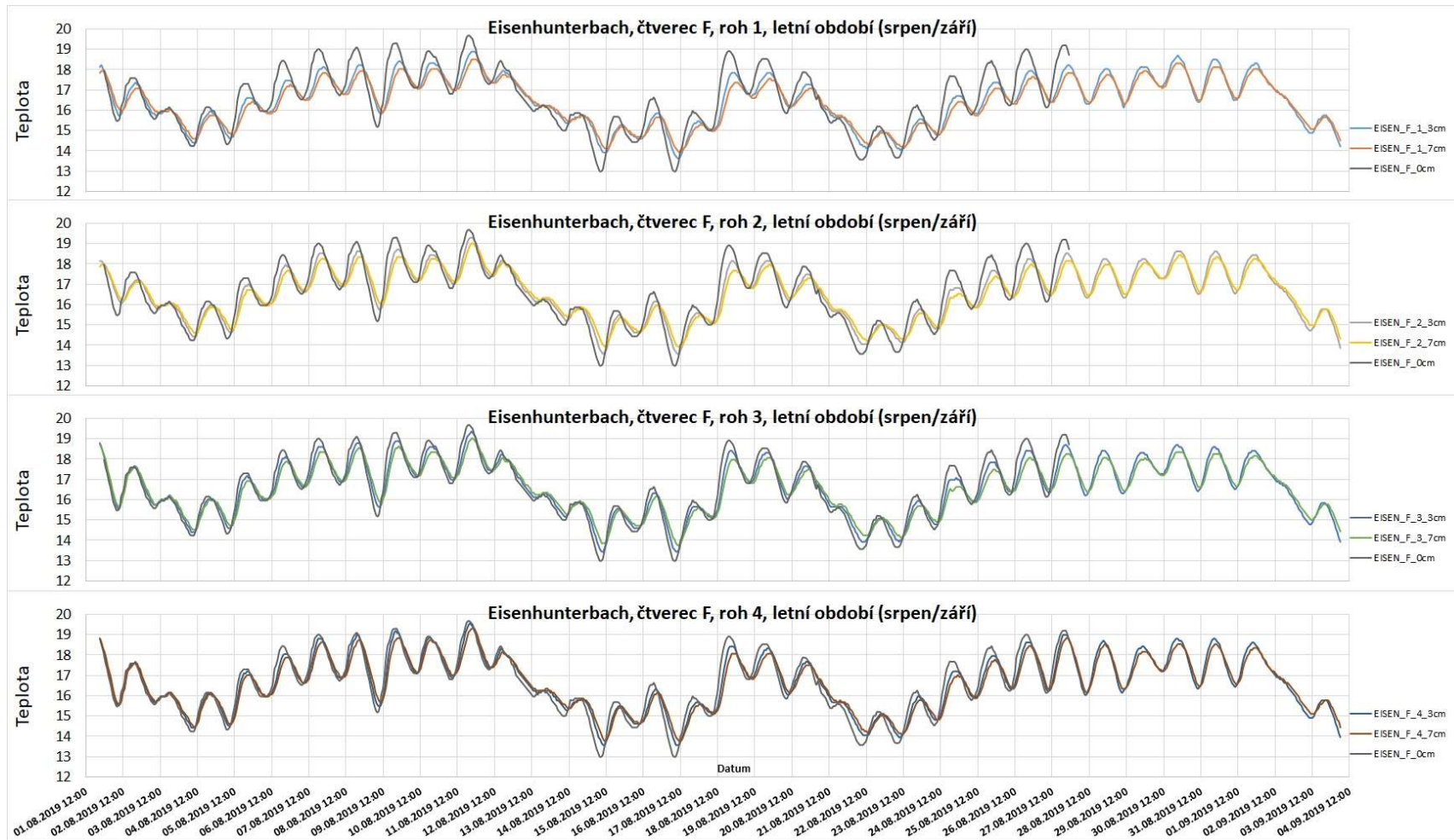
Příloha 14: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_D ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



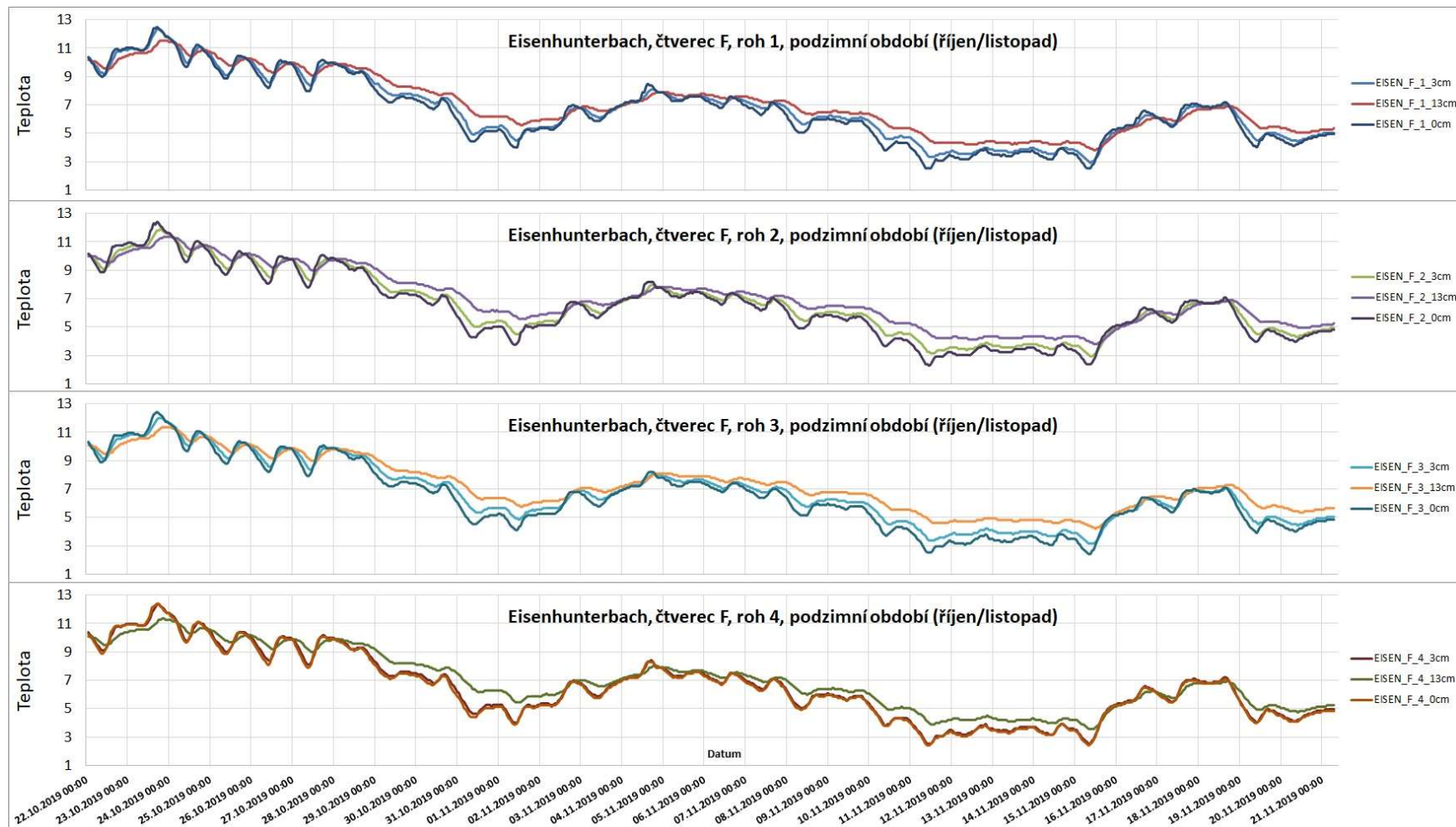
Příloha 15: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_E ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



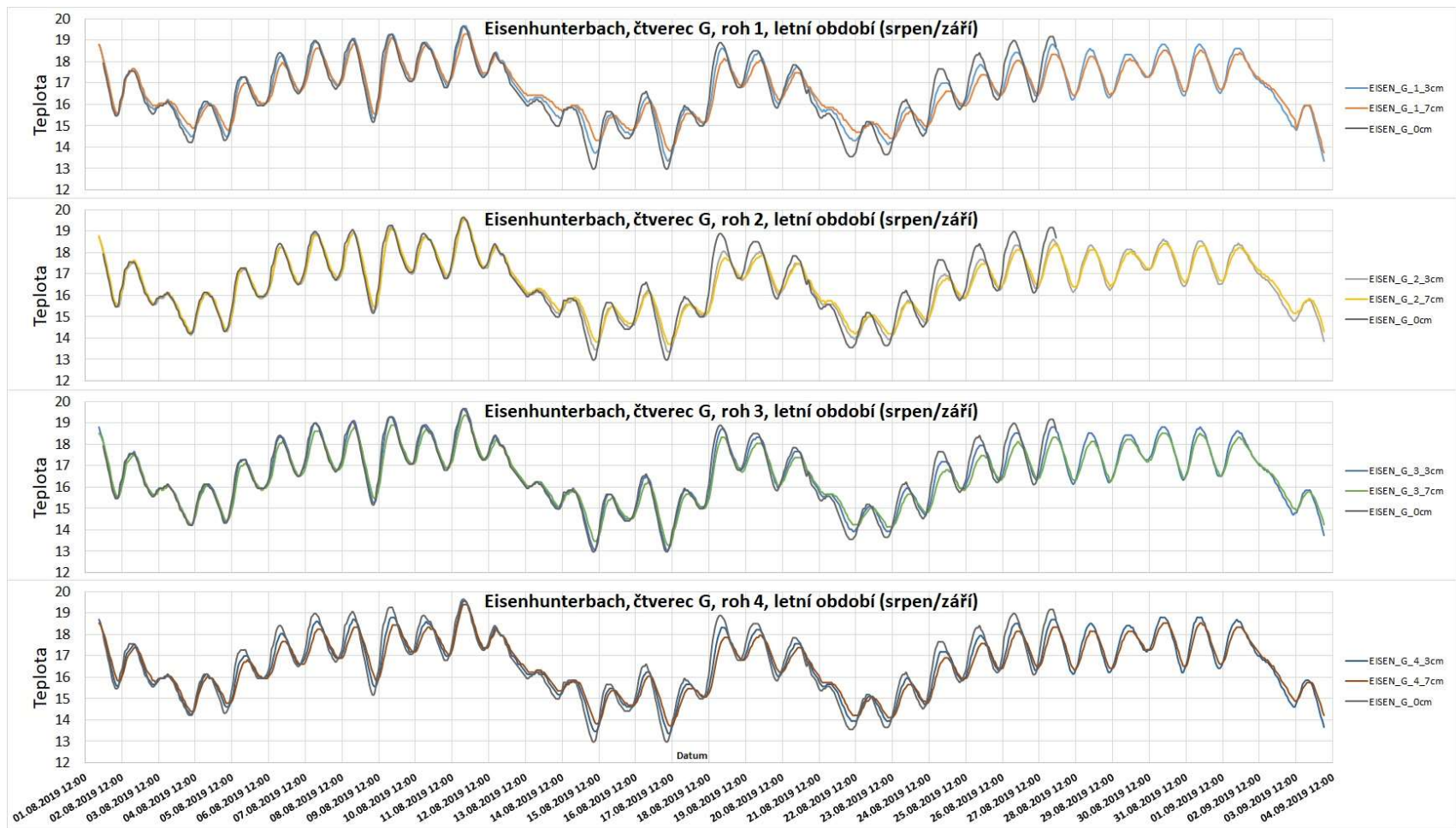
