

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



Analýza kontinuálních teplotních dat v tocích zvláště chráněných území
s výskytem perlorodky říční

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Mgr. Ondřej Simon, Ph.D.

Diplomand: Bc. Tomáš Ryšavý

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Tomáš Ryšavý

Inženýrská ekologie
Ochrana přírody

Název práce

Analýza kontinuálních teplotních dat v tocích zvláště chráněných území s výskytem perlorodky říční

Název anglicky

Continuous temperature data analysys in nature reserves rivers with freshwater pearl mussel occurrence

Cíle práce

Zpracovat rešerši zaměřenou na jedinou českou lokalitu se zaznamenaným rozmnožováním perlorodky říční (PP Horní Malše) s ohledem na limitující vliv extrémních teplot.

Analyzovat dostupné dlouhodobé časové teplotní sady s ohledem na biotop perlorodky říční.

Analyzovat zimní teploty v perlorodkovém toku.

Diskutovat management na ovlivnění teploty v evropském kontextu.

Metodika

- analýza monitoringu teplotního gradientu hyporeálu pomocí dlouhodobého měření kontinuálními sondami (HOBO Pendant® – Onset, USA) v zimních podmínkách řeky Malše

- terénní výběr vhodných lokalit na řece Malši pro umístování sérií kontinuálně měřících sond (HOBO Pendant® – Onset, USA), aplikace těchto sérií sond, analýza teplotních dat kontinuálně měřících sond

Doporučený rozsah práce

25-30 stran, grafy, 1 mapa

Klíčová slova

teplota vody, *Margaritifera margaritifera*, hyporeál, kontinuální data, Malše

Doporučené zdroje informací

- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). Stream Ecology. doi.org/10.1007/978-1-4020-5583-6
- Boulton, A. J., Datry, T., Kasahara, T., Mutz, M., & Stanford, J. A. (2010). Ecology and management of the hyporheic zone: stream-groundwater interactions of running waters and their floodplains. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 26–40. doi.org/10.1899/08-017.1
- Caissie, D. (2006). The thermal regime of rivers: A review. *Freshwater Biology*, 51(8), 1389–1406. doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01597.x
- Švanyga, J., Simon, O., Mináriková, T., Spisar, O., & Bílý, M. (2013). Záchranný program perlorodky říční *Margaritifera margaritifera* v České republice, 70 pp.
- Webb, B. W., Hannah, D. M., Moore, R. D., Brown, L. E., & Nobilis, F. (2008). Recent advances in stream and river temperature research, 918 -2 , 902–918. doi.org/10.1002/hyp
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Ondřej Simon, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2020

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Analýza kontinuálních teplotních dat v tocích zvláště chráněných území s výskytem perlorodky říční“ jsem vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Ondřeje Simona, Ph.D. V seznamu literatury jsem uvedl veškeré zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, 30.06.2020

Podpis:

Poděkování:

Velmi děkuji Ondřeji Simonovi, za vedení, cenné rady a připomínky, za jeho čas a energii, za trpělivost. Velice si cením osobního a přátelského přístupu.

Děkuji své ženě Hance, která při mně během celého studia stála a nedovolila mi vzdát se bez boje. Za věcné připomínky a rady, podporování i empatii.

Děkuji Ing. Veronice Stupkové a Ing. Václavě Jahelkové za terénní spolupráci.

Děkuji také rodičům, za vše.

V Praze, 30.06.2020

ABSTRAKT

Perlorodka říční je velmi citlivý druh s komplikovaným životním vývojem, který má zároveň i vysoké nároky na čistotu prostředí, kvalitní potravu a příhodné teplotní podmínky. Poslední uvedený parametr je zkoumán v této práci prostřednictvím kontinuálních teplotních řad z řeky Malše, která je jednou z posledních řek v České republice, kde je prokázána v malé míře přirozená reprodukce perlorodek. Další klíčovou rolí podporující výskyt perlorodek by mohly být jevy zvané downwelling a upwelling, které teplotu vody signifikantním způsobem ovlivňují.

Klíčová slova: teplota vody, *Margaritifera margaritifera*, hyporeál, kontinuální data, Malše

ABSTRACT

The freshwater pearl mussel is a very sensitive species with a complicated life development, high demands on cleanliness of the environment, quality nutriment and suitable temperature conditions. The last parameter is investigated in this thesis by means of continuous temperature records from data loggers in the river Malše, which is one of the last rivers in the Czech Republic where limited natural reproduction of freshwater pearl mussel has been proven. Another key factor in supporting the occurrence of freshwater pearl mussel could be the phenomena of downwelling and upwelling, which significantly affect water temperature.

Key word: water temperature, *Margaritifera margaritifera*, hyporheic zone, continuous data collection, the Malše river

OBSAH

1.	ÚVOD	3
2.	OTÁZKY KLADENÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI	4
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE	5
3.1.	PERLORODKA ŘÍČNÍ (<i>MARGARITIFERA MARGARITIFERA</i>)	5
3.1.1.	TAXONOMIE A MORFOLOGIE	5
3.1.2.	POŽADAVKY NA PROSTŘEDÍ	6
3.1.3.	POTRAVNÍ NÁROKY PERLORODKY	6
3.1.4.	ŽIVOTNÍ CYKLUS	7
3.1.5.	HISTORIE OCHRANY A ROZŠÍŘENÍ PERLORODKY	7
3.2.	CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	8
3.2.1.	POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	8
3.2.2.	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY ŘEKY MALŠE	8
3.2.3.	GEOMORFOLOGIE A GEOLOGIE	9
3.2.4.	KLIMA	9
3.2.5.	OCHRANA PŘÍRODY	10
3.3.	TEPLOTA VODY	10
3.3.1.	VLIV VODNÍCH DĚL	11
3.3.2.	VLIV ZÁSTINU	11
3.4.	DOWNWELLING A UPWELLING V HYPOREÁLU	12
4.	METODIKA	15
4.1.	METODIKA PŘÍPRAV PRO MĚŘENÍ V TERÉNNÍM PROSTŘEDÍ	15
4.2.	VÝBĚR MÍST PRO MĚŘENÍ TEPLoty VODY	15
4.3.	MĚŘENÍ TEPLoty V HYPOREÁLU	16
4.4.	TERÉNNÍ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLOTNÍCH DAT	18
4.5.	ZPRACOVÁNÍ DAT V TABULKOVÉM PROCESORU EXCEL	18
4.6.	GRAFICKÉ A STATISTICKÉ HODNOCENÍ DAT	19
4.7.	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU TEPLoty	20
4.8.	METODA ZJIŠŤOVÁNÍ DOWNWELLINGU A UPWELLINGU	21
5.	VÝSLEDKY	24
5.1.	DATASET Č. 1 – ANALÝZA ZÁKLADNÍHO DATOVÉHO SOUBORU	24
5.2.	DATASET Č. 2	27
5.3.	DATASET Č. 3	32
6.	DISKUZE	41
6.1.	PROBLEMATIKA TEPLoty PARAZITNÍ FÁZE VÝVOJE – SYNTÉZA Z REŠERŠE	41
6.2.	PROBLEMATIKA EXTRÉMních TEPLoty PODLE PUBLIKOVANÝCH POZNATKŮ	42

6.3.	VYUŽITÍ KONTINUÁLNÍHO ZÁZNAMU DAT PRO HODNOCENÍ BIOTOPU PERLORODKY ŘIČNÍ V PP HORNÍ MALŠI	44
6.4.	PROBLEMATIKA SLEDOVANÉHO BIOTOPU NA ŘECE MALŠI	47
6.5.	MANAGEMENT NA OVLIVNĚNÍ TEPLoty V EVROPSKÉM KONTEXTU	48
7.	ZÁVĚR.....	50
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
9.	SEZNAM TABULEK	60
10.	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
11.	SEZNAM PŘÍLOH	64
12.	PŘÍLOHY	73

1. ÚVOD

Perlorodky patří mezi deštníkové druhy (Degerman et al. 2009; Geist 2010), a pokud vezmeme v úvahu její vysoké nároky na vodní prostředí, lze dospět k tomu, že kde žije perlorodka, tam se daří i jiným druhům. Ochrana perlorodky by měla být tedy zastřešujícím prvkem pro ochranu celého povodí (Geist 2010). Alarmující je však stav dnešní populace, který se odhaduje na 1 % historického výskytu (Lopes-Lima et al. 2017). Výrazný pokles souvisí s negativními dopady intenzifikace zemědělství a lesního hospodaření, průmyslovému znečištění či vypouštění odpadních vod (Österling et al. 2010). Všechny tyto negativní dopady úzce souvisejí s vodou a jejími fyzikálně-chemickými parametry. Jedním ze zásadních fyzikálních parametrů je teplota vody. Tento veličina je závislá na slunečním záření, které posléze vodu, dno i břeh ohřívá. Teplota vody proto kolísá v závislosti na denním i sezónním režimu chodu teploty vzduchu, slunečním záření a také klimatickém období (Webb et al. 2008).

Perlorodky mají vysoké nároky na prostředí a jsou citlivé na jakékoliv jeho změny, což tyto živočichy značně znevýhodňuje, zejména v době rychlých antropogenních změn v prostředí. Vzhledem k tomu, že výskyt perlorodky říční je úzce vázán na přítomnost hostitelských druhů lososovitých ryb a na vysokou kvalitu vody, obývá výhradně vody pstruhového pásma. Další podmínkou je přítomnost dravců (např. vydra, čáp), díky nimž dochází k přirozené obměně rybí obsádky. Tato obměna je nutná kvůli odmítavé imunitní reakci starších ryb, které na sobě již parazitní larvální stádium perlorodky, tzv. glochidii, hostily. Doba setrvání a úspěšný vývoj této parazitní fáze perlorodky opět závisí na teplotě prostředí. V chladnějších letech kvůli nízké teplotě juvenilní perlorodky zůstávají na hostiteli až o měsíc déle než v teplejších letech (Hruška a Volf 2003).

Kolonie perlorodek o velkém počtu jedinců mohou fungovat jako tzv. klíčové organismy, které ovlivňují zpětně celý ekosystém, v případě perlorodek tak např. zavrtáváním se do dna mění jeho morfologii (Vaughn a Hakenkamp 2001) nebo i ovlivňují látkové toky dusíku, fosforu apod. v měřítku celého povodí (Strayer 2014). Ochrana perlorodky a jejího přirozeného prostředí je proto klíčová z hlediska zachování nejen samotného druhu, ale i biotopu a na něj navázaného života. Analýza teplotních poměrů v toku může být jedním z mnoha nástrojů k pochopení vztahů v říčním ekosystému a pomůže účinně tento důležitý systém chránit.

2. OTÁZKY KLADENÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI

Vypracování předkládané práce předcházelo zformulování těchto základních otázek a úkolů.

- **Zpracovat rešerši zaměřenou na jedinou českou lokalitu se zaznamenaným rozmnožováním perlorodky říční (PP Horní Malše) s ohledem na limitující vliv extrémních teplot.**
- **Analyzovat dostupné dlouhodobé časové teplotní sady s ohledem na biotop perlorodky říční.** Kontinuální teplotní data jsou sledována z toho důvodu, aby bylo možné analyzovat běžný průběh i extrémy a vyvodit z nich hypotézy, které by mohly být posléze při dalších výzkumech užitečné např. pro ochrannářskou praxi.
- **Analyzovat zimní teploty v perlorodkovém toku.**
- **Diskutovat management na ovlivnění teploty v evropském kontextu.**

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1. PERLORODKA ŘÍČNÍ (*MARGARITIFERA MARGARITIFERA*)

3.1.1. TAXONOMIE A MORFOLOGIE

Perlorodka říční, latinsky *Margaritifera margaritifera* (ve starší literatuře se také můžeme setkat s názvem perlanka říčná nebo mušle perlová říčná, lat. *Margaritana margaritifera*; (Rank 1887) patří mezi sladkovodní listožábré mlže, přesněji do podčeledi perlorodkovité. Perlorodka říční je jedním z 13 druhů rodu perlorodek (Graf a Cummings 2007).



Obr. 1 Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*) – subadultní jedinec zahrabaný v substrátu, lokalita Stiegersdorf, (zdroj: Ondřej Simon)

Perlorodka říční je na povrchu krytá dvěma silnostěnnými lasturami protáhle ledvinitého tvaru, které bývají dlouhé 12–15 cm, 6–7 cm vysoké a 3,2–4,5 cm tlusté (Breindl et al. 1949). Beran (1998) uvádí velmi podobné údaje, dospělci podle něj mohou dorůst délky až 9,5–14 cm, výšky 5–6 cm a tloušťky 3–4 cm. Lastury jsou k sobě spojeny zámekem, který má na rozdíl od jiných druhů perlorodek silné a tupě kuželovité zuby (Breindl et al. 1949). Vrcholy lastur jsou asymetricky posunuty

k přední části lastur (Beran 1998). Jejich barva je v mládí temně hnědá, časem ještě více tmavne a ve stáří bývá černá a bez lesku. Vnitřní perleťová vrstva lastur je modravě bílá s růžovým nádechem (Breindl et al. 1949).

3.1.2. POŽADAVKY NA PROSTŘEDÍ

Přirozeným prostředím perlorodky říční jsou čisté oligotrofní sladkovodní toky se šterkopískovým dnem ve vyšších polohách (Ziuganov et al. 1994; Beran 1998; Švanyga et al. 2013). Základními požadavky na kvalitu vodního prostředí je několik fyzikálně chemických faktorů, a sice nízká hodnota BSK₅, což je biochemická spotřeba kyslíku během pěti dnů při teplotě 20 °C za aerobních podmínek (Zelinka a Helan 1984) dále vysoké nasycení kyslíkem (okolo 100 %), nízká hodnota konduktivity a NO₃, teplotní maxima během roku do 20 °C a neutrální až slabě kyselé pH. Uvedené vlivy jsou se stoupající teplotou a poklesem objemu vody v toku ještě více zesíleny (Bauer 1988; Bauer et al. 1980, AOPK 2013, Lopes-Lima et al. 2016).

3.1.3. POTRAVNÍ NÁROKY PERLORODKY

Potravní skladba je úzce spojená s nároky na životní prostředí a s životní formou, takže se v průběhu života perlorodky pravděpodobně liší. Larvální stadium je označováno za parazitické, přesto není prokázáno, zda se živí žaberní tkání svých hostitelů, ke kterým se uchycují, nebo přijímá hemolymfu hostitele (Simon et al. 2017). Dospělci jsou filtrátoři, živí se rostlinným detritem uvolněným do vody (Hruška 1992; Ziuganov et al. 1994). Hruška a Volf (2003) dodávají, že se živí nejen rozkládající se rostlinou složkou, ale organickou hmotou komplexně, včetně přítomných mikroorganismů. Rozklad organické hmoty a její využití tělem perlorodky je závislá na teplotě. Se zvyšující se teplotou se zvyšuje rychlost dekompozice a zároveň se i zvyšuje nutriční hodnota organické hmoty, a tím teoreticky napomáhá k rychlejšímu růstu perlorodek.

Vzhledem k tomu, že mladé perlorodky žijí většinou zanořené do substrátu a proudění vmezeřené vody je malé, mohou si dopomáhat k lepší cirkulaci vody vířením cílů porůstajících povrch pláště, žaber i nožního svalu. Pomocí cílů si perlorodka zároveň třídí nasávané částice podle hrubosti a ke své potravě vybírá pouze ty jemnější, zbytek vylučuje vyvrhovacím otvorem ve formě pelet (Hruška a Volf 2003).

3.1.4. ŽIVOTNÍ CYKLUS

Životní cyklus perlorodek je složitý, mají nepřímý vývoj, a tedy jedním z životních stadií je larva. Larvy, u sladkovodních mlžů nazývané jako tzv. glochidie, jsou parazitické. Hostitelským prostředím jsou žábry lososovitých ryb, které dosud glochidie nehostily. Imunitní systém starších ryb, které už jednou glochidie hostily, si totiž jejich přítomnost pamatuje a většinou nedovolí larvám dokončit parazitickou fázi života. Jednou z podmínek úspěšného rozmnožování perlorodek je proto fakt, že na ryby musí být kladen predanční tlak a pro glochidie tak byl k dispozici dostatek mladých hostitelských ryb (Bauer a Wächtler 2001; Simon et al. 2015; Lopes-Lima et al. 2017).

Larvální stadium je krátkodobá epizoda pouze v řádu měsíců (Hruška 1992), poté dochází k metamorfóze na dospělé podobné jedince, avšak pouze o velikosti schránky 0,25 – 0,55 mm. Velikost se liší v závislosti na pozici v žaberní tkáni ryb a délkou doby, po kterou zůstávají v kontaktu s žábry hostitele po ukončení metamorfózy. Doba setrvání metamorfované perlorodky s hostitelem opět závisí na teplotě prostředí. V chladnějších letech juvenilní perlorodky zůstávají na hostiteli až o měsíc déle než v teplejších letech (Hruška a Volf 2003).

Bezprostředně po opuštění hostitele (vypouzdření z cyst) se perlorodka pomocí nožního svalu zahrabává co nejdůležeji do dna, kde stráví zbytek života, pouze se pomocí nohy posouvá za potravou (Hruška a Volf 2003).

Perlorodka říční bývá řazena mezi dlouhověké živočichy, délka jejich života se pohybuje v rozmezí 30–132 let a mortalita dospělých jedinců je velmi nízká (Bauer 1992).

3.1.5. HISTORIE OCHRANY A ROZŠÍŘENÍ PERLORODKY

Rank (1887) ve své době udává, že se perlorodka říční lovila převážně ve Vltavě a Otavě, v minulosti byla totiž považována za nejdůležitějšího mlže české fauny. Pohlíželo se na ni stále jako na hospodářské zvíře, které bylo zdrojem říčních perel (Breindl et al. 1949).

Místa přirozeného výskytu však mimo jiné kvůli nevhodnému způsobu zemědělského hospodaření ubývají (Hruška 1992) a v rámci České republiky je veden jako kriticky ohrožený druh (CR) (Juříčková et al. 2001). Postupný úbytek dokládá i zápis do Červeného seznamu ČR, kde je uvedeno, že se

vyskytuje již jen na území Čech, a sice v Karlovarském, Jihočeském kraji a v kraji Vysočina (Hejda et al. 2017). Kvůli souhře negativních faktorů bylo v ČR bylo na konci 20. století evidováno celkem již jen 12 lokalit s doloženým výskytem perlorodky říční (Švanyga et al. 2013).

V chráněných územích zaměřených na ochranu perlorodky říční se dnes výrazným snížením míry intenzivního hospodaření podařilo docílit toho, že se kvalita vody zlepšila a opět splňuje velmi vysoké nároky perlorodky. Snížila se množství ve vodě rozpuštěného dusíku (ve formě dusičnanů i amoniaku), dále se snížila koncentrace fosforu a také klesla vodivost, tj. konduktivita, což je suma všech iontů ve vodě (Švanyga et al. 2013). Přírozená reprodukce však přesto na většině zbytkových lokalit nebyla obnovena. Výjimku tvoří pouze určité části PP Horní Malše a dolní Blanice (Vaníčková et al. 2014).

3.2. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

3.2.1. POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Řeka Malše patří do povodí Labe a pramení v Rakousku u obce Sandl v nadmořské výšce cca 900 m. n. m. Prvních 6 kilometrů náleží geograficky ještě do Rakouska, následně v délce 20 km tvoří její tok státní hranici mezi Čechami a Rakouskem, a poté se nad Dolním Dvořištěm stáčí na české území a pokračuje až do Českých Budějovic, kde se vlévá do Vltavy v nadmořské výšce 385 m. n. m. Koryto se v horním úseku zařezává do okolního terénu ve spíše užším a porostem obklopeném řečišti, kde tvoří četné meandry. Tento lesnatý a proudný úsek končí ve vzdutí přehradní nádrže Římov, která byla vybudována pro vodárenské a protipovodňové využití. Střední a dolní část protéká širokou údolní nivou s převahou otevřených lučních porostů (Albrecht et al. 2003; Švorc a Švorcová 2006; Švanyga et al. 2013; Lampartová a Schneider 2016).

3.2.2. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY ŘEKY MALŠE

Správcem povodí, ke kterému náleží řeka Malše, je státní podnik Povodí Vltavy. Malše je zde vedena pod IDVT (identifikátor vodního toku) 10100031 a HEIS ID (identifikátor hydroekologického informačního systému) 115500000100.

Malše je pravostranným přítokem Vltavy. V tab.1 jsou uvedeny další číselné charakteristiky Malše.

Členění toku podle metody Gravelia	III. řád
Celková délka toku [km]	88,43
Plocha povodí [km ²]	869,23
Nadmořská výška pramene toku [m. n. m.]	770,80
Nadmořská výška ústí toku [m. n. m.]	384,48

Tab.1 Základní číselné charakteristiky řeky Malše (zdroj: Linhartová et al. 2006)

Mezi významné pravostranné přítoky sledovaného území Malše patří Hranický potok, Kabelský potok, Tichá a Všeměřický potok. Většími levostrannými přítoky jsou Felberbach, Mardesbach, Eisenhuterbach, Trojanský potok, Hněvanovický potok a Zdíkovský potok.

3.2.3. GEOMORFOLOGIE A GEOLOGIE

Geomorfologicky můžeme povodí Malše zařadit do podsoustavy Šumavské hornatiny, která spadá do Šumavské soustavy v rámci provincie Česká vysočina. V rámci Šumavské hornatiny protéká Malše především těmito geomorfologickými celky: Novohradské hory, Novohradské podhůří. Jen okrajově Malše zasahuje do Českobudějovické pánve (Česko-moravská soustava, podsoustava Jihočeská pánev) (Albrecht et al. 2003).

Jižní Čechy s celou Šumavou leží v centru moldanubické oblasti Českého masivu. Moldanubikum je budováno silně regionálně přeměněnými horninami a hojnými granitoidními vyvřelými horninami. Zájmové území řeky Malše je tvořeno převážně žulami, aplitickými žulami a granitovou řadou, zbylá část toku je tvořena okrajově i jíly, písky, jílovci, rulami, pararulami až migmatity (Albrecht et al. 2003).

3.2.4. KLIMA

Sledované území patří do mírně teplé klimatické oblasti (označeno jako MT3). Tuto klimatickou oblast charakterizuje 20-30 letních dnů, 120-140 dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více, 130-160 mrazových dnů a 40-50 ledových dnů. Počet dní se sněhovou pokrývkou je 60-100. Průměrná teplota v lednu dosahuje hodnot minus 3 °C až minus 4 °C, průměrná teplota v červenci dosahuje 16-17 °C.