Příloha 16: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy STIEG_E ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



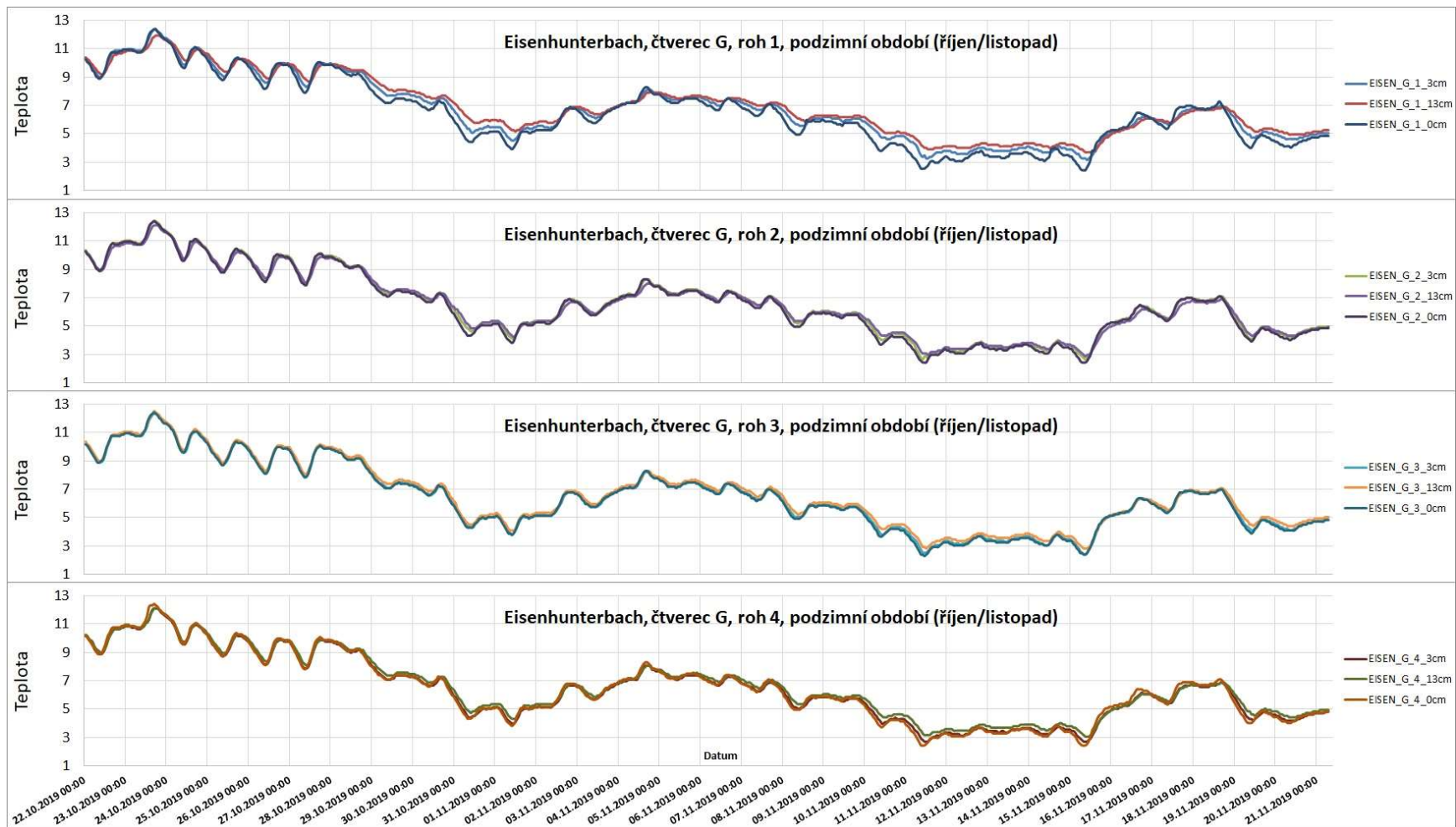
Příloha 17: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_F ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



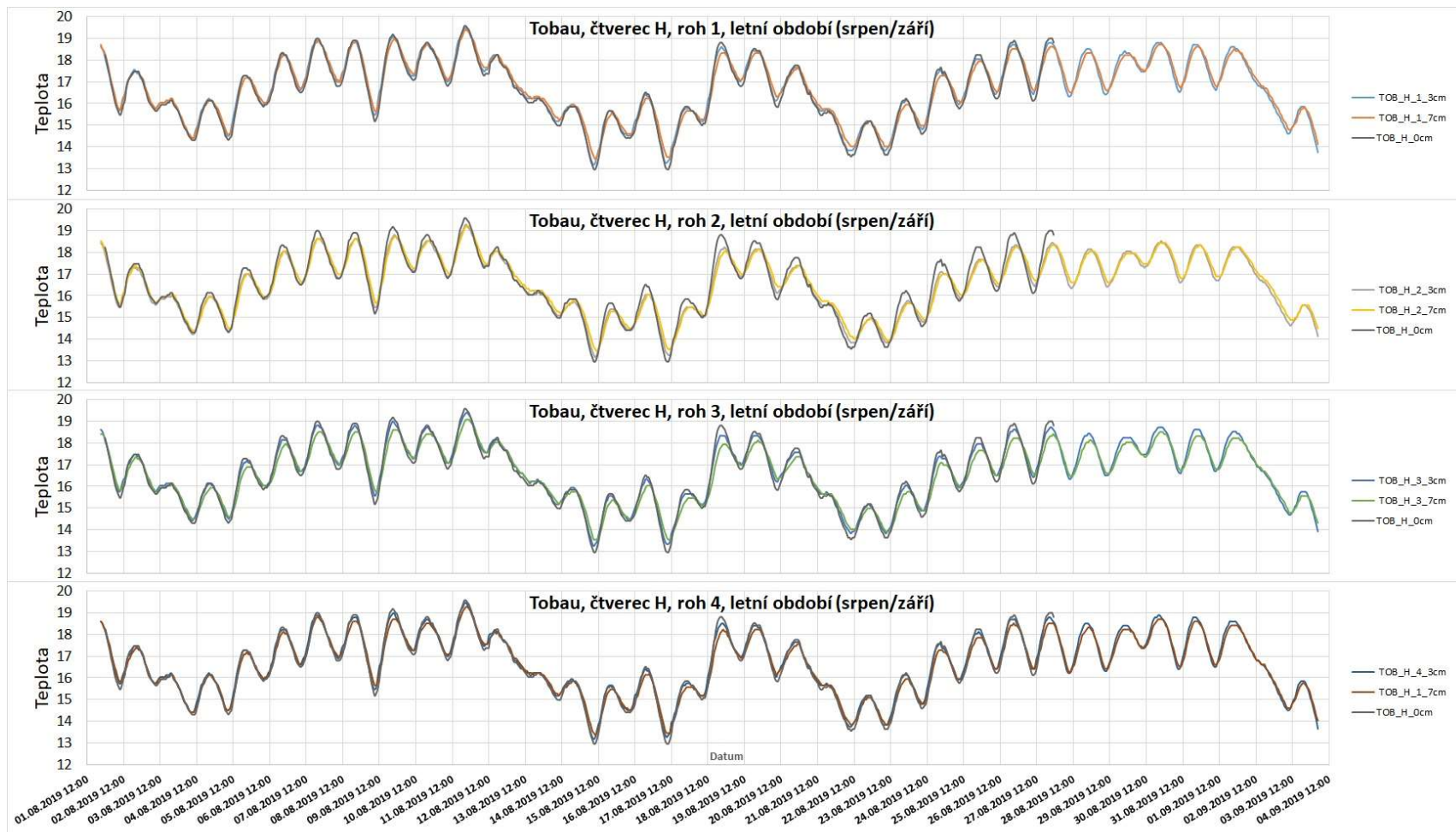
Příloha 18: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_F ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



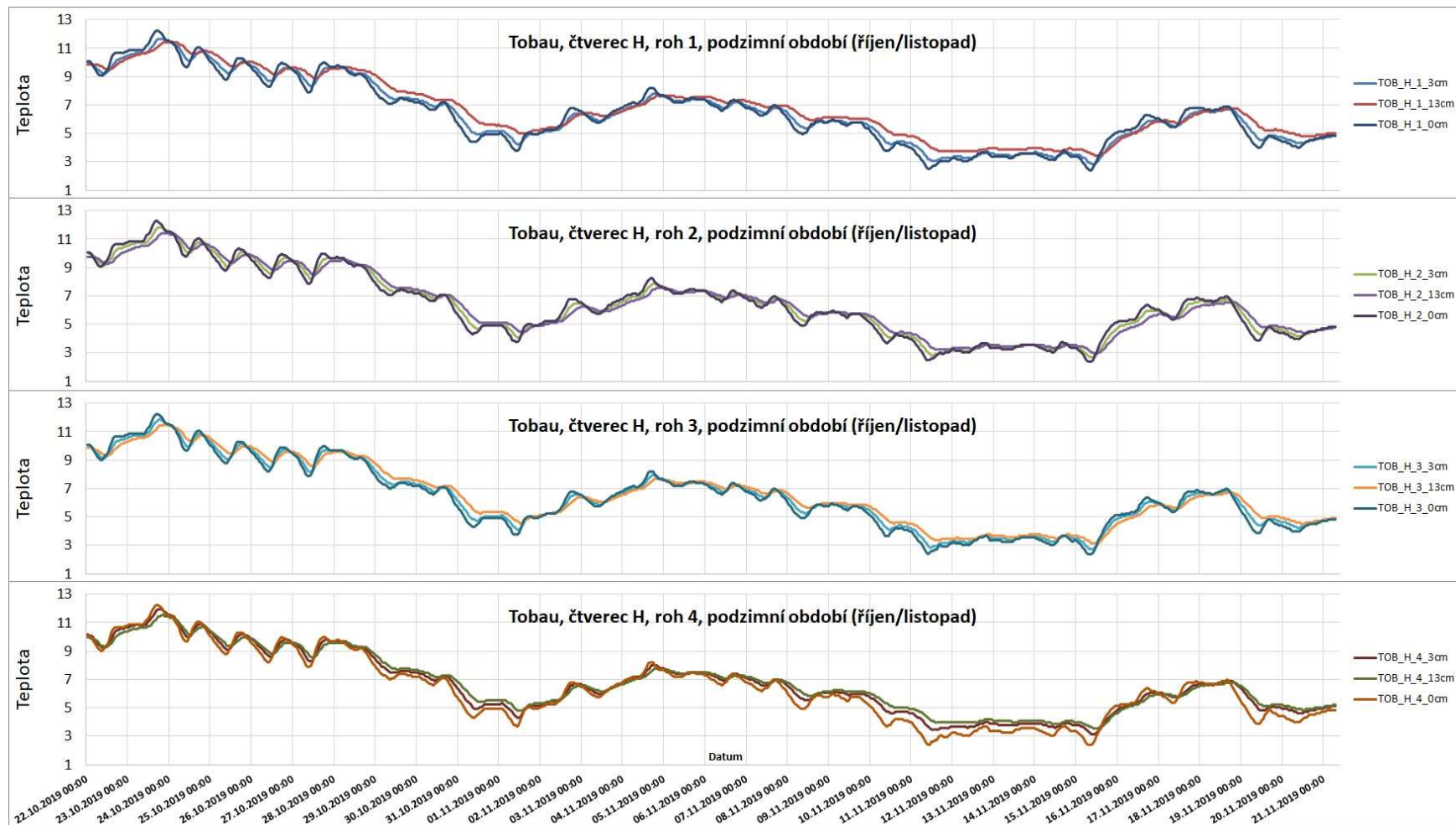
Příloha 19: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_G ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



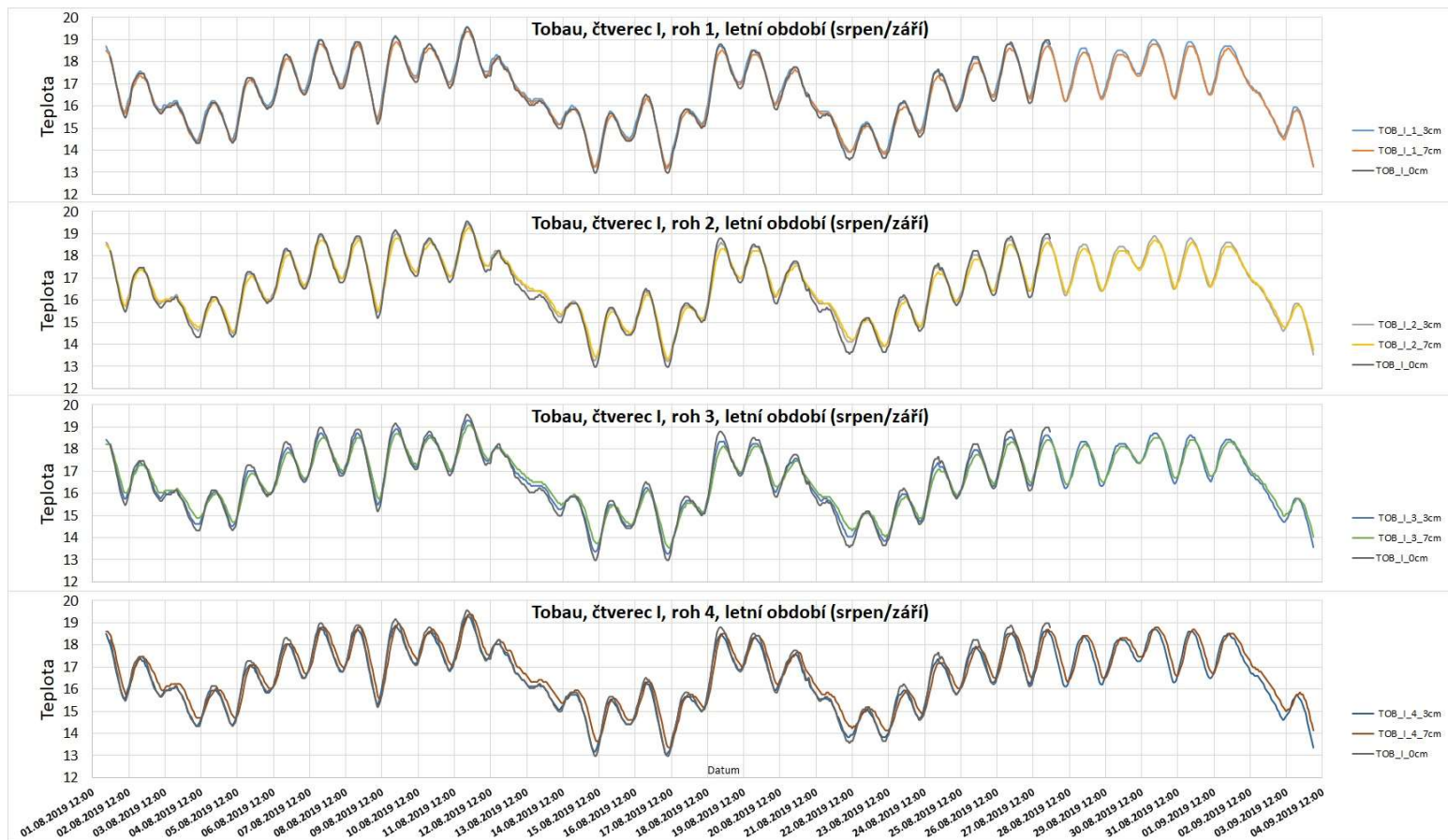