Srážkový úhrn ve vegetačním období činí 350-450 mm, v zimním období 250-300 mm. Dále se také uvádí 120-150 zamračených dnů a 40-50 jasných dnů (Albrecht et al. 2003).

3.2.5. OCHRANA PŘÍRODY

Celý tok Malše je chráněn v režimu zvláště chráněného území „PP Horní Malše“ s celkovou rozlohou včetně ochranného pásma 2022,17 ha. Tato přírodní památka byla vyhlášena přímo jako ochrana biotopu a populace perlorodky říční v hlavním toku a prameništích řeky Malše, včetně hydrografické sítě mělkých pramenných stružek v podmáčených lesích a křovinách (Simon a Dort 2014).

Přírodní památka byla vyhlášena na ochranu Evropsky významné lokality Horní Malše (EVL CZ0314022), která je součástí evropského systému Natura 2000, stejně jako na rakouské straně hranice navazující EVL AT3115000 Maltsch.

Po přijetí zákona o ochraně přírody a krajiny roku 1992 bylo schváleno Ministerstvem životního prostředí pět záchranných programů, mezi nimiž měla samostatný záchranný program i perlorodka říční. Aktualizace a revize záchranného programu byla vydána roku 2013 (Švanyga et al. 2013).

V roce 2009 byla zpracována speciální revitalizační studie pramenných oblastí Malše, která měla za cíl zhodnotit současný stav biotopu a popřípadě najít příčiny negativních jevů. Dalším cílem bylo kromě analýzy i navržení opatření, která by vedla ke zlepšení celkového stavu (Dort 2009).

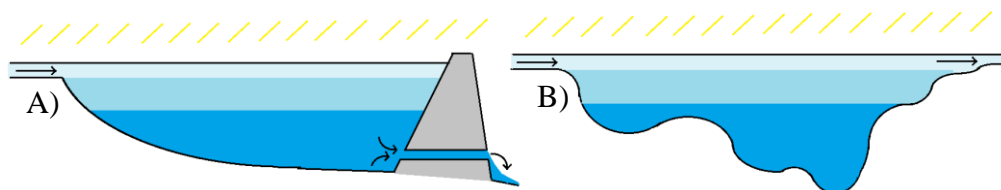
Sledovaná horní část povodí je oproti střednímu a dolnímu úseku v relativně méně narušeném stavu. V minulosti ale i zde docházelo k nevhodně provedeným rozsáhlým úpravám různých částí celého povodí. Těmito úpravami se přispělo k erozi a zhoršil se splaveninový režim, což vedlo k vyšší labilitě kolonií perlorodek a jiných citlivých druhů (Švanyga et al. 2013).

3.3. TEPLOTA VODY

Podle Langhammera (2010) je teplota vody ukazatelem, který odráží aktuální stav toku a povodí. Je řízena příjmem slunečního záření z atmosféry a toto záření posléze vodu, dno i břeh ohřívá. Teplota vody kolísá v závislosti na denním i sezónním režimu chodu teploty vzduchu, slunečním záření a klimatickém období (Webb et al. 2008).

3.3.1. VLIV VODNÍCH DĚL

Kędra a Wiejaczka (2018) pozorovali, že na říční prostředí mají mimo jiné výrazný vliv hrázní stavby antropologického původu. Teplota před vodním dílem a za ním se může citelně lišit, což následně ovlivňuje, a často i limituje výskyt mlžů. Zelinka a Helan (1984) zase uvádějí, že stenotermní druhy organismů, například studenomilní živočichové, hynou ve vodách oteplených chladicími vodami tepelných elektráren.



Obr. 2 Schéma podélného vodního profilu. A – profil přehradní nádrže. B – profil průtočného jezera (vlastní ilustrace).

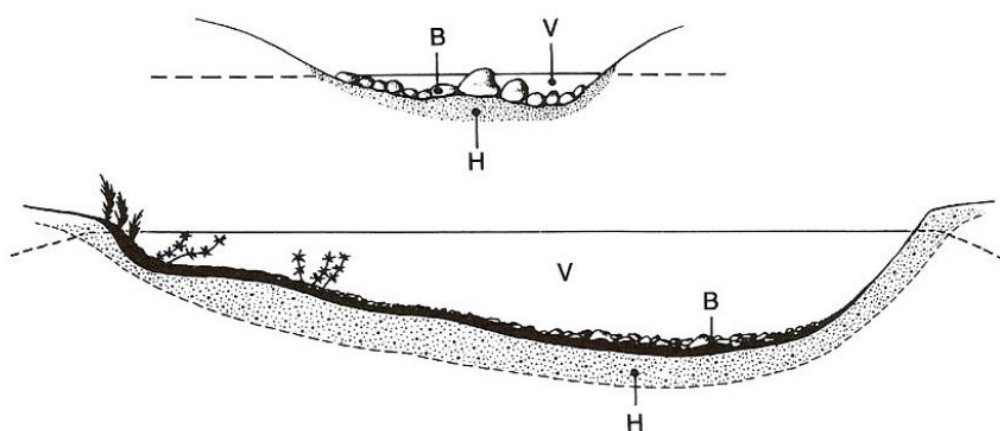
3.3.2. VLIV ZÁSTINU

Protože je teplota vnitrozemských vod převážně ovlivňována slunečním zářením (Zelinka a Helan 1984; Webb et al. 2008), je tedy z hlediska udržení příznivých podmínek pro perlorodku žádoucí účelově omezovat přirozenou sukcesi dřevin. Ponechání samovolnému vývoji by znamenalo postupné zakrytí vodních toků lesem a tím výrazné až limitující zhoršení životních podmínek pro perlorodku (Simon a Dort 2014). Plošné zvyšování podílu dřevin v nivách snižuje míru letního prohřívání vody a může vést až k jeho zastavení, a tím pádem se toky i v létě od pramenů téměř neohřejí (Weiter a Indra 2015). Nepříznivě působí zejména husté smrkové monokultury v okolí vodotečí, kde koruny stromů zcela zakrývají vodní toky. Trvalý celoroční zástin znemožňuje dopad slunečního záření na vodoteče a kvůli tomu chybí i období jarního prohřívání před olistěním přirozených olšových nebo vrbových porostů. V důsledku toho je pak teplota vody výrazně nižší než 15 °C, což je pro perlorodku jedním z hlavních limitujících faktorů (Hruška 1992; Simon a Dort 2014). Odlesňování údolnic toků a extenzivní lukaření na odlesněných plochách v minulých stoletích mohlo perlorodkám otevírat volnou niku výše do horních úseků řek (Hruška a Volf 2003).

Krátký úsek zatrubnění toku (například betonový most s vnitřní trubkou) neznehodnocuje úživný detrit a nezmění teplotní poměry v toku ani neznemožní migraci (Simon et al. 2017).

3.4. DOWNWELLING A UPWELLING V HYPOREÁLU

Vodní toky vertikálně rozlišujeme ve tři základní vrstvy. Jedná se o oblast volné vody (reoplagiál), povrchovou vrstvu dna (bentál) a podříční dno (hyporeál nebo také potamofreatál). Zatímco bentál zasahuje jen do hloubky několika málo centimetrů, hyporeál tvoří hlubší vrstvu dna s infiltrovanou říční vodou zasahující do hloubky až několika metrů (Lellák a Kubíček 1991).



Obr. 3 Schéma příčného profilu horního a dolního úseku toku se základními biotopy: V – volná voda, B – bentál, H – hyporeál (Lellák, Kubíček 1991).

Kromě fyzikálních zákonů týkajících se povrchových vod se u hyporeálu více uplatňují i gravitační a kapilární síly. Pro oživení této zóny je navíc zásadní pórovitost a propustnost substrátu tvořícího dno. Tyto dvě veličiny především určují velikost a denzitu organismů a hloubku, do které bentické organismy pronikají (hloubka může být až několik metrů). Abiotické podmínky (rychlost vody, dopadající světlo, obsah kyslíku aj.) a oživení hyporeálu (vč. množství detritu) podléhají sezónním změnám a jsou vertikálně stratifikovány, přičemž je vertikální variabilita viditelná již v rozmezí několika centimetrů, případně decimetrů (Lellák a Kubíček 1991).

Hyporeál navazuje na ekosystém podzemních vod (dříve k nim byl přiřazován), má však specifické vlastnosti (Lellák a Kubíček 1991). Ukázalo se, že v průběhu roku voda hyporeálu protéká i šterkem mimo říční koryto, často dokonce

stovky metrů od říčního koryta. Oblast hyporeálu tedy plošně není totožná s plochou volné vody (Stanford a Ward 1988). Toto specifikum ilustruje i skutečnost, že se hyporeos, tedy společenstvo organismů obývajících hyporeál, vyskytuje nejen do hloubky několika metrů pod aktivním tokem, ale i do šířky až několika desítek metrů od okraje koryta řeky (Stanford a Ward 1988; Lellák a Kubíček 1991).

V rámci studia a popisu hyporeálu je možné narazit na dva zásadní jevy týkající se proudění vody v něm. Jedná se o tzv. downwelling a upwelling. Downwelling, jak název napovídá, označuje zanořování vody do hyporeálu, upwelling analogicky označuje vynořování proudů do vrstev nad hyporeálem (Wondzell 2011).

Při downwellingu a upwellingu je třeba rozlišovat chladné a teplé období kvůli rozdílným teplotám vody i dna v jednotlivých dobách. Downwelling v teplém období se vyznačuje většími rozdíly teplot mezi volnou vodou a hyporeálem, kdy se volná voda při zanoření ochlazuje. Při více měřících teploměrech v hyporeálu je patrná mírná klesající tendence teploty do hloubky. Voda poté pomalu proudí v hyporeálu, ochlazená voda při upwellingu z hyporeálu vystoupá až ke dnu do teplejší volné vody, avšak na více teploměrech v rozdílných hloubkách dna není patrný velký rozdíl, protože se voda vynořující z hyporeálu nestihne výrazněji ohřát během chvíle vynoření.

Downwelling v chladném období je charakteristický tím, že ukazuje malý rozdíl teplot mezi volnou vodou a teplotou v hyporeálu. Studená volná voda se při okamžiku zanoření do teplejšího hyporeálu nestačí výrazně ohřát, mírně se ohřeje teprve postupným prouděním hyporeálem. Při upwellingu tato mírně teplejší voda z hyporeálu vystoupá ke dnu a rychle se ochladí ve velkém množství studené volné vody, proto na více vertikálních teploměrech budou teploty v hyporeálu podobné, a volná voda bude chladnější.

Downwelling a upwelling však nejsou stálé jevy na jednom místě, mění se časově i prostorově. Ovlivňuje je několik faktorů. Může to být morfologie dna, dynamika říčního toku na přirozených meandrech, překážky v toku (mrtvé dřevo) nebo zvýšený průtok vody následkem prudkých dešťů. Při povodni zvýšený průtok zvyšuje hydraulický tlak na dno a voda se může na morfologicky vhodném místě místě dna zanořit do hyporeálu, což může být ze dna vystupující šterkopisčitá lavice.

Voda ve dně navíc pomalu může putovat delší dobu nejen v rámci jedné štěrkopísčité lavice, ale i mezi meandry nebo ještě šířeji. Hustou sítí kontinuálních měření v toku nebo stopovacími technikami (teplá voda, radiojod, barvicí látky) je možné přesněji odhalit rozsáhlost těchto jevů.

4. METODIKA

4.1. METODIKA PŘÍPRAV PRO MĚŘENÍ V TERÉNNÍM PROSTŘEDÍ

Pro práce v terénu byla nutná důkladná příprava a on-line sledování hydrologických podmínek na toku. V případě vysokého vodního stavu by totiž nebyl možný vstup do toku z důvodu bezpečnosti kvůli silnému proudu. Při vysokém vodním stavu a vyšším průtoku by byla navíc zvýšená eroze materiálu a tok by byl vysoce zakalen, tudíž by nebylo možno prohlédnout dno aquaskopem. Hledání vhodných míst pro instalaci sad teploměrů či vyzvedávání již instalovaných teploměrů bylo tudíž za nepříznivých podmínek téměř nemožné.

Hydrologická data se sledovala pomocí nástroje Hlásná a předpovědní povodňová služba Českého hydrometeorologického ústavu (dostupné z URL <http://http://hydro.chmi.cz/hpps/>). Sledován byl vodní stav Malše v Kaplici, který je nejbližším vhodným místem pro zájmové území. Stanice monitorující vodní stav každých deset minut udává, že udávaný stupeň povodňové aktivity je platný i pro úsek toku Dolní Dvořiště – ústí Černé, který je relativně blízko sledovaným lokalitám na česko-rakouské hranici.

4.2. VÝBĚR MÍST PRO MĚŘENÍ TEPLoty VODY

V hodnocených úsecích jsme nainstalovali v týmu společně s Ing. Václavou Jahelkovou a Ing. Veronikou Stupkovou kontinuálně měřící teploměry, které byly umístěny na vhodně vytipované lokality do několika vertikálních úrovní. Výstupem těchto vlastních měření je dataset č. 3 z období 1. 2.-16. 5. 2018 (viz kapitola 5.3).

Výběr konkrétních lokalit v toku spočíval nejprve ve vizuální rekognoskaci dna, kdy bylo přihlíženo ke tvaru toku (vybírána místa vnitřně od proudnice s pomalejším proudem), ke struktuře dna (dno nemělo být zcela balvanité až šterkovité, ale spíše šterko-písčité), a vertikálnosti dna (dno spíše výškově členitější, se stabilními šterkopísčitými nánosy jakoby ploše uložené do tabulí).

Po vybrání konkrétních vhodných míst bylo přistoupeno k měření fyzikálních parametrů. Odolným teploměrem a konduktoměrem byly měřeny teploty a elektrická vodivost ve volném vodním toku těsně pod hladinou pro zkalibrování oproti teplotě vzduchu, která byla pasivně měřena při přenášení sondy. Odolný teploměr byl

přípevněn na dřevěné tyči, na které byly vyryty rysky po deseti centimetrech délky. Tyto rysky byly ukazatelem, v jaké hloubce se měřicí sonda nachází. Teplota i konduktivita byly zapisovány pro jednotlivé hloubky. Měření teploty v různých hloubkách bylo nutné pro informaci, zda teplota s rostoucí hloubkou stagnuje, nebo se mění. Pokud teplota zůstávala stejná, konkrétní místo bylo vyhodnoceno jako nevyhovující, protože hledané místo muselo mít měřitelnou změnu. V případě prokazatelného zvýšení teploty v řádu celých stupňů Celsia (v rozmezí o 1-4 °C více) bylo místo označeno jako vhodné a přistoupeno k zaznamenání konkrétního místa.

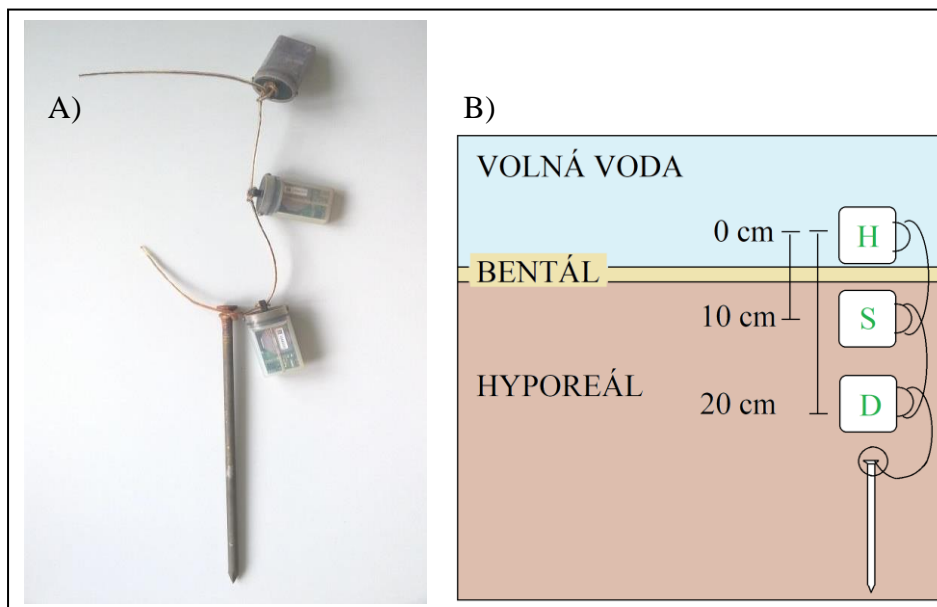
Zaznamenání bylo prováděno několika na sobě nezávislými kroky tak, aby bylo možné místo bezpečně dohledat. Nejprve pomocí GPS modulu v mobilním telefonu byla zjištěna aktuální poloha a ta byla vizuálně zkontrolována porovnáním mapy a terénu. Pokud poloha souhlasila, byla uložena v telefonu. Dále bylo popsáno a písemně zaznamenáno několik význačných orientačních bodů, jako například hraniční kámen, terénní nerovnost či meliorační strouha, a zaznamenána jejich vzdálenost a směr od vytipovaného místa. Posléze mohlo být přistoupeno k samotnému umístění soustavy teploměrů.

4.3. MĚŘENÍ TEPLOTY V HYPORÉÁLU

Zařízení pro měření teploty vody v hyporéálu (podpovrchová část dna toků) bylo sestaveno ze silného ocelového hřebu, k jehož hlavičce byly prostřednictvím ocelového drátu potaženého plastem uvázány tři kontinuálně měřicí teploměry značky HOBO Pendant® Temperature/Light 64K Data Logger (Onset, USA) umístěné po deseti centimetrech nad sebou. Ocelový hřeb sloužil k ukotvení do dna tak, aby bylo eliminováno riziko odplavení teploměrů.

Proces samotného ukotvení probíhal za součinnosti dvou osob. První osoba pomocí dřevěné tyče a případně i kladiva zasunovala (ve tvrdším dně zatloukala) měřicí soustavu do dna tak, aby byl třetí teploměr (tj. teploměr nejvíce vzdálený od hlavičky hřebu) umístěn těsně na rozhraní dna a volné vody. Tím se docílilo toho, že teploměry byly rovnoměrně usazeny vertikálně v různých hloubkách dna, nejhluběji ve dvaceti centimetrech pod povrchem dna a nejměleji na rozhraní dna a volné vody.

Druhá osoba pomocí aquaskopu kontrolovala míru zanoření soustavy a případně navigovala první osobu. Po optimálním umístění nastala druhá fáze pro zpětné lokalizování teploměrů.



Obr. 4 Sada tří teploměrů uchycených na ocelovém hřebu. A – Fotografie dosud nepoužité sady teploměrů před začátkem snímání teploty (zdroj: anonym 2018). B – Schéma ukotvení měřičů v říčním profilu, H značí horní teploměr, S značí teploměr ve střední poloze a D značí dolní teploměr (vlastní ilustrace).

Po popisu okolí a význačných bodů bylo nutno přistoupit k fyzickému označení místa přímo v terénu takovým způsobem, aby bylo snadno lokalizovatelné v různých obdobích roku, ale zároveň nenápadné pro své okolí. Toho bylo možné dosáhnout dvěma způsoby v závislosti na podmínkách okolí. Pokud se nacházel v blízkosti strom, byla s ním či jeho kořeny měřicí soustava přímo spojena ocelovým drátem potaženým plastem. Tímto krokem bylo významně sníženo riziko odplavení měřicí soustavy při povodňovém stavu s vysokým proudem, avšak zvýšilo se riziko utržení celého systému při zamrznutí a následném odplavení ledových ker. Vedení drátu bylo nutné podříditi morfologii terénu a dna, například v písčitém dně byl mírně zasypán, po strmém břehu veden mezi svěšenými travinami a posléze přivázán ke kořenu, nejčastěji olše. Toto vedení drátu bylo písemně zdokumentováno.

V případě, že se dřeviny či jiné objekty pro přímé uchycení teploměrové sady nacházely ve větší vzdálenosti a přímé uvázání by bylo nápadné, na dva různé vzdálenější objekty byly uvázány již zmíněné potažené ocelové dráty, avšak

bez přímého uvázání k sadě teploměrů. Byla však přesně upravena jejich jednotlivá délka tak, aby při plném natažení obou drátů směrem k toku vznikl jeden bod, kde se jejich volné konce setkaly. Místo pod protnutím obou volných konců označovalo umístění sady teploměrů. Nakonec byla provedena ještě třetí fáze pro opětovnou lokalizaci teploměrů, a to vyfocení figuranta, který viditelně ukazuje na místo umístění.

4.4. TERÉNNÍ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLOTNÍCH DAT

Po určitém čase byla stanovena kontrola a získání dosavadních dat v terénu, případně rovnou vyzvednutí a odvezení sady teploměrů. Podle popisů zpětné lokalizace z předchozí kapitoly byly teploměrové sady nalezeny, vyzdviženy a buď z nich byla naměřená kontinuální data přímo v terénu přenesena do čtecí hlavy kompatibilní s teploměrem (Optic USB Base Station, Onset, USA) a teploměry vráceny na stejné místo, nebo byly teploměry zcela vyzdviženy a odvezeny pro kontrolu v laboratorním prostředí.

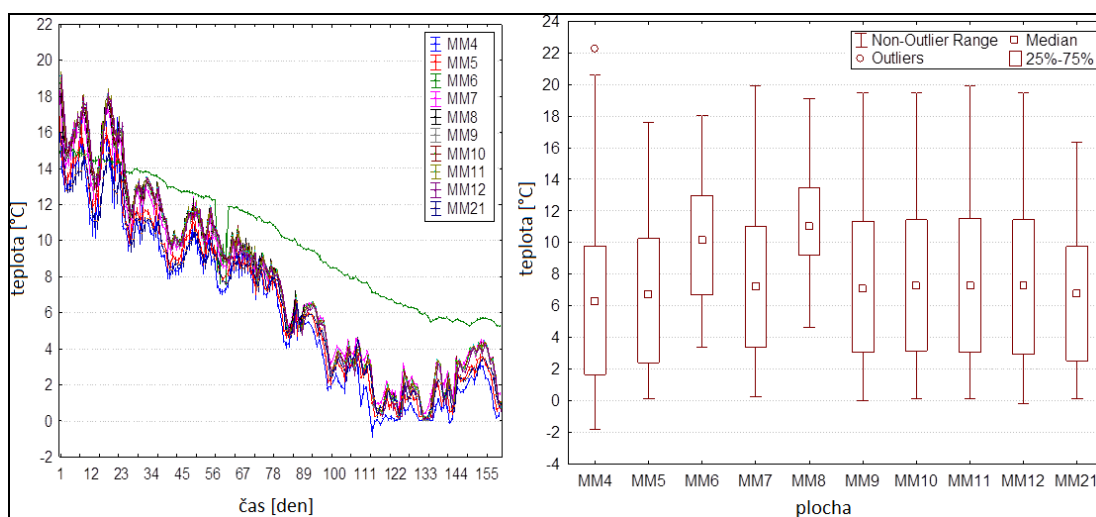
4.5. ZPRACOVÁNÍ DAT V TABULKOVÉM PROCESORU EXCEL

Data získaná přečtením teploměru pomocí jemu kompatibilní čtecí hlavy byla v surovém stavu a bylo nutné je upravit pro tabulkové použití. Tato surová data byla v následujícím formátu: pořadové číslo měření, datum, čas, dopoledne/odpoledne, teplota ve °C, intenzita osvitů v luxech (např. 4,08.02.17 11:00:00 dop.,22.717,0.0).

V tabulkovém procesoru (Excel) byla data transformována následujícím postupem do podoby lépe použitelné pro další práci, například k tvorbě grafů. Importovaná data byla za pomoci funkce rozdělena do samostatných sloupců. Sloupec čas byl upraven do 24hodinového formátu. Pro lepší zhodnocení dat byly vytvořeny ještě další dva časové sloupce označující pořadí dat v hodinách a ve dnech. Další z nutných oprav bylo vyřazení zavádějících dat, které byly způsobené zapnutím měřiče před umístěním do vody a snímaly vzdušnou teplotu (byla výrazně vyšší než teplota vody) nebo naopak snímáním teploty ještě po vytažení měřiče z vody. Zároveň pokud byl například trendem pokles teplot a náhle jedno hodinové měření ukazovalo o více než 5 °C vyšší teplotu, přičemž následující data ukazovala opět sestupný trend, bylo shledáno dané náhlé zvýšení jako chybné. Konkrétní měření byla nalezena v datové sadě a upravena na průměr

sousedících hodnot. Do třetice byly vytvořeny pracovní verze grafů, ze kterých bylo možné zjistit vizuální rekognoskační výkyvy, trendy, abnormality, chyby měření.

Při grafické kontrole datasetu č. 2 (období od 10. 8. 2017 do 16. 1. 2018) byly nalezeny další nesrovnalosti. Boxplotové vyjádření záznamů teplot v ploše „nad FELB“ a „BIF“ (v obr. 5 pod pracovním označením MM6 – „nad FELB“ a MM8 – „BIF“) vykazují naprosto odlišný trend od ostatních měření. Srovnáním s průběžným záznamem hodnot se ukázalo, že u plochy „nad FELB“ došlo pravděpodobně k zanesení měřiče bahnem. U datové řady plochy „BIF“ se zjistilo, že je neúplná a snímání teplot skončilo již 11. června 2017 v 11:00, zatímco ostatní řady pokračují až do 16. ledna 2018 11:00. Pro další statistické hodnocení byly proto plochy „nad FELB“ a „BIF“ vyřazeny.



Obr. 5 Grafické znázornění teplot v jednotlivých datových řadách za pomoci průběhu průměrných teplot v čase (vlevo) a boxplotů (vpravo). Ukázka vizuálního odhalení chybných dat (zelená linie MM6 vlevo), boxploty vpravo MM6 a MM8 mají nezvyklé rozsahy teplot.

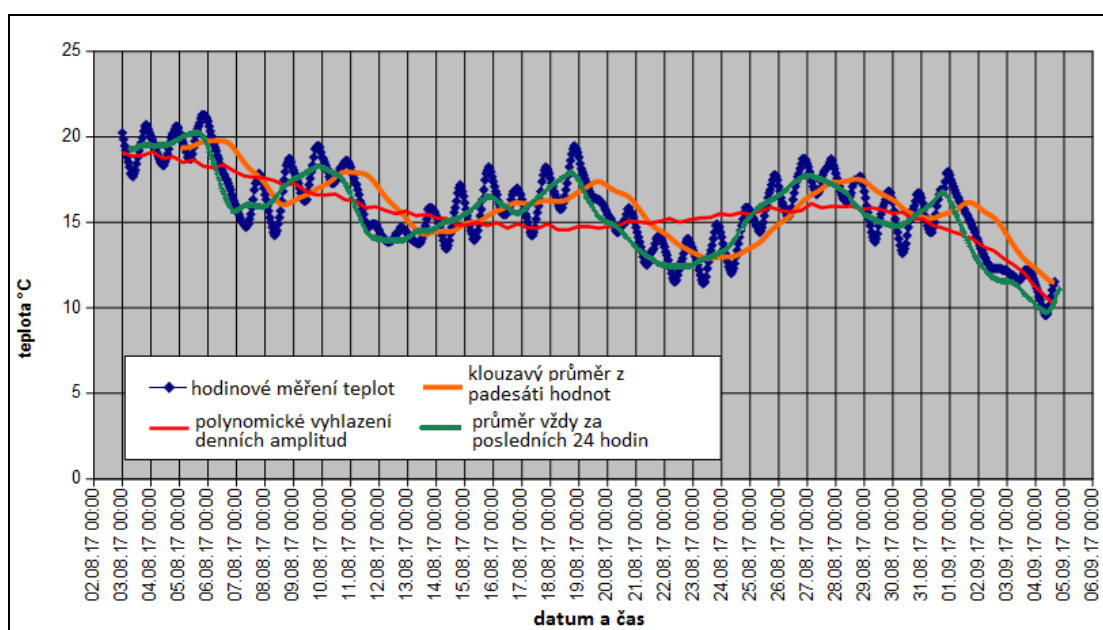
4.6. GRAFICKÉ A STATISTICKÉ HODNOCENÍ DAT

Poté, co byla data upravena pomocí MS Excel, byla ověřena normalita dat pomocí Shapiro-Wilkova testu a grafického znázornění (histogram, Q-Q plot). Následně byla data statisticky a graficky zpracovávána pomocí programů Word, Statistica 8.0 nebo R Studio.

4.7. GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU TEPLOT

Po získání vyhlazených dat ze surové formy popsané v předchozí kapitole bylo nutné data transformovat do vizualizované podoby pomocí grafů. Musela být ovšem vyřešena otázka, jak data v tabulkovém procesoru dále upravit, aby analýza z grafů mohla být provedena kvalitně.

Na níže uvedeném grafu (obr. 6) můžeme vidět kontinuálně zobrazená data z měření na Malši ze dne 3.8 - 4.9.2017, kde modrá linie složená z jednotlivých bodů ukazuje měření teplot po jedné hodině. Aby byla snadno detekovatelná tendence kolísání teplot během měření, může být použit klouzavý průměr (oranžová linie), který věrně kopíruje celkový trend, má však kvůli výpočtu z například prvních padesáti hodnot posunutý začátek amplitudy právě o padesát hodin měření. Polynomické vyhlazení denních amplitud (červená linie) je až příliš hrubé na to, aby bylo možno z grafických údajů v grafu vyčíst jednotlivé nuance informací, výhodou je počátek polynomické křivky na počátku měření.



Obr. 6 Trendy naměřených teplot na Malši ve dnech 3.8 - 4.9.2017. Modrá linie složená z bodů jednotlivých hodinových měření označuje průběh teplot. Oranžová linie znázorňuje klouzavý průměr z padesáti hodnot, červená linie značí polynomické vyhlazení denních amplitud, zelená označuje průměr vždy za posledních 24 hodin.

Kompromisním řešením, kterým by bylo možné graficky zachytit trend denních amplitud již od počátku měření, a přitom mít jemné zachycení celkového

trendu, se stal následující postup: V tabulkovém procesoru Excel se vytvoří nový sloupec, kde se v první buňce začínající v 00:00 hodin (první hodina dne) vytvoří funkcí „Průměr“ průměrná teplota za čtyřiaadvacet hodin. Tato funkce se zkopíruje do následujících políček tak, aby v každém políčku tohoto sloupce byl aritmetický průměr teploty za čtyřiaadvacet hodin.

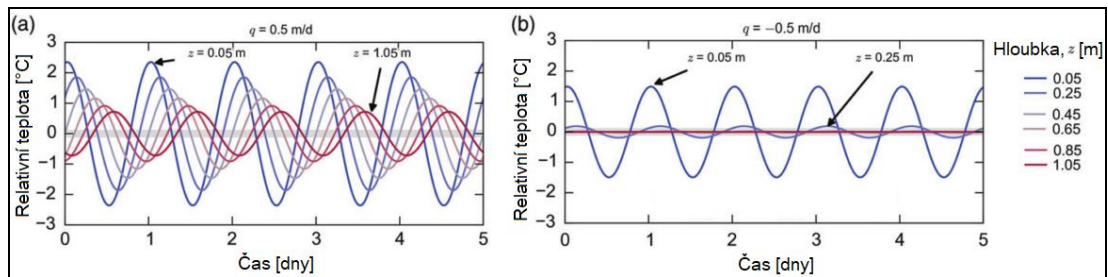
Tímto krokem je vyřešena problematika klouzavého průměru z padesáti hodnot a křivka sledující celkové denní trendy začíná při vynesení na graf již od počátečních hodnot. Výslednou podobu zobrazení dat je možné vidět jako zelenou linii na obr. 6. Metoda byla převzata na základě konkrétní potřeby úpravy teplotních dat od Mgr. Ondřeje Simona, PhD (ústně).

4.8. METODA ZJIŠŤOVÁNÍ DOWNWELLINGU A UPWELLINGU

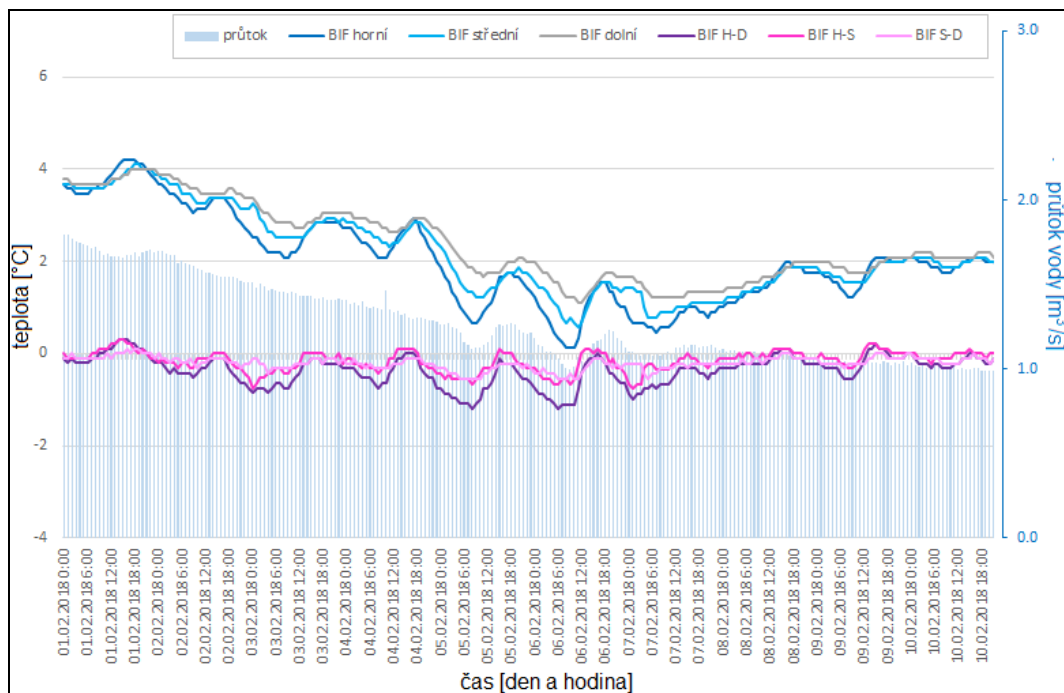
K prokázání proudění vody v rámci downwellingu a upwellingu je možné využít několika metod. Jednou z ní je například tzv. stopovací zkouška (Víšek, Pěkný 1993). Principem stopovací zkoušky je označení proudící vody stopovací látkou. Tou může být anorganická sloučenina (např. chlorid sodný), organické barvivo (fluorescein) nebo radioaktivní izotop (radiojod 131). Látka se injektážně zavede do počátečního místa měření a posléze se mohou hydrodynamické parametry vypočítat na základě vzdálenosti a času prostupu látky ke kontrolnímu místu. V chráněných územích s přísnou ochranou jakosti vody je však využití stopovacích látek problematické.

Další možností je přímo využití rozdílového kontinuálního měření teploty podle metody, kterou navrhl Hatch et al. (2006) a v současnosti ji používají např. Irvine a Lautz (2015), Kim et al. (2014), Kurylyk a Irvine (2019) nebo (Kurylyk et al. 2017). Její základní princip je vidět na obr. 5 (podle Irvine et al. 2017). Limity použití této levné metody rozebírá Glose (Glose et al. 2019) a Cremeans (Cremeans et al. 2020). Tato metoda využívá tepla jako přirozeně se vyskytující stopovací látky a spoléhá na nedávný progresivní vývoj měřicí a loggerové technologie. V rámci interpretace výsledných teplotních záznamů se sledují závislosti rychlosti a směru prosakování vody a změny ve fázích a amplitudách teplotních křivek. Další výhodou metody je, že není potřeba znát absolutní hloubku měřidel, vystačí si pouze s rozestupy mezi senzory.

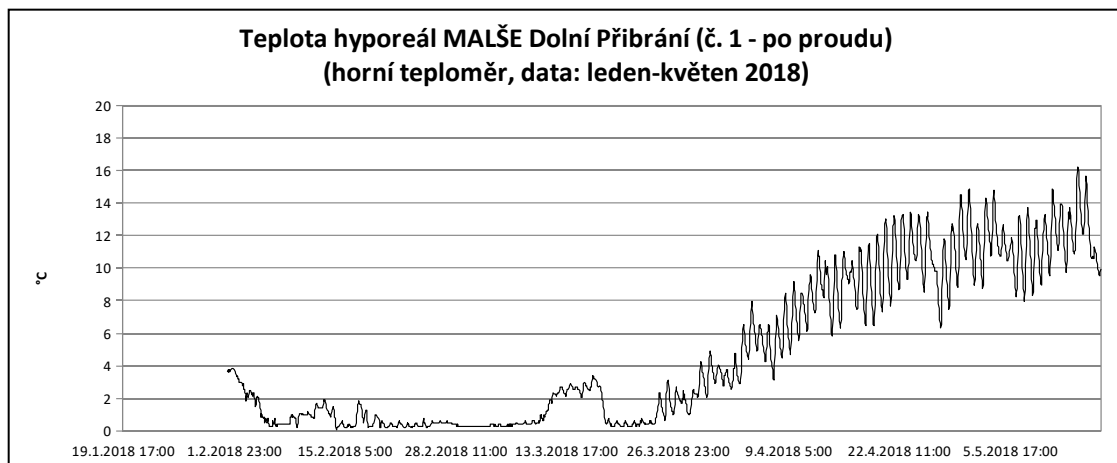
Příkladem modelu změn teplot v souvislosti s downwellingem a upwellingem je obr. 7. Jedná se však pouze o ideální model, který nezahrnuje další náhodné a neznámé faktory v prostředí reálného toku. Reálný průběh teplot a dané jevy jsou zobrazeny na příkladu v obr. 8. (výsek z vlastních měření)



Obr. 7 Diurnální kolísání teploty ve vztahu k průměrné teplotě pro a) místa s vnořováním vody do dna (downwelling); b) místa s vynořováním ze dna (upwelling). Místa měření v hloubkách od 0,05 m po 1,05 metru s polohovou přesností měření 0,2m. Hloubka 0,05m tedy odpovídá volné říční vodě. Šedá čára ve středu označuje průměrnou teplotu +/- mez detekce (převzato z Irvine et al. 2017, upraveno).



Obr. 8 Časový průběh chladného období - sada teploměrů z řeky Malše lokality „bifurkace BIF“ z doby 1.2.-10.2.2018 ukazuje rozdílné naměřené hodnoty teplot (šedá, světle modrá, tmavě modrá linie) v jednotlivých hloubkách; fialová, růžová a světle růžová linie ukazuje rozdíly teplot mezi jednotlivými teploměry; modrou plochou s měřítkem na druhé části osy je ukázán průtok vody (data o průtoku vody laskavě poskytnuta rakouskou stranou).



Obr. 9 Teplota hyporeálu na lokalitě Malše – Dolní Příbrání (DOLP), ukázka jiné možnosti zpracování grafů kontinuálně měřených teplot (zdroj: data Ondřej Simon, graf Vojtěch Barák)

5. VÝSLEDKY

K analýze dat bylo použito několik datasetů. Datasets se od sebe liší délkou snímání měření teplot a metodikou sběru dat.

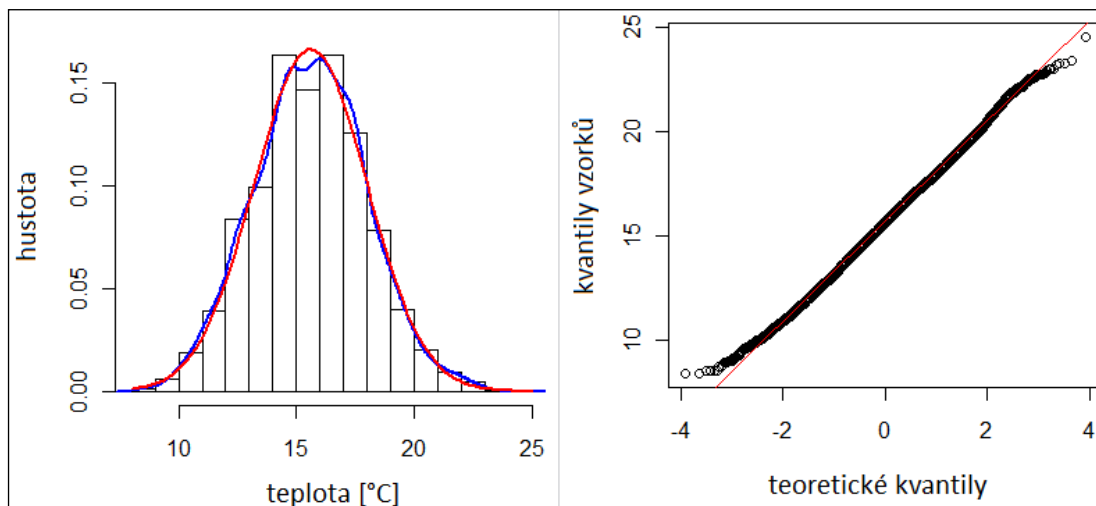
5.1. DATASET Č. 1 – ANALÝZA ZÁKLADNÍHO DATOVÉHO SOUBORU

Dataset č. 1 obsahuje záznam 15 datových řad z období od 3.8. do 4. 9. 2017, celkem 32 dní měřených po jedné hodině, tedy 11 175 měření. Dvojice teploměrů ve volné vodě byly připevněny k Buddensiekovým destičkám. Ke zkratkám lokalit jsou přidána písmena A a B, značí paralelní měření vzdálené od sebe 10 metrů. Detailní charakteristika jednotlivých bodů (měřených lokalit) je spolu s dalšími vlastnostmi datových řad uvedena v tabulce 3. Mapa zobrazující rozmístění lokalit je uvedena jako Příloha 1.

Výsledky Shapiro-Wilkova testu jsou uvedeny v tabulce níže (tab. 2). Z p-hodnot je zřejmé, že data (s výjimkou čtyř ploch) nemají normální rozdělení. Rozdělení bylo testováno i graficky pomocí histogramu (obr. 10A) a Q-Q plotu (obr. 10B). K porovnání řad mezi sebou tedy nemohla být využita analýza rozptylu (ANOVA), jakožto parametrický test. Pro porovnání datových sad byl využit neparametrický Kruskal-Wallisův test, který ukázal, že se datové řady od sebe významně liší (p-hodnota < 2.2e-16).

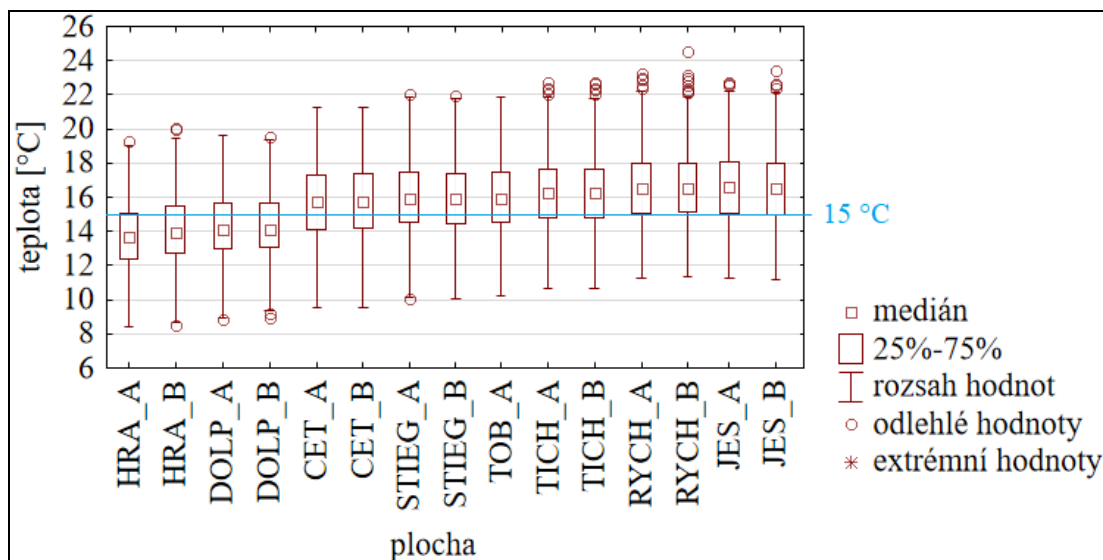
plocha	W	p-value	plocha	W	p-value
CET_A	0.9959	0.04519	RYCH_A	0.9944	0.007489
CET_B	0.9958	0.04008	RYCH_B	0.9947	0.01066
DOLP_A	0.9957	0.03714	STIEG_A	0.9958	0.04201
DOLP_B	0.9957	0.03581	STIEG_B	0.9957	0.03504
HRA_A	0.9969	0.1672	TICH_A	0.9965	0.1028
HRA_B	0.9968	0.1431	TICH_B	0.9964	0.09109
JES_A	0.9944	0.007107	TOB_A	0.9956	0.03316
JES_B	0.9943	0.006673			

Tab. 2 Výsledné hodnoty Shapiro-Wilkova testu provedeného pro ověření normálního rozložení dat. Červeně jsou označeny datové řady, které splňují normální rozdělení.