Příloha 20: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy EISEN_G ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



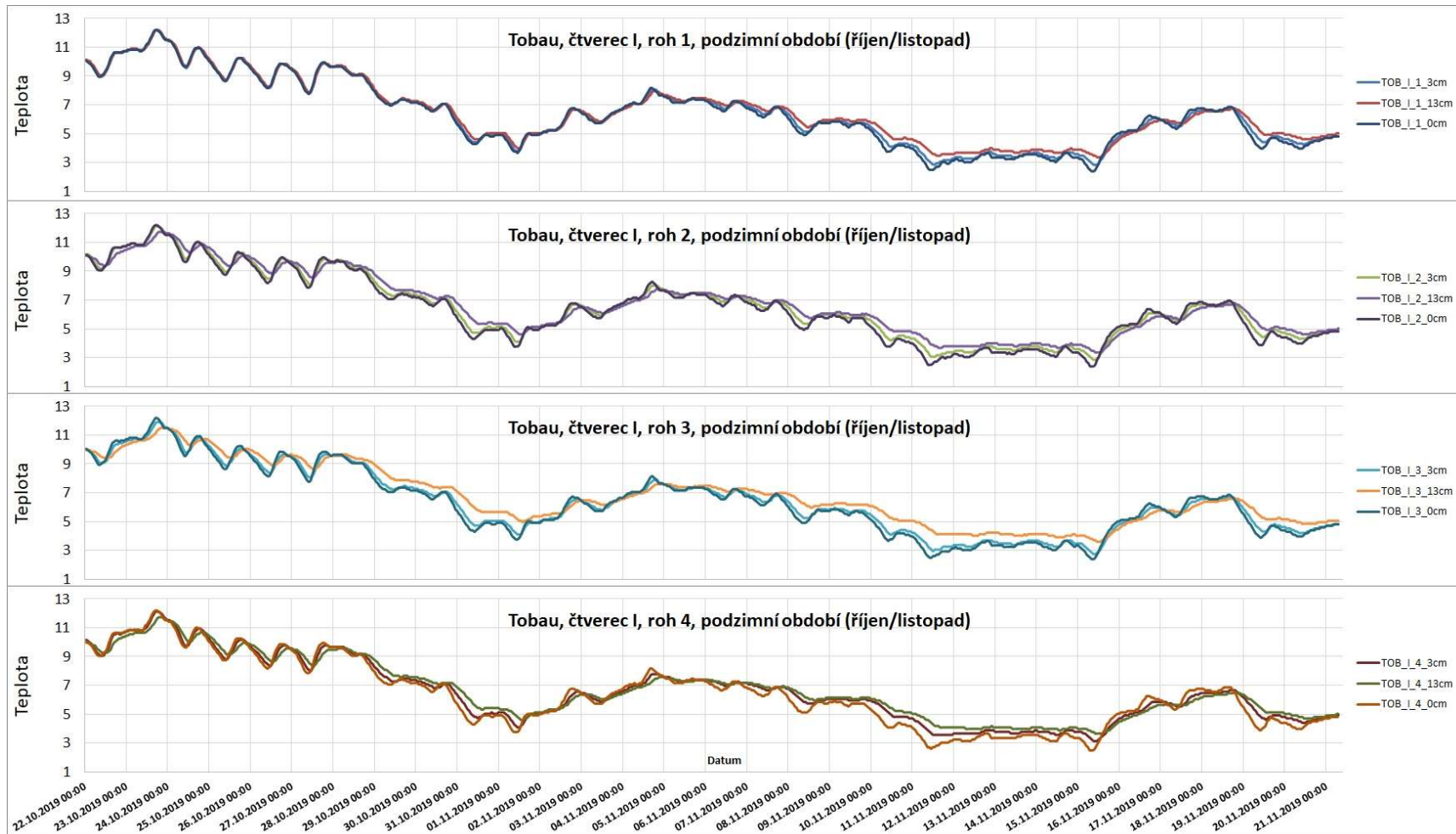
Příloha 21: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_H ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



Příloha 22: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_H ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).