Obr. 10 Grafické znázornění normality všech dat datasetu č. 1 (4. 8. - 4. 9. 2017) pomocí histogramu (A – červená čára znázorňuje Gaussovou křivku, modrá čára znázorňuje křivku hodnot datasetu č. 1) a pomocí Q-Q plotu (B – body na červené čáře splňují normalitu).

Grafické znázornění datových řad ukazuje vzestupný trend v teplotě, co se týče vzdálenosti měřených míst po proudu, tedy směrem od pramene Malše k ústí (obr. 11). V létě v oblastech blíže prameni dosahuje voda nižších teplot než voda dál po proudu.



Obr. 11 Grafické znázornění teplot v jednotlivých datových řadách za pomoci boxplotů. Oblasti jsou seřazeny podle vzdálenosti od pramene Malše od nejbližší po nejvzdálenější. Modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční. Průběh

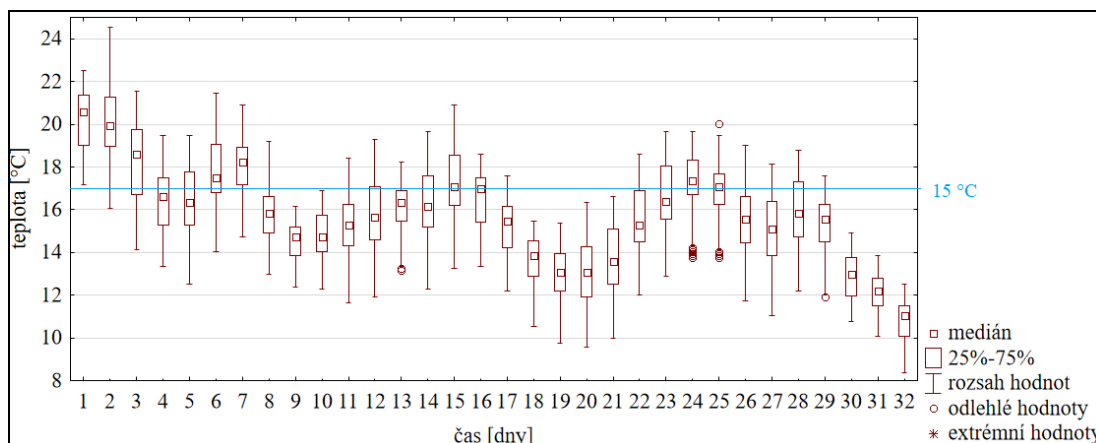
průměrných teplot v čase je uveden v příloze 2. Měření probíhalo v období od 4.8. do 4.9.2017.

Plocha	Var. koef.	Průměr [°C]	Medián [°C]	Pořadí a geograf. ozn.
HRA_A	0.1476	13.7132	13.65	1. u Hranického potoka
HRA_B	0.1487	14.0091	13.94	1. u Hranického potoka
DOLP_A	0.1448	14.1986	14.13	2. Dolní Příbrání
DOLP_B	0.1418	14.2349	14.13	2. Dolní Příbrání
CET_A	0.1438	15.6689	15.76	3. Cetviny
CET_B	0.1435	15.7131	15.76	3. Cetviny
STIEG_A	0.1397	15.9223	15.95	4. Stiegersdorf
STIEG_B	0.1401	15.8649	15.95	4. Stiegersdorf
TOB_A	0.1380	15.9715	15.95	5. Tobau
TICH_A	0.1353	16.2676	16.24	6. nad Tichou
TICH_B	0.1355	16.2444	16.24	6. nad Tichou
RYCH_A	0.1339	16.5597	16.52	7. Rychnov nad Malší
RYCH_B	0.1339	16.6030	16.52	7. Rychnov nad Malší
JES_A	0.1347	16.6401	16.62	8. Ješkov
JES_B	0.1362	16.5379	16.52	8. Ješkov

Tab. 3 Přehled základních numerických hodnot (zaokrouhleně variační koeficient, průměr a medián) vypočítané pro jednotlivé plochy (jednotlivé datové řady), pořadí ploch podle vzdálenosti od pramene Malše, tedy od nejbližší po nejvzdálenější, a geografické označení, od kterého byla odvozena zkratka plochy.

Při vynesení všech teplot celého datasetu do jedné křivky z boxplotů (obr. 12, průběh průměrných teplot jednotlivých datových řad v čase je uveden v příloze 2) vidíme, že teplota kolísá nejen během dne, ale i v rámci celého měsíce. Teplota získaných dat má vzhledem k ročnímu období víceméně klesající tendenci. Při pohledu na jednotlivé řady můžeme říct, že ačkoliv teplota s přicházejícím chladným obdobím pomalu klesá, v rámci celého toku si zachovává tendenci stoupajících teplot s rostoucí vzdáleností od prameniště. V tomto trendu nelze vysledovat žádné odchylky, například, že by v některých úsecích byla chladnější nebo teplejší, než bychom očekávali.

Znázornění průběhu teplot na obr. 12 navíc také ukazuje, že i přes klesající teplotní tendenci se může teplota pohybovat kolem 15 °C (modrá linie v grafu). V teplejším období lze tedy předpokládat častější výskyt dní s teplotou vody 15 °C a více, z čehož tedy vyplývá, že lokality poskytují z teplotního hlediska optimální životní a reprodukční podmínky.



Obr. 12 Grafické znázornění průběhu průměrných teplot v rámci všech ploch dohromady pomocí boxplotů. Modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční. Průběh průměrných teplot jednotlivých datových řad v čase je uveden v příloze 2.

Na základě výsledků teplot z tohoto datasetu byly vytipovány oblasti pro další měření nejen pro tuto diplomovou práci. Vzhledem k přítomnosti perlorodek data podepřela hypotézy minimálních teplot, které jsou nezbytné pro přežívání populací perlorodky říční.

5.2. DATASET Č. 2

Dataset č. 2 obsahoval záznam 10 datových řad (charakteristika kompletního datasetu je v příloze 3) z období od 10. 8. 2017 do 16. 1. 2018. Na základě chyb v datových řadách (viz kapitola Metodika) byly z dalšího statistického a grafického zpracování vyřazeny dvě plochy BIF a NFEL. Takto upravený dataset obsahoval 30 544 hodinových měření za 160 dní.

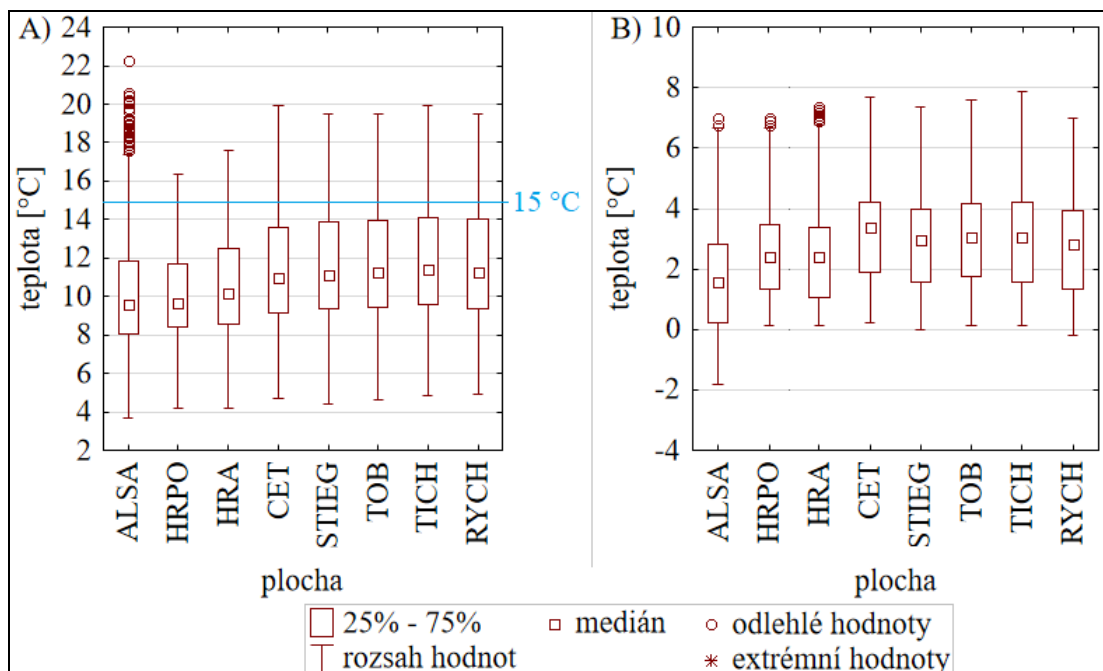
Výsledky Shapiro-Wilkova testu jsou uvedeny v tab. 4. Z p-hodnot je zřejmé, že i data tohoto souboru také nemají normální rozdělení. Rozdělení bylo testováno i graficky pomocí histogramu (příloha 5) a Q-Q plotu (příloha 4), ale ani rozdělením na teplé a chladné období se nepodařilo normality dosáhnout. K porovnání řad mezi sebou tedy nemohla být využita analýza rozptylu (ANOVA) jakožto parametrický test. Pro porovnání datových sad byl použit neparametrický Kruskal-Wallisův test, který ukázal, že se datové řady jednotlivých lokalit od sebe významně liší (p-hodnota < 2.2e-16). Další statistické charakteristiky jsou uvedeny v tabulce v příloze 6.

plocha	W	p-hodnota		plocha	W	p-hodnota
ALSA	0.9422	< 2.2e-16		STIEG	0.9472	< 2.2e-16
HRPO	0.9441	< 2.2e-16		TOB	0.9468	< 2.2e-16
HRA	0.9428	< 2.2e-16		TICH	0.9447	< 2.2e-16
CET	0.9502	< 2.2e-16		RYCH	0.9427	< 2.2e-16

Tab. 4 Výsledné hodnoty pro ověření normality datasetu č. 2 pomocí Shapiro-Wilkova testu. P-hodnoty testů ukazují, že žádná z datových řad nesplňuje normální rozdělení.

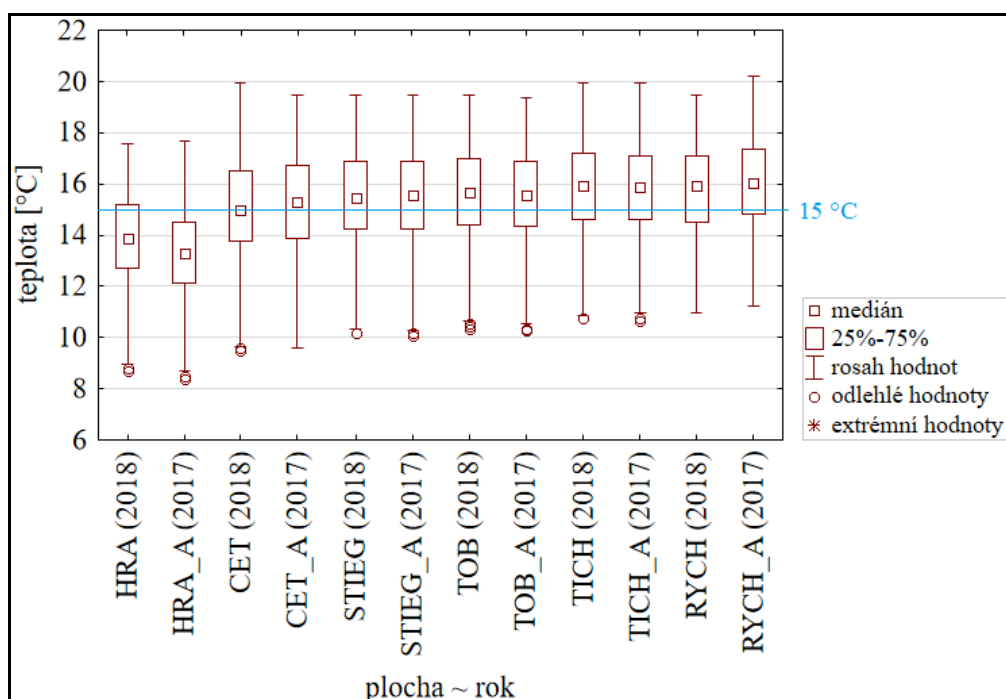
Při vynesení všech teplot celého datasetu do jednoho grafu (rozdělen na dvě části, viz příloha 7 a 8) bylo opět vidět kolísání teploty v rámci dne i celého období. Vzhledem k roční době je možné také pozorovat postupně klesající tendenci teplot.

Mezi teplotními řadami tohoto datasetu bylo také pozorováno, že v rámci celého toku mají teploty stoupající tendenci s rostoucí vzdáleností od pramene Malše. V tomto trendu opět nelze vysledovat žádné odchylky, například, že by v některých úsecích byla chladnější nebo teplejší, než bychom očekávali. Dokonce lokalita HRPO označující měřič v ústí Hranického potoka (neleží tedy přímo na Malši) vykazuje teploty srovnatelné s teplotami dalších nedaleko situovaných měřičů (ALSA a HRA) ležících na hlavním toku Malše.



Obr. 13 Grafické znázornění teplot v jednotlivých datových řadách datasetu č. 2. A) teplé období (od počátku měření 10. 8. do 30. 10.), modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční. B) chladné období (od 1.11. do konce měření 16.1.).

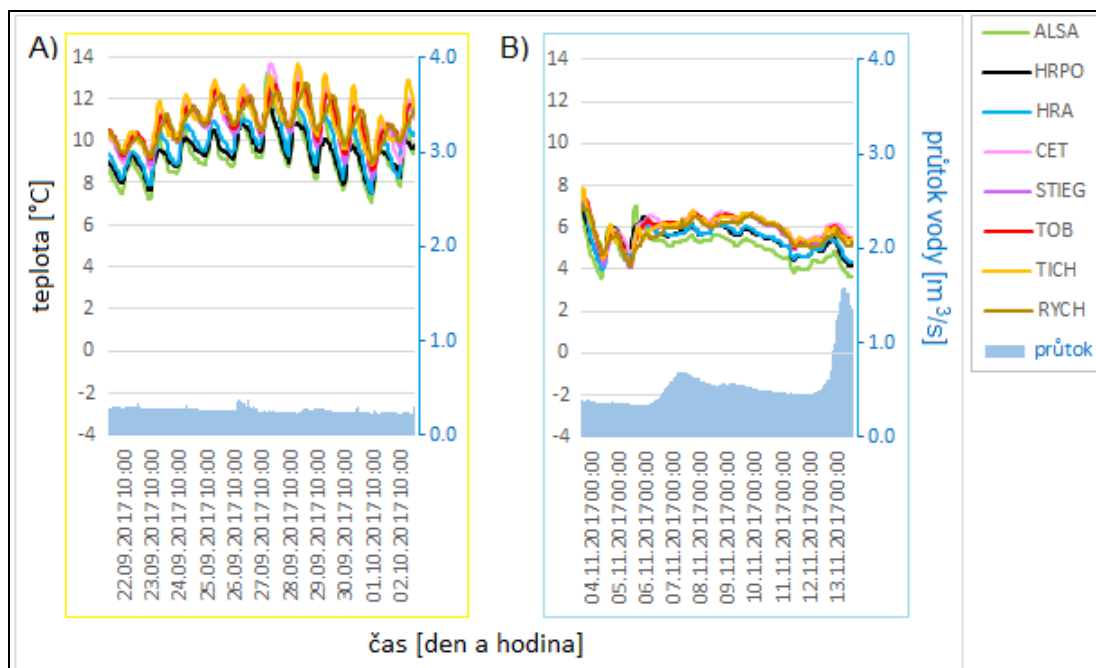
Ačkoliv by se z obr. 13 zobrazujícího teploty v jednotlivých lokalitách během teplého období mohlo zdát, že teplot nad 15 °C dosahují lokality jen velmi málo, srovnáním stejného období s prvním datasetem (obr. 14) můžeme dojít k závěru, že v obou letech se zde vyskytuje dostatečné množství teplých dní ($T \geq 15 \text{ °C}$). Drobné odchylky mohou být vysvětleny nestejnými meziročními podmínkami. U obou datasetů byla pro srovnání použita pouze data z totožných lokalit a zároveň z období jejich překryvu, tedy 10. 8. – 4. 9. roku 2017 (dataset č. 1) a roku 2018 (dataset č. 2).



Obr. 14 Grafické znázornění meziročních rozdílů teplot v měřených lokalitách pomocí boxplotů. Zájmovým obdobím je časový překryv datasetu č. 1 a č. 2, konkrétně období 10. srpna až 4. září. Modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční.

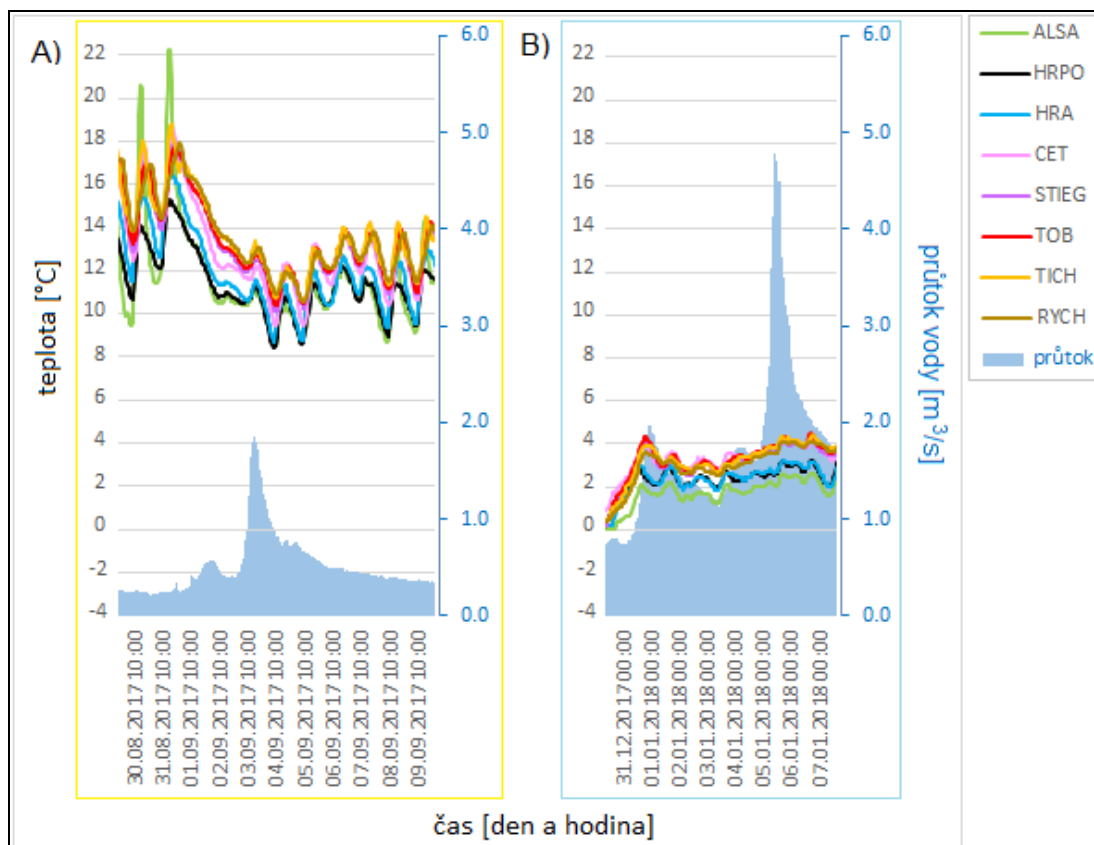
Grafy průběhu teplot jednotlivých datových řad jsou kvůli potřebnému vysokému rozlišení uvedena v přílohách a rozdělena na teplé (příloha 7) a chladné (příloha 8) období. V textu dále jsou uvedeny pouze časové výseky, na nichž je demonstrováno chování teploty a případné abnormality.

Průběh teplot v teplém a chladném období se od sebe viditelně liší. Zatímco u teplého období můžeme vidět poměrně ostré kolísání teploty (obr. 15A), v chladném období se teplota mění pozvolna a nepravidelně (obr. 15B).



Obr. 15 Charakter průběhu teplot rozdílný pro teplé a chladné období, částečný záznam průběhu teplot – výsek z přílohy 7 (15A) a z přílohy 8 (15B). A) *teplé období*, ostré a pravidelné kolísání teploty. B) *chladné období*, pozvolné a nepravidelné kolísání teploty.

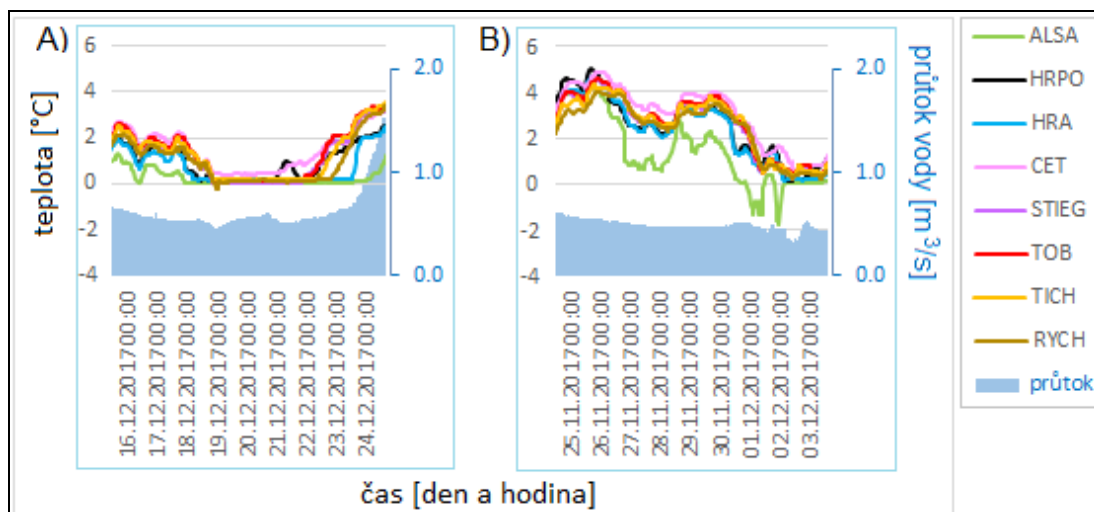
U obou období je navíc možné vysledovat úseky, v nichž teplota klesá nebo stoupá dlouhodobě bez diurnálních změn (obr. 16). Tyto poklesy můžeme částečně vysvětlit změnou počasí a zvýšením průtokem vody, tedy například srážkami nebo táním. Chronologicky by bylo možné tyto úseky popsat tak, že nejprve dochází ke zvýšení průtoku vody, a bezprostředně poté i ke snížení nebo zvýšení teploty. Přičemž ke snížení teploty docházelo v teplém i chladném období, zvýšení teploty bylo pozorováno pouze v chladném období. Ke zvýšení teploty by mohlo docházet během tání, kdy rozehrátý led a sníh otepluje zatím ještě chladný tok.



Obr. 16 Výkyv teplot, částečný záznam průběhu teplot – výsek z přílohy 7 (16A) a přílohy 8 (16B). A) *teplé období*, s kladnou změnou průtoku teplota vody klesá. B) *chladné období*, s kladnou změnou průtoku teplota stoupá.

V chladném období lze nalézt dokonce i období, kdy voda v okolí měřiče pravděpodobně zamrzla a všechny křivky se drží při 0 °C (obr. 17A). Toto zamrznutí se udrželo déle v lokalitách blíže k prameni, kde bývá teplota vody obecně nižší. V lokalitách dále od pramene vidíme rychlejší pozitivní změny teplot. Rozmrazení toku a jeho okolí opět souvisí s velikostí průtoku vody, na konci periody zamrznutí je opět možné pozorovat zvýšení průtoku.

Všechny teplotní řady mají víceméně stejný průběh teplot, avšak lokalita ALSA (Alte Säge) na grafu chladného období se od ostatních liší (obr. 17B, zelená křivka). Jako příčina se nabízí snížení hladiny vody, což mohlo způsobit, že byl měřič ovlivněn teplotou vzduchu, a ne teplotou vody. Tuto domněnku podporává fakt, že průtok vody byl v tomto období stabilně nižší a teplota vody v ostatních lokalitách se pohybovala okolo 2 až 4 °C, a tedy nebyla natolik nízká, že by mohla voda zamrznout.



Obr. 17 Teplotní abnormality v chladném období v datasetu č. 2, částečný záznam průběhu teplot – výsek z přílohy 8. A) zamrznutí vody v okolí měřiče. B) příklad odlišného průběhu teplot v lokalitě ALSA (Alte Säge) pravděpodobně způsobený poklesem hladiny volné vody a přechodné snímání vzdušné teploty.

5.3. DATASET Č. 3

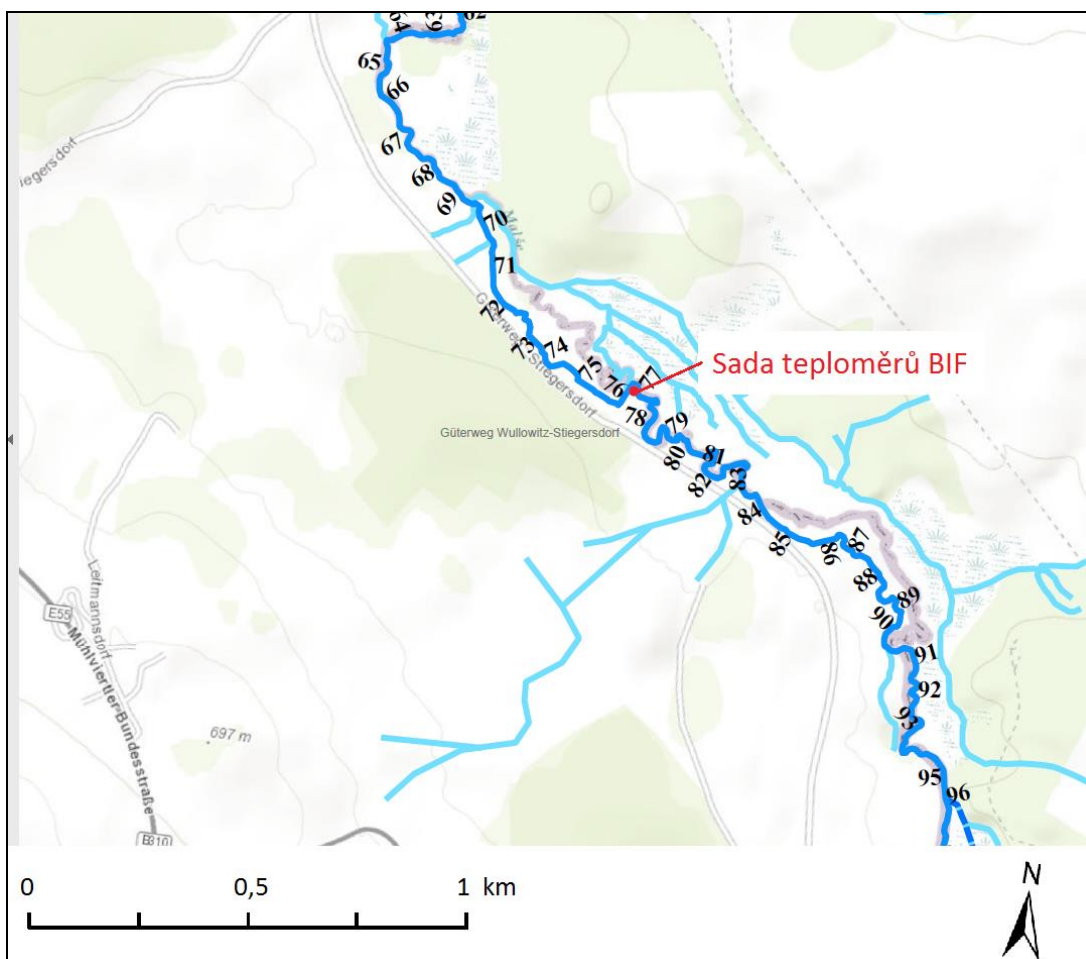
Lze předpokládat, že křivka teploty hyporeálu bývá stabilnější, protože voda v něm není tak ovlivňována náhlými změnami teplot. Např. při letní bouřce nateče do reoplagiálu množství teplé vody, která více než obvykle zvýší teplotu celého toku. K ověření této myšlenky byla použita data již dříve zpracovaná Ing. Vojtěchem Barákem. Zároveň jsme chtěli ověřit prvotní výsledek, že teplota toku stoupá se zvyšující se vzdáleností od pramene.

Dataset, na jehož zdrojových datech jsem se podílel, obsahuje záznam teplotního měření ze 4 lokalit, přičemž v každé lokalitě byla teplota snímána třemi teploměry (viz kapitola 4.3) v různé hloubce tak, aby byl pokryt celý říční profil (horní, střední a dolní měřič). Každá teplotní řada obsahuje 2505 záznamů, celý dataset tedy pojímá 62 625 teplotních měření. Snímání teploty probíhalo v období od 1. února 2018 do 16. května 2018. Pro hodnocení dat bylo toto období také rozděleno na dva časové úseky, tzv. chladné období (od počátku do 31. března 2018) a tzv. teplé období (od 1. dubna do konce snímání). Grafická zobrazení zvláštností trendů v rámci těchto dvou období jsou popsána v textu této kapitoly, všechny zbylé grafy jsou uvedeny v příloze 9-49.

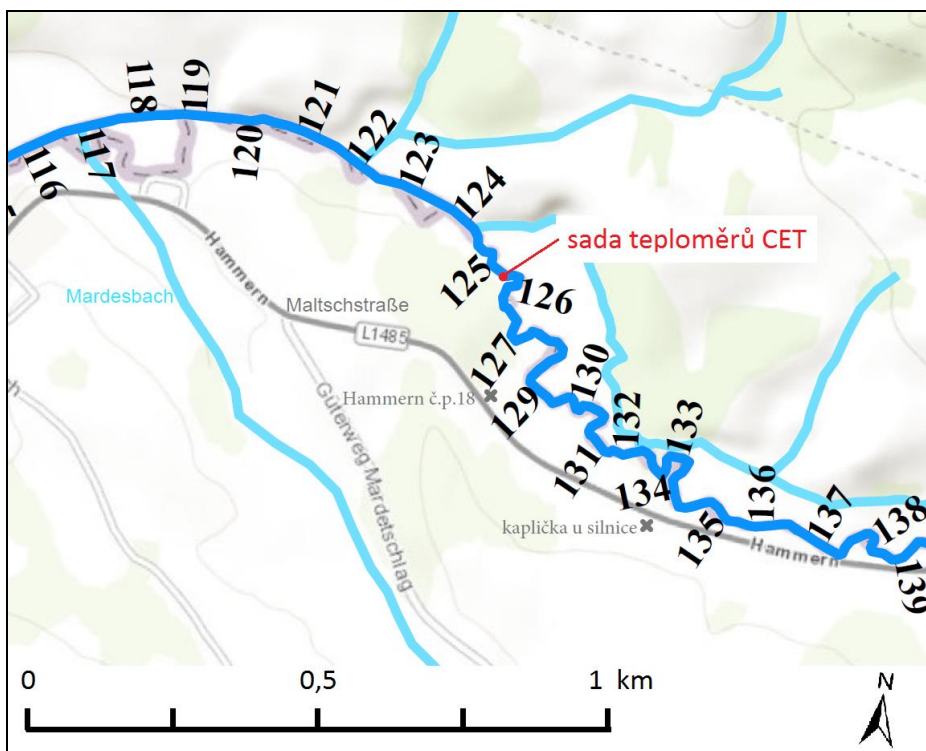
Základní numerické hodnoty (variační koeficient, průměr, medián), pořadí ploch od pramene a geografická označení, od kterých byly odvozeny zkratky ploch, jsou uvedeny v příloze 9.

Normální rozdělení dat bylo opět testováno pomocí Shapiro-Wilkova testu (příloha 10) a graficky pomocí Q-Q testu (příloha 12) a histogramem (příloha 11). Opět se ale ani rozdělením na teplé a chladné období nepodařilo normality dosáhnout. K porovnání řad mezi sebou tedy nemohla být využita analýza rozptylu (ANOVA) jakožto parametrický test. Pro porovnání datových sad byl použit neparametrický Kruskal-Wallisův test, který ukázal, že se datové řady jednotlivých lokalit od sebe významně liší (p-hodnota < 2.2e-16).

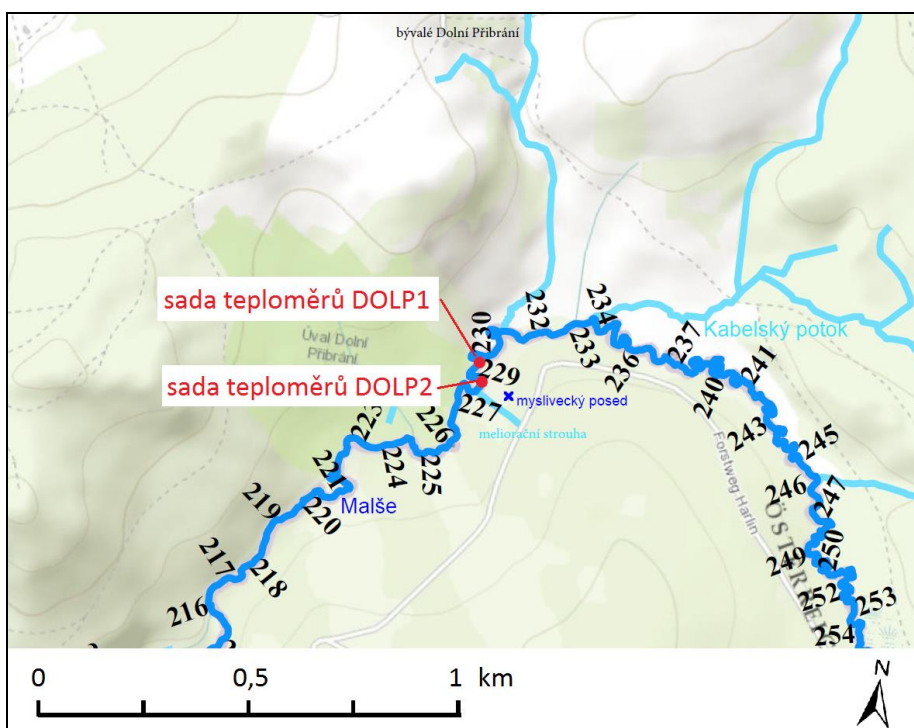
Na mapových podkladech níže (obr. 18 až 20) jsou zaneseny přesné lokalizace měřicích přístrojů, díky nimž byla pořízena data tohoto souboru.



Obr. 18 Mapový podklad měřeného úseku „bifurkace“, kam byla umístěna sada teploměrů s označením BIF (zdroj: Linda Staponites, zobrazena projektová kilometráž, upraveno).



Obr. 19 Mapový podklad měřeného úseku Cetviny, kam byla umístěna sada teploměrů s označením CET (zdroj: Linda Staponites, zobrazena projektová kilometráž, upraveno).

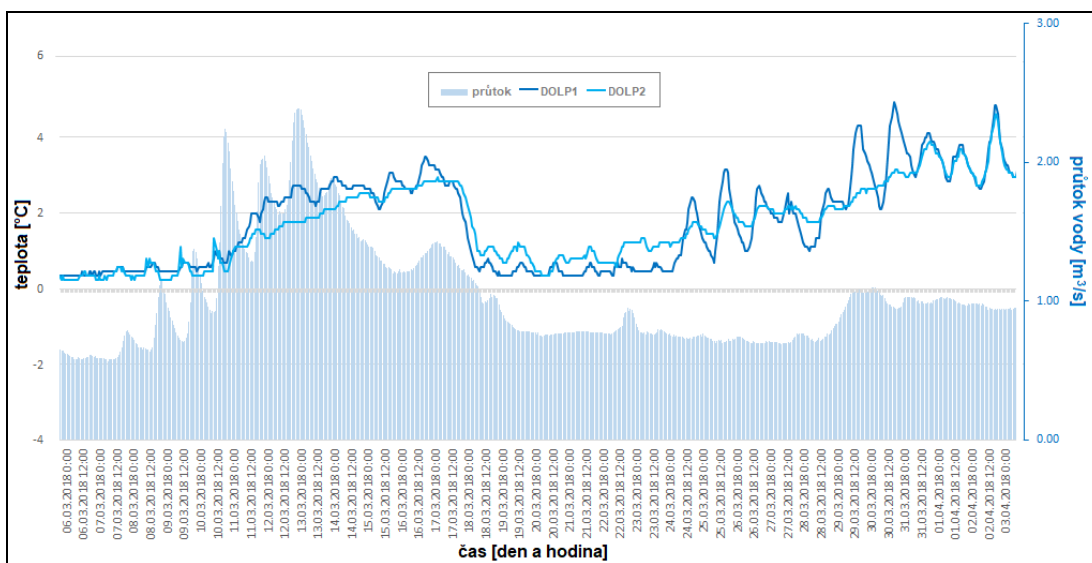


Obr. 20 Mapový podklad měřeného úseku Dolní Příbrán, kam byly umístěny sady teploměrů s označením DOLP1 a DOLP2 (zdroj: Linda Staponites, zobrazena projektová kilometráž, upraveno).

Na mapovém podkladu lokality DOLP (obr. 20) je možné zhodnotit vzdálenost sousedních měřičů. Ačkoliv jsou umístěny v poměrně malé vzdálenosti, jejich záznamy teplot se od sebe poměrně liší. Záznamy teplot obou míst jsou uvedeny v přílohách 34-41 (pro lokalitu DOLP1) a v přílohách 42-49 (pro lokalitu DOLP2).

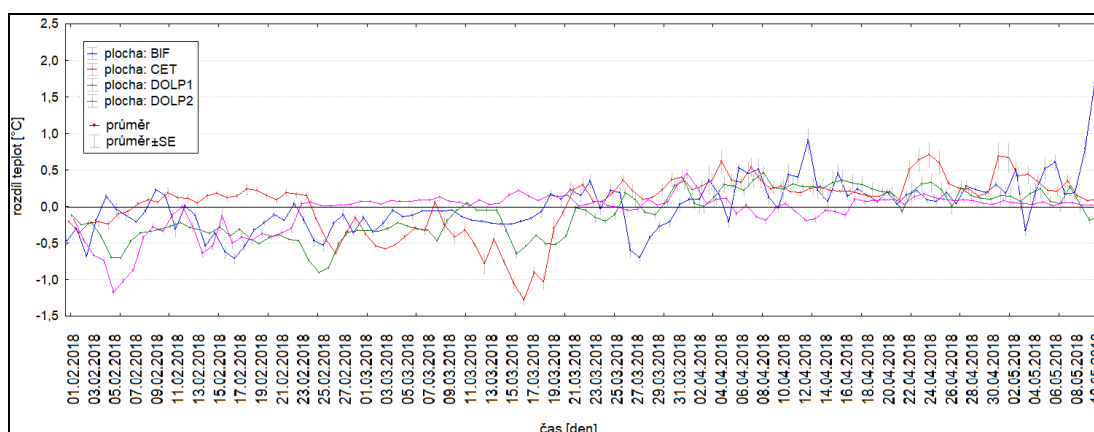
Lokality DOLP1 a DOLP2 byly porovnávány s cílem ujištění, zda můžeme snímání teplot zcela důvěřovat a případně vybrat tu, v níž jsou data v pořádku. Ukázalo se však, že u obou (a především u DOLP2) pravděpodobně dochází opakovaně k zanášení bahnem a po určité době opět k očišťování říční vodou. Proces je pěkně viditelný na obr. 21, kde je možné sledovat zvýšený průtok vody, následně křivka DOLP1 pokračuje v kolísání teploty, zatímco DOLP2 má od 11. 3. velice pozvolnou tendenci. Za takto výrazně deštivých dnů nelze předpokládat i výrazné kolísání teploty, proto je možné se domnívat, že je křivka DOLP1 v pořádku. Dne 17. 3. dochází k mírnému ochlazení, a tedy křivka DOLP 1 klesá o něco více než DOLP2 (v bahně se lépe udrží vyšší teplota než přímo v proudu). Od 31. 3. nejspíše došlo k očištění měřiče DOLP2, protože opět pozorujeme shodné teploty obou snímačů.

Dalším potvrzením tohoto výsledku je i porovnání dat z obr. 21 s daty středních a dolních měřičů (přílohy 36 a 37 pro DOLP1 a přílohy 43 a 44 pro DOLP2). Lze pozorovat, že u DOLP1 se linie horního, středního a dolního měřiče od sebe liší (mají různou teplotu), zatímco linie měřičů u DOLP2 vykazují stejnou teplotu.



Obr. 21 Porovnání průběhu teplot horních měřičů v lokalitě DOLP a průtoku vody. Graf značí odlišnost trendů dvou snímačů způsobenou pravděpodobně zanesením bahnem podloženou záznamem průtoku vody (srážkami).

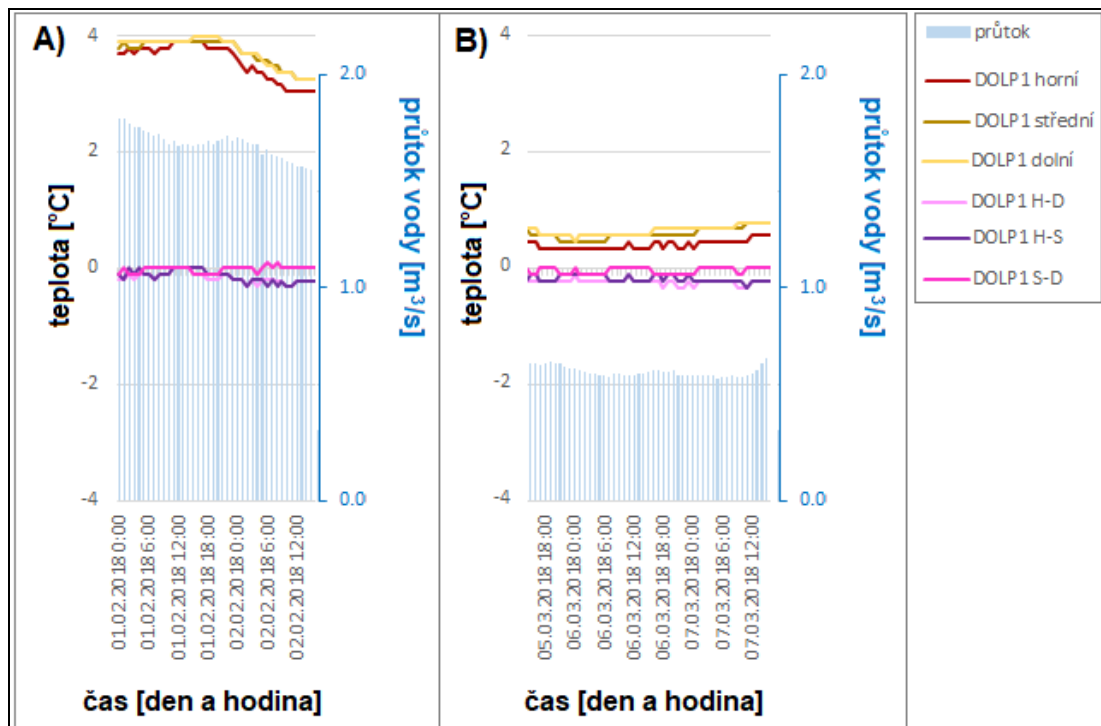
Na obr. 22 jsou znázorněny rozdíly teplot horního a spodního měřiče. Čím větší rozdíl byl mezi měřenými teplotami, tím vyšší nebo nižší byla hodnota na grafu. Analogicky tedy platí, že čím menší byl rozdíl mezi měřenými teplotami, tím se křivka blížila nule. Toto srovnání rozdílů teplot je důležité z hlediska odhalení downwellingu či upwellingu.



Obr. 22 Srovnání rozdílů teplot datasetu 3 (1. 2. – 16. 5. 2018) horního a spodního měřiče v průběhu celé doby snímání měřičů.