Příloha 23: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_I ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (letní období v trvání 4.8.2019 - 1.9.2019).



Příloha 24: Teplotní data z jednotlivých rohů čtvercové studijní plochy TOB_I ve třech hloubkách (0 cm, 3 cm a 7 cm) vynesena do liniového grafu (podzimní období v trvání 22.10.2019 - 21.11.2019).

Příloha 25: Stručný popis metodiky bioindikační testování

K bioindikačnímu testování jsou využíváni juvenilní jedinci perlorodky říční z polopřirozeného odchovu. Po vyfotografování jedinců s měřítkem jsou jedinci vloženy do upravených Buddensiekových bioindikačních destiček (viz Obr. 4.1). Každá destička má několik řad otvorů pro vložení juvenilních jedinců, sadu teploměrů a hadičky pro snadné čerpání vody z určité hloubky a její následné fyzikálně – chemické analýzy. Po vložení jedinců do otvorů představujících budoucí hloubku 3 cm a 7 cm a po instalaci teploměrů a hadiček následuje expozice destičky v hyporeálu. Po uplynutí doby expozice se destička vyzvedne a juvenilní jedinci se znovu vyfotografují. Pokud mají jedinci otevřenou, či narušenou schránku, jsou bez aktivního pohybu, nebo mají vystrčenou svalnatou nohu, jsou vyhodnoceni jako uhynulí. Bioindikační testování trvalo destiček trvala od 4.8.2019 do 1.9.2019, spolu s letním měřením teplotních dat na čtvercových studijních plochách (Černá 2017, Bílý *et* Simon 2019, ústní sdělení.