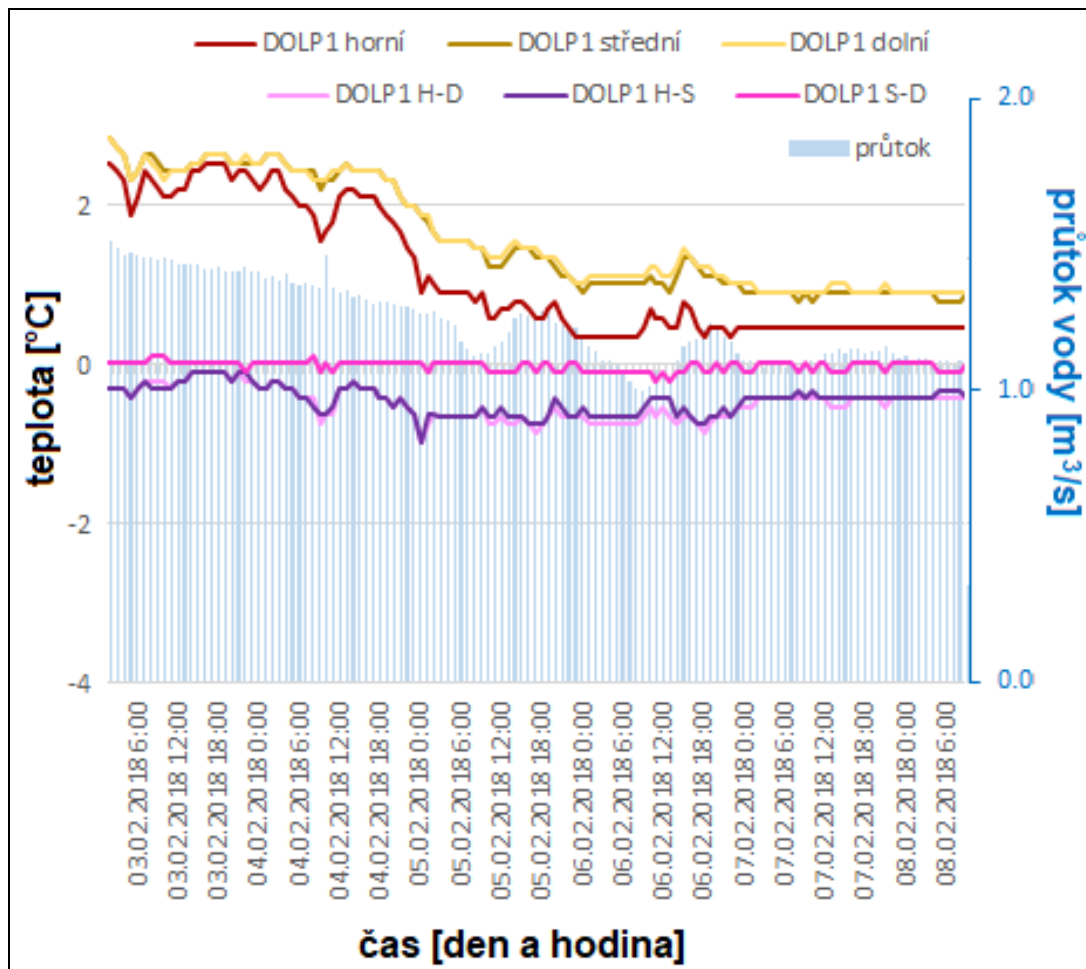
K přesnější definici upwellingu a downwellingu z prezentovaných grafů je vhodnější použít data ze všech tří vertikálně uložených snímačů teploty. V rámci zkoumaných čtyř lokalit bylo odhaleno, že k popsáným jevům dochází nezávisle na lokalitě i na čase, v některých častěji, v jiných méně často nebo vůbec. Na třech výřezech níže u lokality DOLP1 jsou uvedeny příklady podoby upwellingu a downwellingu (obr. 23A, 23B, 24), upwellingu v teplém období (obr. 25) a na výřezu lokality CET je zobrazen příklad downwellingu v teplém období (obr. 26). Všechny tyto příklady je možné pozorovat i u zbylých lokalit. Vzhledem k nejednoznačnosti datových řad však nelze s jistotou určit, zda jsou jevy skutečně přítomné nebo se jedná o chybu měření. Podobně jako u DOLP2 může totiž docházet k zanášení nebo naopak vyhrabávání měřičů a následnému zkreslení teplot.

Vzhledem k nejednoznačnosti datových řad nelze s jistotou určit, zda jsou jevy skutečně přítomné nebo se jedná o chybu měření. Podrobněji o downwellingu a upwellingu pojednává kapitola 3.4.



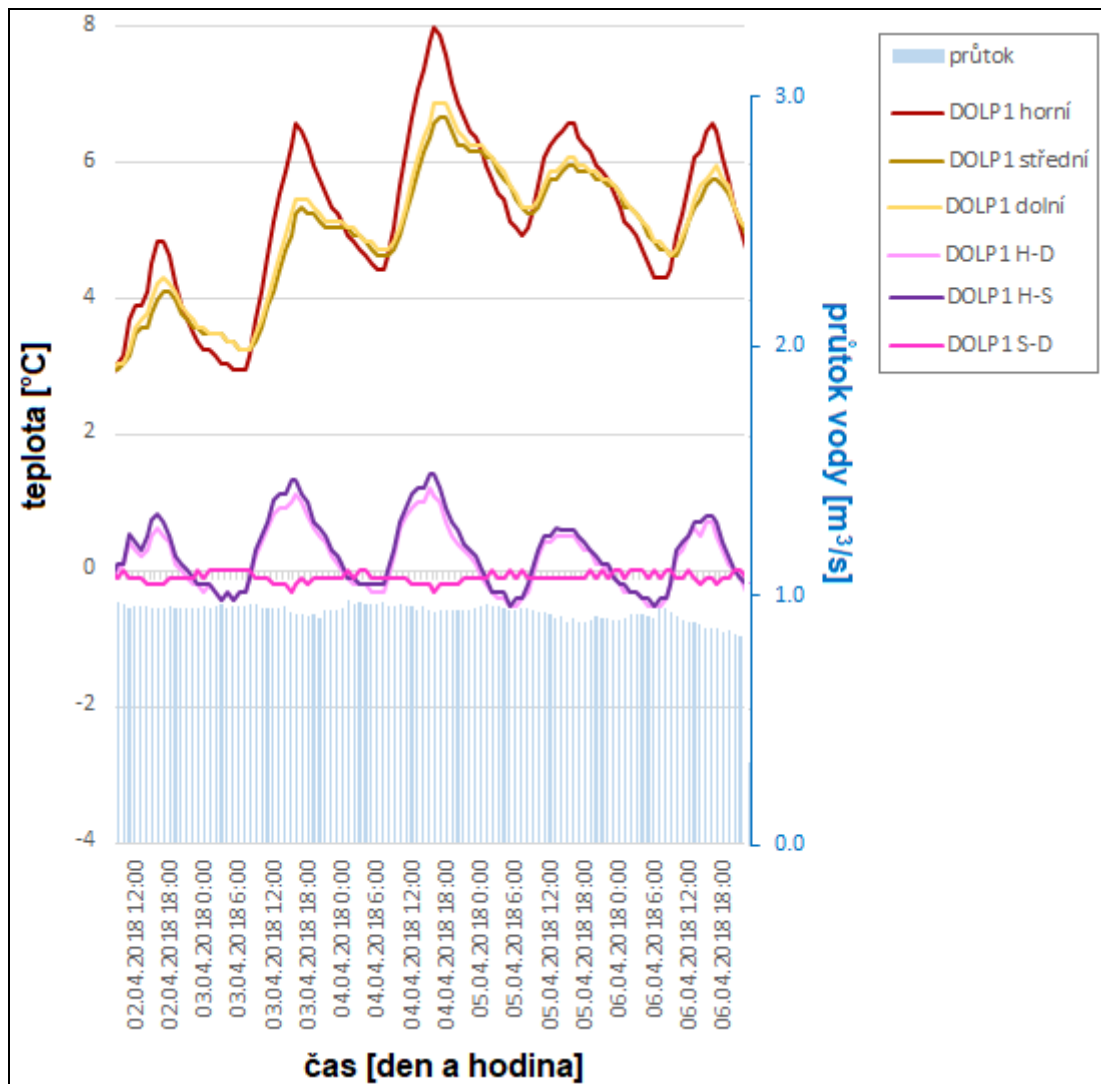
Obr. 23 Lokalita Dolní Příbrán (DOLP1) - chladné období, downwelling vs. zamrzlá voda v celém horizontálním profilu. Malý rozdíl teplot svádí k mylné interpretaci downwellingu., DOLP1

Na obr. 23A můžeme vidět možný příklad downwellingu v chladném období. Teploty ze všech tří teploměrů jsou zde velmi podobné a rozdílové křivky neukazují velké výchylky. To může ukazovat na fakt, že voda o teplotě 4°C se právě zanořila do hyporeálu a nebyla tam nijak zvlášť teplotně ovlivněna. Na obr. 23B můžeme vidět obdobnou teplotní situaci, avšak teploty všech teploměrů se pohybují okolo nuly. Rozdílové křivky opět neukazují výrazné rozdíly mezi jednotlivými měřáky. Právě ale teplota kolem nuly ukazuje, že voda zmrzla a pravděpodobně nastal jev zvaný vnitrovodní led, takže všechny teploty jsou stejně nízké.



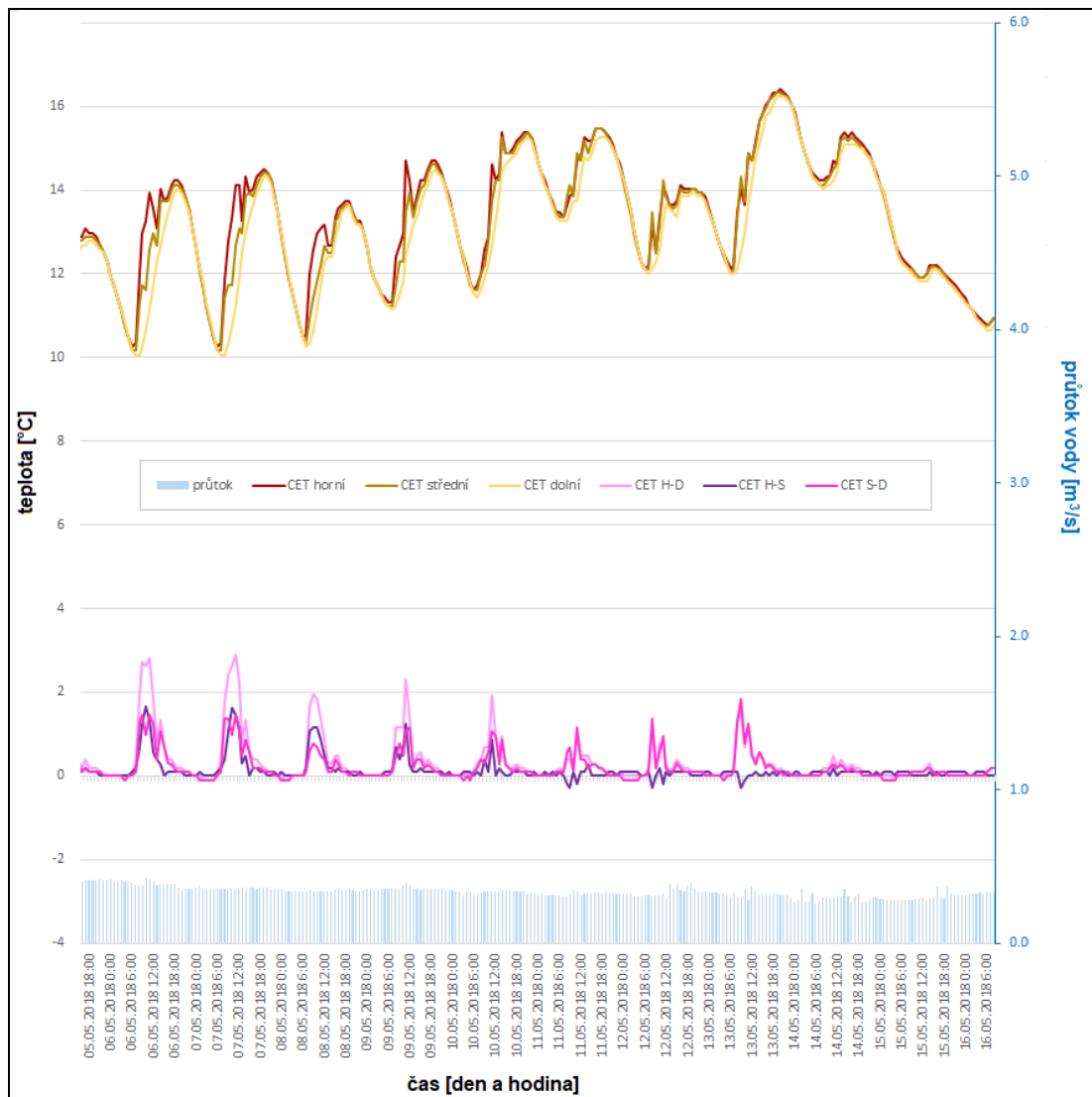
Obr. 24 Lokalita Dolní Příbrání (DOLP1) - chladné období, výsek z přílohy 34, pravděpodobný příklad upwellingu.

Na obr. 24 vidíme výsek z přílohy 34 z lokality dolní Příbrání (DOLP1) z chladného období (3. 2. - 8. 2. 2018). Teploty obou teploměrů v hyporeálu jsou podobné (DOLP1 střední a DOLP1 dolní), zatímco horní teploměr ve volné vodě (DOLP1 horní) je chladnější. Tato situace může ukazovat na upwelling, protože teplejší voda v celém hyporeálu se vynořuje ze dna, ale masa chladnější voda z toku ji ihned zchladí. 6. 2. 2018 začala voda pravděpodobně zamrzat, ale dle stále rozdílného chodu teplot volné vody a hyporeálu můžeme usuzovat na pokračování upwellingu.



Obr. 25 Lokalita Dolní Příbrán (DOLP1) – teplé období, pravděpodobný upwelling

Na obr. 25 můžeme pozorovat viditelné denní kolísání, přičemž nejteplejší je volná voda. Hyporeálová teplota je zvláštní v prvku, že nejspodnější teploměr má nepatrně vyšší teplotu než střední. Tato situace má zvláštní průběh, přesto by se dalo tvrdit, že je to příklad upwellingu v teplém období, protože teploměry v hyporeálu jsou víceméně srovnatelné, zatímco teplota volné vody je výrazně vyšší.



Obr. 26 Lokalita Dolní Přibrání (DOLP1) – teplé období, pravděpodobný downwelling

Obr. 26. z teplého období nám ukazuje velmi malé rozdíly mezi všemi teploměry. To může ukazovat na downwelling, protože teplá volná voda se zanoří a vzhledem ovlivní oba hyporeálové teploměry.

6. DISKUZE

Teplota do značné míry ovlivňuje perlorodky v jejich rozmnožování i při přežití. Různí autoři se navíc ve výši teplot či souhrnu teplot důležitých pro rozmnožování či samotné přežití rozcházejí. Část hypotéz však nebyla dosud dostatečně empiricky potvrzena. V kapitole jsou zprvu kriticky vzájemně hodnoceny publikované údaje, poté následuje diskuze vlastních výsledků.

6.1. PROBLEMATIKA TEPLoty PARAZITNÍ FÁZE VÝVOJE – SYNTÉZA Z REŠERŠE

Hruška (1992) prezentuje názor, že aby byl úspěšně dovršen parazitární vývoj, měla by být teplota vody vyšší než 15 °C alespoň po dobu 14 dní. Také vyvrhování glochidií do volné vody, které se odehrává obvykle v srpnu, je ovlivněno teplotou. Pro tento proces je nutná celková suma teplot 380 až 420 °C (Hruška 2000). Hruška (1992) udává 1300-1430 °C při akvarijských podmínkách, v přirozeném prostředí uvádí z roku 1987 sumu teplot 1760-1820 °C a z roku 1988 sumu teplot 1818-1860°C. Hruška (2000) ještě upřesňuje, že suma denních stupňů 1350 °C platí pro podmínky v nadmořské výšce 750 m. n. m.

Taeubert et al. (2013) ve vlastním výzkumu perlorodek vedeném na pstruzích ve pstruhárně napájené studenou podzemní vodou diskutuje Hruškou často zmiňovanou minimální teplotu 15 °C po dobu 14 dní. Tvrdí, že tato informace o teplotách a počtech dnů nebyla empiricky ověřena. Také ve svém výzkumu uvádí součet denních teplot od infikování hostitele po dokončení metamorfózy, který se pohybuje mezi 1700 a 3440 denních stupňů, což je výrazně vyšší maximum, než tvrdí Hruška (1992). Více než 80 % všech mladých perlorodek dokončilo vývoj po 73denním období mezi sumou 2220 až 3080 °C denních teplot. Thomas et al. (2010) publikoval hodnoty naměřené z Walesu, kde průměrem bylo 2381 denních stupňů v rozsahu 2229-2619 °C denních stupňů.

Ze srovnání závěrečné fáze metamorfózy a vypouzdřování juvenilních perlorodek v přirozených i uměle vytvořených podmínkách lze usoudit, že vývoj probíhá zprvu plynule v závislosti na teplotě vody, avšak ke konci období, které by se dalo charakterizovat dosažením sumy teplot 1100 °C, dochází ke zpomalení vývoje a vyčkávání na ustálené období, ve kterém průměrná teplota vody dosáhne nebo přesáhne 15°C. Pokud se hostitelská ryba dostane do chladnější vody, vývoj se

zastaví nebo zpomalí. Dojde-li však k ochlazení vody již ve fázi počátku vypouzdřování juvenilních perlorodek z cyst, není tento vývoj již zabrzděný, ale dosud také není ověřena životaschopnost vypouzdřených juvenilních perlorodek v tomto prostředí (Hruška 1992).

I když se zdá, že teplota ve výše uvedených životních etapách perlorodek hraje naprosto klíčovou roli, je nutné mít na paměti komplexnost biologických vztahů a pokusit se o složitější pokusy zahrnující i jiné, například další fyzikálně-chemické faktory.

6.2. PROBLEMATIKA EXTRÉMních TEPLOT PODLE PUBLIKOVANÝCH POZNATKŮ

Degerman et al. (2009) a Hastie et al. (2003) udávají horní limitní teplotu 25°C. Tyto limitní teploty však nejsou na českých tocích s výskytem perlorodek obvykle dosahovány. Výjimku tvoří některé úseky Blanice s širokým mělkým korytem, kde došlo k odumření břehových porostů na grafiózy. Např. v roce 2010 došlo v červenci k opakovanému stoupenutí teploty vody nad 23 °C s velkou denní amplitudou s minimy pod 16 °C (nepublikované údaje J. Hrušky in Simon et al. (2018).

Nízké teploty jsou také v některých dalších ohledech problematické. (Simon et al. 2017) uvádí, že se při nízké teplotě snižuje rozklad organického detritu, a tím i klesá využitelnost detritu perlorodkou.

V měnícím se klimatu, kdy dochází k oteplování vzduchu, se vlivem zvýšené výměny tepla s atmosférou zvyšuje i teplota říční vody (Kędra a Wiejaczka 2018). V důsledku nízkého vodního stavu toku se zmenší oblast pokrytá vodou, v létě se díky tomu voda rychleji prohřívá a v zimě hrozí vyšší riziko zamrzání stanovišť (Degerman et al. 2009). Přestože se některé populace perlorodky mohou aklimatizovat na postupné oteplení řek, je pravděpodobnější, že budou ovlivněny změnami způsobenými extrémními klimatickými událostmi, jako bylo například vymírání perlorodek po povodních i během sucha dokumentované z Portugalska (Sousa et al. 2015). Například očekávaný nárůst maximálních teplot a frekvence a trvání mimořádně teplých období v létě může být škodlivé, zejména v malých potocích, které mají tendenci rychle se ohřát (Hastie et al. 2003). Teplota vzduchu nejrychleji roste během května, července a srpna, a stejný trend zaujímá i gradient

teploty vody. Nejnepříznivější hodnoty teploty vody pro život perlorodek lze tedy předpokládat v srpnových dnech, kdy je vysoká teplota vzduchu, vyšší výpar, zpravidla nižší vodní stav a zároveň vysoké požadavky na množství vody pro transpiraci vegetace. Oproti tomu příznivější podmínky pro ovlivnění teploty vody lze předpokládat v zimním období, kdy ztrácí teplota vzduchu rozhodující vliv na teplotu vody veličina teploty vzduchu rozhodující vliv (Matoušek 2004; Fuksa 2007). Votruba a Patera (1983) dokonce uvádějí, že silná ledová pokrývka vodní hladiny zcela vylučuje vliv vzduchu na vodní hladinu. Přesto se však v zimním období na teplotě vody podílí více faktorů. Například sněžení do volné vody způsobuje ochlazování toku. Pokud však nasněží na vrstvu ledu, může vrstva sněhu naopak izolovat vodu pod ním od extrémních mrazů, a tedy bránit i dalšímu zamrznutí hladiny do větší hloubky, kde by při nižší hladině vody v zimě mohlo dojít k promrznutí volné vody až ke dnu.

Tepelné podmínky jsou důležité i v odchovných a reprodukčních prvcích (dále ORP), které podle Vaníčková et al. (2014) poskytují optimální podmínky pro růst a přežití juvenilních stádií perlorodky. Struktura ORP se skládá z propustného a nepropustného podloží – v prostoru propustného podloží komunikuje voda z hlavního toku zákrutovité stružky s vodou v mělkém hyporeálu. Kořínky travin prorůstající do toho zvodnělého prostředí po odumření vytvářejí jeden z velmi úživných typů potravního detritu pro perlorodku. V potravních stružkách a v celé ploše zvodnělé nivy zároveň dochází k prohřívání vodního prostředí (Simon et al. 2017).

Problémem, který mohou meteorologické jevy související s nízkou teplotou způsobovat jak na ORP, tak i ve volném toku, je vznik vnitrovodního ledu (Simon et al. 2017), což jsou houbovité struktury z jemných krystalů namrzající na dno. Při nízkých teplotách ale vznikají i další ledové jevy – mázdry, kaše a tříšť. Chod ledové kaše a tříště vytváří ledový nápěch, který je příčinou zimních povodní během mrazů (Matoušek 2000) a může snadno ucpávat boční koryta. Při silných mrazech je proto nutné provádět preventivní kontroly ORP (Simon et al. 2017), aby nedošlo k poškození juvenilních perlorodek a samotného tělesa ORP.

6.3. VYUŽITÍ KONTINUÁLNÍHO ZÁZNAMU DAT PRO HODNOCENÍ BIOTOPU PERLORODKY ŘÍČNÍ V PP HORNÍ MALŠI

Kontinuální snímání teplot se ukázalo být velmi spolehlivým nástrojem při vyhodnocování teplotní situace v toku a možná i k predikci možných následků změn teplot. Z teplotních dat uváděných v této diplomové práci lze vyčíst mnoho zajímavých skutečností, které jsou v souladu s dosavadními znalostmi o životě a přežívání perlorodek.

Co se týče maximálních teplot, v každém datasetu je možné pozorovat výskyt dnů s teplotou 15 °C a více. Nikdy však teplota nepřesála horní limit 25 °C. Za pomoci použitých dat se však nepodařilo spolehlivě prokázat, že se teploty v teplém období ve zkoumaných lokalitách udrží alespoň 14 dní, lze to pouze předpokládat.

Na přežití kolonií perlorodky říční se však podílí mnoho více či méně známých faktorů, které v této práci nejsou brány v potaz. Na výsledky použité v předkládané diplomové práci navazují již další projekty, které zohledňují i např. konduktivitu vody, množství rozpuštěného CO₂ či přítomnost vodní vegetace.

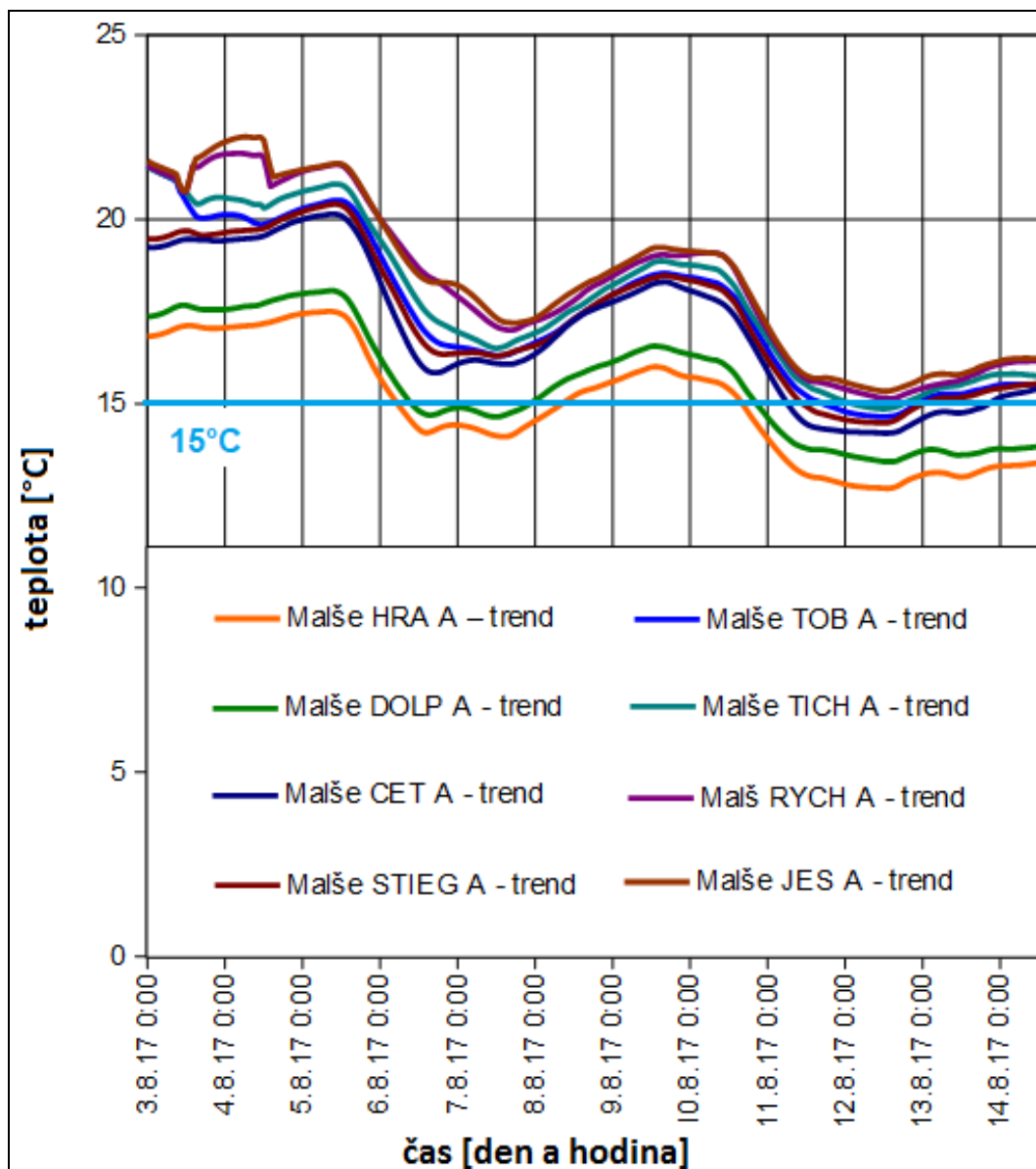
Největší výhodou záznamové sestavy je bezesporu možnost pozorovat tři vertikální úrovně toku současně. Díky tomu je možné datové řady mezi sebou vyhodnocovat a porovnávat. Ačkoliv se jedná o velmi funkční nástroj, je nutné nastavit metodické podmínky tak, aby bylo možné data lépe verifikovat a díky tomu snad i zaznamenat modelové situace. Ukázalo se totiž, že je vhodné sledovat více oblastí na toku, avšak v každé lokalitě byla pouze jedna měřicí soustava. V případě, že dojde k neočekávanému poškození nebo posunutí měřiče (v případě DOLP2 výraznému zanesení měřičů), přijdeme tak o cenné informace. Zároveň by vyhodnocení dat pomohlo umístění většího množství měřičů v každé z lokalit. Bylo by tak možné s mnohem vyšší přesností určit správné a chybové datové řady a odvodit z nich referenční hodnoty vhodné k více objektivnímu zpracování. Větší množství konkrétních měření může pomoci vzhledem k časovým a prostorovým změnám vzniku downwellingu a upwellingu (sonda nezaznamená změnu teplot při downwellingu, pokud tento jev nastane jen o metr vedle ní). Výsledky třetího datasetu (období 1. 2. - 16. 5. 2018) ukázaly, že je nutné pro další výzkum rozmístit pro jednu lokalitu větší množství měřičů a získat tak podrobnější informace o teplotách a případných abnormalitách (zanesení či vyplavání měřiče).

Díky kontinuálnímu teplotnímu měření můžeme například ověřit otázku, jestli se voda dále po toku ochlazuje nebo ohřívá. V příloze 2 a na obr. 27 je vidět, že trendy teplot jsou jasně viditelné s teplotním rozdílem, jak postupuje voda po proudu.

Dále z obr. 27 je patrné, že mezi profily Hraniční potok (HRA) a Dolní Příbrání (DOLP) se po proudu řeka mírně, ale viditelně oteplí. Mezi Dolním Příbráním (DOLP) a Cetvinami (CET) je rozdíl v oteplení dolů po toku nejvýraznější. Dále teploty toku mírně rostou, ale už nijak výrazně. Může se tedy stát, že jsou některé části toku vyloženě nevhodné? Odpověď můžeme interpretovat pomocí ortofotomapy (viz obr. 28), kde je zobrazen hustý smrkový porost v širokém okolí řeky včetně samotné nivy. Tento hustý porost může být příčinou nedostatečného prohřátí údolní nivy. Na obr. 27 a v příloze 2, že teplota 15°C není sice často dosahována u lokalit HRA (9 dní, viz obr. 27) a DOLP (12 dní, viz obr. 27), ale může to být pouze důsledkem chladnějšího roku než obvykle. Pokud by se mělo kvantifikovat, jak dlouho by bylo nutné sledovat tato chladná místa, bylo by možné vzhledem k datům z minulosti (2017-2018) přistoupit na přibližně další dva roky sledování. Poté by se v rámci ochranného managementu a v součinnosti s lesníky a majiteli lesů mohlo přistoupit k pokusnému prosvětlení říční nivy během zimního období. Potenciální přínos v podobě zvýšení teploty by se mohl projevit v následující vegetační sezóně, přičemž ověření by následovalo po další dva roky.

Co se týče průběhu změn do hloubky, kontinuální data poskytla různé výsledky. Teplota rostla do hloubky, klesala i zůstávala konstantní (viz kapitola 5.1–5.3) v závislosti na denním i ročním kolísání a na přítomnosti či absenci downwellingu či upwellingu. Pro přesné určení změn je třeba znát všechny tyto okolnosti a faktory podílející se na změně teplot do hloubky.

Pokud bychom se měli podívat na hyporeál s konkrétní otázkou, zda je tam tepleji a případně proč, je nutné určit konkrétní příklad za konkrétních podmínek. V hyporeálu je totiž tepleji v zimním období, kdy volná voda je chladná (např. kolem 4°C), nebo rovnou zamrzá. (viz příloha 18-20). Z teplotních řad vyplývá, že v hyporeálu je z velmi velké části tepleji. Nejen že má hyporeál pomalejší teplotní setrvačnost než volná voda, ale zároveň zde může působit vliv zahřívání ze země.



Obr. 27 Výšek z přílohy 2 – časový průběh trendů teplot jednotlivých datových řad měřená v období 3. 8. – 3. 9. 2017, modrá linie značí diskutovanou teplotu 15°C

Zároveň by z nich bylo možné získat jakousi referenční hodnotu volné vody, s níž by pak bylo možné přesněji definovat, v jakém rozsahu ve vybraných místech dochází k zanořování či vynořování vody.

Takovéto výsledky byly již uvedeny v Martina Konradyho – citace!!!), práce byla provedena na Vltavě, taktéž lokalitě s výskytem perlorodek a poskytla cenná data pro další práci.

6.4. PROBLEMATIKA SLEDOVANÉHO BIOTOPU NA ŘECE MALŠI

Biotop na řece Malši trápí několik problémů, které jsou spolu navzájem provázány. Jako hlavní se jeví nevhodné lesní hospodaření na mnoha místech nivy. Ta je často příliš zarostlá, nepropouští sluneční záření a tok se neohřívá. Zvláště pak v chladných letech v kombinaci s nedostatečným prohřátím nivy nedosahují teploty optimálních hodnot pro reprodukci perlorodky. Jako opatření se jeví revitalizace původního bezlesí, prosvětlení převážně smrkového porostu kolem toku, a případně změna druhové skladby vhodná pro daný vegetační stupeň nebo pro konkrétní biotop (říční niva) (Švanyga et al. 2013). Je však možné, že prosvětlení říční nivy nastane samovolně při napadení nevhodně vysázených porostů smrku kůrovcem.



Obr. 28 Ortofotomapa Malše v úseku mezi Hraničním a Kabelským potokem, státní hranice zde přibližně kopíruje Malši – příklad nevhodného lesního hospodaření z hlediska teplotního (kvůli hustému porostu se neohřívá tok) i z hlediska potravního (nedostatek živného detritu), (zdroj mapy.cz).

Dalším nutným krokem pro zlepšení by byla nutná změna při těžbě samotných dřevin. Kvůli použití těžké techniky (harvestor nebo lesní kolový traktor) dochází ve zvýšené míře k erozi na lesních cestách, které často vedou přes drobné vodní toky. Vznikají hluboké erozní rýhy, splaveniny se posléze dostávají

do hlavního toku a zahlcují ho bahnem, které není pro perlorodky vhodné z hlediska přichycení se na dno (Hruška a Volf 2003; Švanyga et al. 2013). Použití těžké techniky při pasečném hospodaření také s sebou nese úskalí v podobě narušeného mikroklimatu na pasece a opět hrozí zvýšená eroze vlivem odhalené a ničím nekryté půdy. Použití těžké techniky oproti vyvážení dříví koňmi je však levnější a zároveň pasečné hospodaření jednodušší než výběrové hospodaření. Proto by měli být vlastníci lesů nejspíše ekonomicky motivováni, aby prováděli přírodě blízké hospodaření v lesích kolem perlorodkových toků.

6.5. MANAGEMENT NA OVLIVNĚNÍ TEPLoty V EVROPSKÉM KONTEXTU

Perlorodky vzhledem ke svým životním nárokům populačně ubývají nebo na některých místech již zcela vyhynuly (Hruška 1992; Sousa et al. 2015). Přirozeně se vyskytují od severního Španělska až k polárnímu kruhu (Bauer 1992). Životaschopné populace se však nacházejí v méně jak padesáti řekách světa, a to hlavně v Kanadě, severozápadním Rusku (oblast Karelské republiky přímo sousedící s Finskem), na severovýchodě Skandinávie a ve Skotsku. Ve střední Evropě jsou ještě malé populace v České republice, v Bavorsku a Rakousku, v jižní Evropě v Portugalsku a Španělsku (Cosgrove et al. 2000; Švanyga et al. 2013; Lopes-Lima et al. 2017; Murzina et al. 2017). V Polsku již perlorodky nebyly nalezeny a předpokládá se, že vyhynuly (Zajac et al. 2014).

Hruška (1992) uvádí, že v českém prostředí je parazitální fáze jen krátkodobá epizoda v řádu měsíců, dle Ziuganova et al. (1994) však parazitální fáze na řece Varzuga v severní Evropě trvá až jedenáct měsíců. Tento rozdíl mezi středoevropskou a severoevropskou lokalitou je potvrzením, že nižší teplota vody je příčinou delšího vývoje glochidií.

V rámci managementu na ovlivnění teploty na evropských perlorodkových tocích se pracuje s tzv. nárazníkovou zónou (buffer zone). Ta je definována jako prostředí bezprostředně kolem vodních toků a je důležitá kvůli skutečnosti, že stín stromů a opad listů značně ovlivňuje vodu. Pro navržení a udržování této zóny je třeba zjistit, jaké funkce musí splňovat a poté rozhodnout, v jaké podobě a šíři má vypadat (Degerman et al. 2009). Pro chladný tok, který je pro perlorodku nevhodný z hlediska příliš nízké teploty, je tedy vhodné udržovat nárazníkovou zónu ve formě

bezlesí, aby voda měla možnost se ohřát. Naopak přehřívající se toky bez břehových porostů je naopak vhodné z hlediska zastínění osadit patřičnou skladbou dřevin.

Dle Degermana et al. (2009) může být vhodnou osazovací dřevinou například bříza, jilm nebo olše. Je totiž důležité, aby se opadající listí snadno rozložilo a mohlo sloužit jako potrava nejen pro perlorodky.

7. ZÁVĚR

Analýza kontinuálních teplotních dat na řece Malši ukázala na skutečnost, že downwelling a upwelling, tedy zanořování a vynořování, nejsou stálé jevy na jednom místě, mění se časově i prostorově.

Bylo zjištěno, že zanořování a vynořování vody může i výrazným způsobem ovlivnit teplotu na konkrétních místech, proto pro úspěšnou reintrodukci je třeba tyto habitaty z hlediska teploty vody dlouhodobě sledovat a co nejpřesněji určit potenciálně nejvhodnější místa na případnou reintrodukci juvenilních perlorodek, které jsou právě na teplotu velmi citlivé.

V rámci všech tří datasetů bylo potvrzeno, že se může teplota pohybovat (v literatuře často diskutované teplotě) kolem 15 °C a v teplejším období lze tedy předpokládat častější výskyt dní s teplotou vody 15 °C a více. Z toho tedy vyplývá, že lokality potenciálně poskytují z teplotního hlediska optimální životní a reprodukční podmínky.

Vzhledem k udávané přítomnosti perlorodek a také konkrétnímu nálezu fragmentu perlorodky v Malši data podepřela hypotézy minimálních teplot, které jsou nezbytné pro přežívání populací perlorodky říční.

Mezi teplotními řadami všech datasetů bylo pozorováno, že v rámci celého toku mají teploty stoupající tendenci s rostoucí vzdáleností od pramene Malše. To znamená, že příhodnější podmínky pro perlorodku jsou spíše níže po toku, avšak vhodným managementem (prosvětlení horní části nivy) by bylo možné optimálních podmínek dosáhnout i výše po toku.

Analýza kontinuálních teplotních dat v obdobích největších extrémů v letním a zimním období v kombinaci s daty jiných výzkumů (např. aktuální počty perlorodek při inventarizaci na dané lokalitě, analýza biomonitoringu pomocí zjišťování mortality juvenilních jedinců v klíčkách, zkoumání fyzikálně chemických podmínek v hyporeálu, geografické mapování toku) může sloužit k lepšímu ochrannářskému managementu v dané oblasti. Např. výrazně snížená teplota v jednom místě může znamenat vysoký podíl zalesnění nivy. Tímto zjištěním lze upravit lesnický management postupným prosvětlováním nivy, lokálně i pokácením dřevin.

Graficky zobrazená data umožňují sledovat i méně významné jevy, které je však při reprodukování dat nutné zmínit a vzít v potaz. V chladném období lze nalézt i období, kdy voda v okolí měřiče pravděpodobně zamrzla a všechny křivky se drží při 0 °C. Toto zamrznutí se udrželo déle v lokalitách blíže k prameni, kde bylo prokázáno, že proti proudu dochází ke snížení teploty. V lokalitách dále od pramene vidíme rychlejší pozitivní změnu teplot. Rozmrzáni toku a jeho okolí opět souvisí s velikostí průtoku vody, na konci periody zamrznutí je opět možné pozorovat zvýšení průtoku.

Pro kvalitní ochránářský management perlorodky říční z hlediska ovlivnění teploty je nutná mezioborová spolupráce, tedy hlavně s lesními hospodáři a majiteli lesů.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALBRECHT, Josef, 2003. *Českokubudějovicko*. Chráněná území. Praha: AOPK ČR. ISBN 80-86064-65-4.

BAUER, G., 1992. Variation in the Life Span and Size of the Freshwater Pearl Mussel. *The Journal of Animal Ecology* [online]. **61**(2), 425–436. ISSN 00218790. Dostupné z: doi:10.2307/5333

BAUER, G. a K. WÄCHTLER, 2001. *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*. 1. vyd. B.m.: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

BERAN, Luboš, 1998. *Vodní měkkýši ČR*. Vyd. 1. Vlašim: ZO ČSOP Vlašim. ISBN 80-902469-4-X.

BREINDL, Václav, Julius KOMÁREK a Otto JÍROVEC, 1949. *Ilustrovaný život zvířat. Díl šestý, Bezobratlí*. Nové cíle. Praha: Sfinx.

COSGROVE, P. J., M. R. YOUNG, L. C. HASTIE, M. GAYWOOD a P. J. BOON, 2000. The status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* Linn. in Scotland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* [online]. **10**(3), 197–208. ISSN 10527613. Dostupné z: doi:10.1002/1099-0755(200005/06)10:3<197::AID-AQC405>3.0.CO;2-S

CREMEANS, M. M., J. F. DEVLIN, T. C. OSORNO, U. S. MCKNIGHT a P. L. BJERG, 2020. A Comparison of Tools and Methods for Estimating Groundwater-Surface Water Exchange. *Groundwater Monitoring and Remediation* [online]. **40**(1), 24–34. ISSN 17456592. Dostupné z: doi:10.1111/gwmr.12362

DEGERMAN, Erik, Sofi ALEXANDERSON, Jakob BERGENGREN, Lennart HENRIKSON, Bo-Erland JOHANSSON, Bjorn Mejdell LARSEN a Håkan SÖDERBERG, 2009. Restoration of freshwater pearl mussel streams. *WWF Sweden*. 62.

DORT, Bohumil, 2009. *Perlorodka říční (Margaritifera margaritifera L.) v horním toku Teplé Vltavy.*

FUKSA, J., 2007. *Výzkum a ochrana hydrosféry - výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislativních nástrojů.* Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

GEIST, Juergen, 2010. Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): A synthesis of conservation genetics and ecology. *Hydrobiologia* [online]. **644**(1), 69–88. ISSN 00188158. Dostupné z: doi:10.1007/s10750-010-0190-2

GLOSE, Thomas J, Christopher S LOWRY a Mark B HAUSNER, 2019. Limits on Groundwater - Surface Water Fluxes Derived from Temperature Time Series : De fining Resolution - Based Thresholds Water Resources Research [online]. 1–12. Dostupné z: doi:10.1029/2019WR025643

GRAF, Daniel L. a Kevin S. CUMMINGS, 2007. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). *Journal of Molluscan Studies* [online]. **73**(4), 291–314. ISSN 02601230. Dostupné z: doi:10.1093/mollus/eym029

HASTIE, Lee C., Peter J. COSGROVE, Noranne ELLIS a Martin J. GAYWOOD, 2003. The threat of climate change to freshwater pearl mussel populations. *Ambio* [online]. **32**(1), 40–46. ISSN 00447447. Dostupné z: doi:10.1579/0044-7447-32.1.40

HATCH, Christine E, Andrew T FISHER, Justin S REVENAUGH, Jim CONSTANTZ a Chris RUEHL, 2006. Quantifying surface water-groundwater interactions using time series analysis of streambed thermal records: Method development. *Water Resources Research* [online]. **42**(10), 1–14. ISSN 00431397. Dostupné z: doi:10.1029/2005WR004787

HEJDA, Radek, Jan FARKAČ a Karel CHOBOT, 2017. Red List of Threatened Species of the Czech Republic, Invertebrates. *Příroda, Praha* [online]. **36**, 206–212. Dostupné

z: <http://www.ochranaprirody.cz/res/archive/372/058766.pdf?seek=1509546816>

HRUŠKA, J., 1992. The freshwater pearl mussel in South Bohemia : Evaluation of the effect of temperature on reproduction , growth and age structure of the population in southern Bohemia : posouzení vlivu Perlorodka říční teploty na reprodukci , růst a věkovou strukturu po. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **126**(2), 181–191.

HRUŠKA, J., 2000. *The freshwater pearl mussel in Europe: Population status and conservation strategies.*

HRUŠKA, Jaroslav a Ondřej VOLF, 2003. 20 let výzkumu a aktivní ochrany perlorodky říční v ČR. *Ochrana přírody.* **58**(6), 168–171.

IRVINE, D. J., M. A. BRIGGS, I. CARTWRIGHT, C. R. SCRUGGS a L. K. LAUTZ, 2017. Improved Vertical Streambed Flux Estimation Using Multiple Diurnal Temperature Methods in Series. *Groundwater* [online]. **55**(1), 73–80. ISSN 17456584. Dostupné z: doi:10.1111/gwat.12436

IRVINE, Dylan J a Laura K LAUTZ, 2015. High resolution mapping of hyporheic fluxes using streambed temperatures: Recommendations and limitations. *Journal of Hydrology* [online]. B.m.: Elsevier B.V., **524**, 137–146. ISSN 00221694. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhydrol.2015.02.030

JUŘIČKOVÁ, L., M. HORSÁK a L. BERAN, 2001. Check-list of the molluscs (Mollusca) of the Czech Republic. *Acta Societatis Zoologicae Bohemiae.* **65**(March), 25–40.

KĘDRA, Mariola a Łukasz WIEJACZKA, 2018. Climatic and dam-induced impacts on river water temperature: Assessment and management implications. *Science of the Total Environment* [online]. **626**, 1474–1483. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2017.10.044

KIM, Heejung, Kang-kun LEE a Jin-yong LEE, 2014. Numerical verification of hyporheic zone depth estimation using streambed temperature. *Journal of Hydrology* [online]. B.m.: Elsevier B.V., **511**, 861–869. ISSN 0022-1694. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhydrol.2014.02.052

KURYLYK, Barret L a Dylan J IRVINE, 2019. Heat : An Overlooked Tool in the Practicing Hydrogeologist ' s Toolbox [online]. **57**(4), 517–524. Dostupné z: doi:10.1111/gwat.12910

KURYLYK, Barret L, Dylan J IRVINE, Sean K CAREY, Martin A BRIGGS, Dale D WERKEMA a Mariah BONHAM, 2017. Heat as a groundwater tracer in shallow and deep heterogeneous media: Analytical solution, spreadsheet tool, and field applications. *Hydrological Processes* [online]. **31**(14), 2648–2661. ISSN 10991085. Dostupné z: doi:10.1002/hyp.11216

LAMPARTOVÁ, Ivana a Jiří SCHNEIDER, 2016. *Řeky ve městech*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-421-6.

LANGHAMMER, Jakub, 2010. Hydrologie Kvalita povrchových vod. 1–46.

LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK, 1991. *Hydrobiologie* [online]. ISBN 80-7066-530-0. Dostupné z: <https://is.muni.cz/publication/150591>

LINHARTOVÁ, Irena, Aleš ZBOŘIL, Michael JAKŠ a Milan KOŠUT, 2006. *Charakteristiky vodních toků a povodí ČR* [online]. Práce a st. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. ISBN 80–85900–62–9. Dostupné z: http://www.dibavod.cz/data/text_charakteristiky_toku.pdf

LOPES-LIMA, Manuel, Ronaldo SOUSA, Juergen GEIST, David C. ALDRIDGE, Rafael ARAUJO, Jakob BERGENGREN, Yulia BESPALAYA, Erika BÓDIS, Lyubov BURLAKOVA, Dirk VAN DAMME, Karel DOUDA, Elsa FROUFE, Dilian GEORGIEV, Clemens GUMPINGER, Alexander KARATAYEV, Ümit KEBAPÇI, Ian KILLEEN, Jasna LAJTNER, Bjørn M. LARSEN, Rosaria

LAUCERI, Anastasios LEGAKIS, Sabela LOIS, Stefan LUNDBERG, Evelyn MOORKENS, Gregory MOTTE, Karl Otto NAGEL, Paz ONDINA, Adolfo OUTEIRO, Momir PAUNOVIC, Vincent PRIÉ, Ted VON PROSCHWITZ, Nicoletta RICCARDI, Mudīte RUDZĪTE, Māris RUDZĪTIS, Christian SCHEDER, Mary SEDDON, Hülya ŞEREFLİŞAN, Vladica SIMIĆ, Svetlana SOKOLOVA, Katharina STOECKL, Jouni TASKINEN, Amílcar TEIXEIRA, Frankie THIELEN, Teodora TRICHKOVA, Simone VARANDAS, Heinrich VICENTINI, Katarzyna ZAJAC, Tadeusz ZAJAC a Stamatis ZOGARIS, 2017. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological Reviews* [online]. **92**(1), 572–607. ISSN 1469185X. Dostupné z: doi:10.1111/brv.12244

MATOUŠEK, V., 2000. *Vznik a vývoj ledových nápěchů*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. ISBN ISBN 80-85900-36-X.

MATOUŠEK, V., 2004. *Ledový režim vodních toků*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. ISBN ISBN 80-85900-54-8.

MURZINA, S. A., E. P. IESHKO a A. A. ZOTIN, 2017. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L.: Metamorphosis, growth, and development dynamics of encysted glochidia. *Biology Bulletin* [online]. **44**(1), 6–13. ISSN 16083059. Dostupné z: doi:10.1134/S106235901701006X

ÖSTERLING, Martin E., Björn L. ARVIDSSON a Larry A. GREENBERG, 2010. Habitat degradation and the decline of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera*: Influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host. *Journal of Applied Ecology* [online]. **47**(4), 759–768. ISSN 00218901. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01827.x

RANK, J., 1887. *Příručný slovník všeobecných vědomostí*. Praha: F.Kytka.

SIMON, Ondřej a Bohumil DORT, 2014. *Plán péče o EVL/ZCHÚ "Přírodní památka Horní Malše"*.

SIMON, Ondřej P., Ivana VANÍČKOVÁ, Michal BÍLÝ, Karel DOUDA, Hana PATZENHAUEROVÁ, Jaroslav HRUŠKA a Alena PELTÁNOVÁ, 2015. The status of freshwater pearl mussel in the Czech Republic: Several successfully rejuvenated populations but the absence of natural reproduction. *Limnologica* [online]. **50**, 11–20. ISSN 00759511. Dostupné z: doi:10.1016/j.limno.2014.11.004

SIMON, Ondřej, Kamila TICHÁ a Kateřina RAMBOUSKOVÁ, 2017. *Metodika podpory perlorodky říční (Margaritifera margaritifera)* [online]. Praha: MŽP ČR. ISBN 9788087402634. Dostupné z: www.vuv.cz

SOUSA, Ronaldo, Ângela AMORIM, Elsa FROUFE, Simone VARANDAS, Amílcar TEIXEIRA a Manuel LOPES-LIMA, 2015. Conservation status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Portugal. *Limnologica* [online]. B.m.: Elsevier GmbH., **50**, 4–10. ISSN 00759511. Dostupné z: doi:10.1016/j.limno.2014.07.004

STANFORD, J. A. a J. V. WARD, 1988. The hyporheic habitat of river ecosystems. *Nature*. **335**.

STRAYER, David L., 2014. Understanding how nutrient cycles and freshwater mussels (Unionoida) affect one another. *Hydrobiologia* [online]. **735**(1), 277–292. Dostupné z: doi:10.1007/s10750-013-1461-5

ŠVANYGA, Jan, Ondřej SIMON, Tereza MINÁRIKOVÁ, Ondřej SPISAR a Michal BÍLÝ, 2013. Záchranný program perlorodky říční *Margaritifera margaritifera* v České republice. *Agentura Ochrany Přírody a Krajiny České Republiky*. 70 pp.

ŠVORC, Luděk a Vladimíra ŠVORCOVÁ, 2006. *České řeky a říčky*. 1. vyd. Příbram: Knihovna Jana Drdy v Příbrami. ISBN 80-86937-11-9.

TAEUBERT, Jens Eike, Bernhard GUM a Juergen GEIST, 2013. Variable development and excystment of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) at constant temperature. *Limnologica* [online]. **43**(4), 319–322. ISSN 00759511. Dostupné z: doi:10.1016/j.limno.2013.01.002

THOMAS, G. R., J. TAYLOR a C. Garcia DE LEANIZ, 2010. Captive breeding of the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Endangered Species Research* [online]. **12**(1), 1–9. ISSN 18635407. Dostupné z: doi:10.3354/esr00286

VANÍČKOVÁ, Ivana, Ondřej P SIMON a Bohumil DORT, 2014. Omlazení populací perlorodky říční.

VAUGHN, Caryn C. a Christine C. HAKENKAMP, 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology* [online]. **46**(11), 1431–1446. ISSN 0046-5070. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2427.2001.00771.x

VOTRUBA, L. a A. PATERA, 1983. *Teplotní a zimní režim toků, nádrží a vodních děl*. Praha: Academia Praha.

WEBB, Bruce W., David M. HANNAH, R. Dan MOORE, Lee E. BROWN a Franz NOBILIS, 2008. Recent advances in stream and river temperature research. *Hydrological Processes* [online]. **22**(7), 902–918. Dostupné z: doi:10.1002/hyp.6994

WEITER, L. a J. INDRA, 2015. Souhrn doporučených opatření pro evropsky významnou lokalitu Horní Malše. 15.

WONDZELL, Steven M., 2011. The role of the hyporheic zone across stream networks. *Hydrological Processes* [online]. **25**(22), 3525–3532. ISSN 08856087. Dostupné z: doi:10.1002/hyp.8119

ZAJĄC, Katarzyna, Tadeusz ZAJĄC, 2014. The pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Margaritiferidae) in Poland - current situation. *Folia Malacologica* [online]. **22**(3), 183–191 [vid. 2020-04-21]. ISSN 15067629. Dostupné z: doi:10.12657/folmal.022.018

ZELINKA, Miloš a Jiří HELAN, 1984. *Čistota vod a jejich ochrana*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

ZIUGANOV, V., A. ZOTIN, L. NEZLIN a V. TRETIAKOV, 1994. *The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish.* 1994.

9. SEZNAM TABULEK

Tab.1 Základní číselné charakteristiky řeky Malše (zdroj: Linhartová et al. 2006)

Tab. 2 Výsledné hodnoty Shapiro-Wilkova testu provedeného pro ověření normálního rozložení dat. Červeně jsou označeny datové řady, které splňují normální rozdělení.

Tab. 3 Přehled základních numerických hodnot (zaokrouhleně variační koeficient, průměr a medián) vypočítané pro jednotlivé plochy (jednotlivé datové řady), pořadí ploch podle vzdálenosti od pramene Malše, tedy od nejbližší po nejvzdálenější, a geografické označení, od kterého byla odvozena zkratka plochy.

Tab. 4 Výsledné hodnoty pro ověření normality datasetu č. 2 pomocí Shapiro-Wilkova testu. P-hodnoty testů ukazují, že žádná z datových řad nespĺňuje normální rozdělení.

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*) – subadultní jedinec zahrabaný v substrátu, lokalita Stiegersdorf, (zdroj: Ondřej Simon)

Obr. 2 Schéma podélného vodního profilu. A – profil přehradní nádrže. B – profil průtočného jezera (vlastní ilustrace).

Obr. 3 Schéma příčného profilu horního a dolního úseku toku se základními biotopy: V – volná voda, B – bentál, H – hyporeál (Lellák, Kubiček 1991).

Obr. 4 Sada tří teploměrů uchycených na ocelovém hřebu. A – Fotografie dosud nepoužité sady teploměrů před začátkem snímání teploty (zdroj: anonym 2018). B – Schéma ukotvení měřičů v říčním profilu, H značí horní teploměr, S značí teploměr ve střední poloze a D značí dolní teploměr (vlastní ilustrace).

Obr. 5 Grafické znázornění teplot v jednotlivých datových řadách za pomoci průběhu průměrných teplot v čase (vlevo) a boxplotů (vpravo). Ukázka vizuálního odhalení chybných dat (zelená linie MM6 vlevo), boxploty vpravo MM6 a MM8 mají nezvyklé rozsahy teplot.

Obr. 6 Trendy naměřených teplot na Malši ve dnech 3.8 - 4.9.2017. Modrá linie složená z bodů jednotlivých hodinových měření označuje průběh teplot. Oranžová linie znázorňuje klouzavý průměr z padesáti hodnot, červená linie značí polynomické vyhlazení denních amplitud, zelená označuje průměr vždy za posledních 24 hodin.

Obr. 7 Diurnální kolísání teploty ve vztahu k průměrné teplotě pro a) místa s vnořováním vody do dna (downwelling); b) místa s vynořováním ze dna (upwelling). Místa měření v hloubkách od 0,05 m po 1,05 metru s polohovou přesností měření 0,2m. Hloubka 0,05m tedy odpovídá volné říční vodě. Šedá čára ve středu označuje průměrnou teplotu +/- mez detekce (převzato z Irvine et al. 2017, upraveno).

Obr. 8 Časový průběh chladného období - sada teploměrů z řeky Malše lokality „bifurkace BIF“ z doby 1.2.-10.2.2018 ukazuje rozdílné naměřené hodnoty teplot (šedá, světle modrá, tmavě modrá linie) v jednotlivých hloubkách; fialová, růžová a světle růžová linie ukazuje rozdíly teplot mezi jednotlivými teploměry; modrou plochou s měřítkem na druhé části osy je ukázán průtok vody (data o průtoku vody laskavě poskytnuta rakouskou stranou).

Obr. 9 Teplota hyporeálu na lokalitě Malše – Dolní Přibrání (DOLP), ukázka jiné možnosti zpracování grafů kontinuálně měřených teplot (zdroj: data Ondřej Simon, graf Vojtěch Barák)

Obr. 10 Grafické znázornění normality všech dat datasetu č. 1 (4. 8. - 4. 9. 2017) pomocí histogramu (A – červená čára znázorňuje Gaussovu křivku, modrá čára znázorňuje křivku hodnot datasetu č. 1) a pomocí Q-Q plotu (B – body na červené čáře splňují normalitu).

Obr. 11 Grafické znázornění teplot v jednotlivých datových řadách za pomoci boxplotů. Oblasti jsou seřazeny podle vzdálenosti od pramene Malše od nejbližší po nejvzdálenější. Modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční. Průběh průměrných teplot v čase je uveden v příloze 2. Měření probíhalo v období od 4.8. do 4.9.2017.

Obr. 12 Grafické znázornění průběhu průměrných teplot v rámci všech ploch dohromady pomocí boxplotů. Modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční. Průběh průměrných teplot jednotlivých datových řad v čase je uveden v příloze 2.

Obr. 13 Grafické znázornění teplot v jednotlivých datových řadách datasetu č. 2. A) teplé období (od počátku měření 10. 8. do 30. 10.), modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční. B) chladné období (od 1.11. do konce měření 16.1.).

Obr. 14 Grafické znázornění meziročních rozdílů teplot v měřených lokalitách pomocí boxplotů. Zájmovým obdobím je časový překryv datasetu č. 1 a č. 2, konkrétně období 10. srpna až 4. září. Modrá linie označuje teplotní hranici 15 °C, na které závisí přežívání i rozmnožování perlorodky říční.

Obr. 15 Charakter průběhu teplot rozdílný pro teplé a chladné období, částečný záznam průběhu teplot – výsek z přílohy 7 (15A) a z přílohy 8 (15B). A) teplé období, ostré a pravidelné kolísání teploty. B) chladné období, pozvolné a nepravidelné kolísání teploty.

Obr. 16 Výkyv teplot, částečný záznam průběhu teplot – výsek z přílohy 7 (16A) a přílohy 8 (16B). A) teplé období, s kladnou změnou průtoku teplota vody klesá. B) chladné období, s kladnou změnou průtoku teplota stoupá.

Obr. 17 Teplotní abnormality v chladném období v datasetu č. 2, částečný záznam průběhu teplot – výsek z přílohy 8. A) zamrznutí vody v okolí měřiče. B) příklad odlišného průběhu teplot v lokalitě ALSA (Alte Säge) pravděpodobně způsobený poklesem hladiny volné vody a přechodné snímání vzdušné teploty.

Obr. 18 Mapový podklad měřeného úseku „bifurkace“, kam byla umístěna sada teploměrů s označením BIF (zdroj: Linda Staponites, zobrazena projektová kilometráž, upraveno).

Obr. 19 Mapový podklad měřeného úseku Cetviny, kam byla umístěna sada teploměrů s označením CET (zdroj: Linda Staponites, zobrazena projektová kilometráž, upraveno).

Obr. 20 Mapový podklad měřeného úseku Dolní Příbrání, kam byly umístěny sady teploměrů s označením DOLP1 a DOLP2 (zdroj: Linda Staponites, zobrazena projektová kilometráž, upraveno).

Obr. 21 Porovnání průběhu teplot horních měřičů v lokalitě DOLP a průtoku vody. Graf značí odlišnost trendů dvou snímačů způsobenou pravděpodobně zanesením bahnem podloženou záznamem průtoku vody (srážkami).

Obr. 22 Srovnání rozdílů teplot datasetu 3 (1. 2. – 16. 5. 2018) horního a spodního měřiče v průběhu celé doby snímání měřičů.

Obr. 23 Lokalita Dolní Příbrání (DOLP1) - chladné období, downwelling vs. zamrzlá voda v celém horizontálním profilu. Malý rozdíl teplot svádí k mylné interpretaci downwellingu., DOLP1

Obr. 24 Lokalita Dolní Příbrání (DOLP1) - chladné období, výsek z přílohy 34, pravděpodobný příklad upwellingu.

Obr. 25 Lokalita Dolní Příbrání (DOLP1) – teplé období, pravděpodobný upwelling

Obr. 26 Lokalita Dolní Příbrání (DOLP1) – teplé období, pravděpodobný downwelling

Obr. 27 Výsek z přílohy 2 – časový průběh trendů teplot jednotlivých datových řad měřená v období 3. 8. – 3. 9. 2017, modrá linie značí diskutovanou teplotu 15°C

Obr. 28 Ortofotomapa Malše v úseku mezi Hraničním a Kabelským potokem, státní hranice zde přibližně kopíruje Malši – příklad nevhodného lesního hospodaření z hlediska teplotního (kvůli hustému porostu se neohřívá tok) i z hlediska potravního (nedostatek úživného detritu), (zdroj mapy.cz).

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Mapa všech rozmístění měřičů uvedených v práci včetně lokalizace v rámci ČR (zdroj mapy.cz, upraveno)

Příloha 1 Časový průběh trendů teplot jednotlivých datových řad (měřených lokalit) datasetu č. 1 od 3. 8. do 3. 9. 2017. Každá hodnota je vždy průměrem za 24 hodin.

Příloha 3 Charakteristika měřených ploch datasetu č.2., tabulka je rozdělena na tři části z důvodu přílišné šířky. Pro rozlišení jednotlivých profilů zvoleny akronymy podle jejich názvů.

Příloha 4 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 2 pomocí Q-Q plotu. Body na červené čáře splňují normalitu. A) všechna měření dohromady, B) teplé období, C) chladné období.

Příloha 5 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 2 pomocí histogramu. Červená čára znázorňuje Gaussovou křivku, modrá čára znázorňuje křivku hodnot. A) všechna měření dohromady, B) teplé období, C) chladné období.
Příloha 6 Přehled základních numerických hodnot (variační koeficient zaokrouhlený na 7 desetinných míst, průměr, medián) vypočítané pro jednotlivé plochy (jednotlivé datové řady), pořadí ploch podle vzdálenosti od pramene Malše, tedy od nejbližší po nejvzdálenější.

Příloha 7 Průběh změn teplot v teplém období pro jednotlivé datové řady (lokality). Levá osa y značí teplotu, pravá osa značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (ozn. CET) a „bifurkací“ (ozn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020.

Příloha 8 Průběh změn teplot v chladném období pro jednotlivé datové řady (lokality). Levá osa y značí teplotu, pravá osa značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (ozn. CET) a „bifurkací“ (ozn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020.

Příloha 9 Přehled základních numerických hodnot datasetu č. 3 (zaokrouhlené variační koeficient a průměr, medián) vypočítané pro jednotlivé plochy (jednotlivé datové řady), pořadí ploch podle vzdálenosti od pramene Malše, tedy od nejbližší po nejvzdálenější a geografické označení, od kterého byla odvozena zkratka plochy.
Příloha 10 Výsledné hodnoty pro ověření normality datasetu č. 3 pomocí Shapiro-Wilkova testu. P-hodnoty testů ukazují, že žádná z datových řad nespĺňuje normální rozdělení.

Příloha 11 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 3 (období 1. 2. – 16. 5. 2018) pomocí histogramu. Červená čára znázorňuje Gaussovou křivku, modrá čára znázorňuje křivku hodnot. Měření jsou rozdělena na teplé a chladné období, dále na horní a dolní měřiče.

Příloha 12 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 3 pomocí Q-Q plotu. Body na červené čáře splňují normalitu. Měření jsou rozdělena na teplé a chladné období, dále na horní a dolní měřiče.

Příloha 13 Souhrn boxplotů pro lokalitu DOLP1 (Dolní Příbrání) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).

Příloha 14 Souhrn boxplotů pro lokalitu DOLP2 (Dolní Příbrání) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).

Příloha 15 Souhrn boxplotů pro lokalitu CET (Cetviny) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).

Příloha 16 Souhrn boxplotů pro lokalitu BIF (bifurkace) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).

Příloha 17 Průběh teplot v lokalitě BIF. (Podrobnější popis grafu a jednotlivých linií je u následujících grafů)

Příloha 18 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 19 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 20 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 21 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 22 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 23 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 24 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 25 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 26 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 27 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 28 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 29 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 30 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 31 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 32 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 33 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 34 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLPI chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 35 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLPI chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 36 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLPI chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 37 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLPI teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 38 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLPI teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 39 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLPI teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 40 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 41 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 42 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 43 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 44 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 chladné období (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 45 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 46 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 47 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

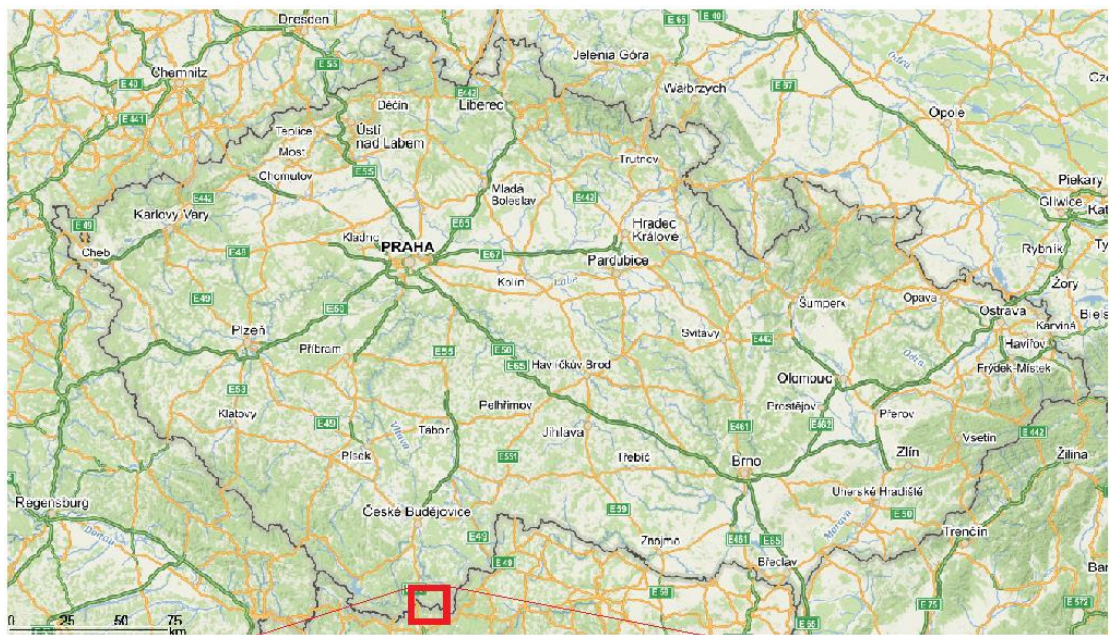
Příloha 48 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

Příloha 49 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).

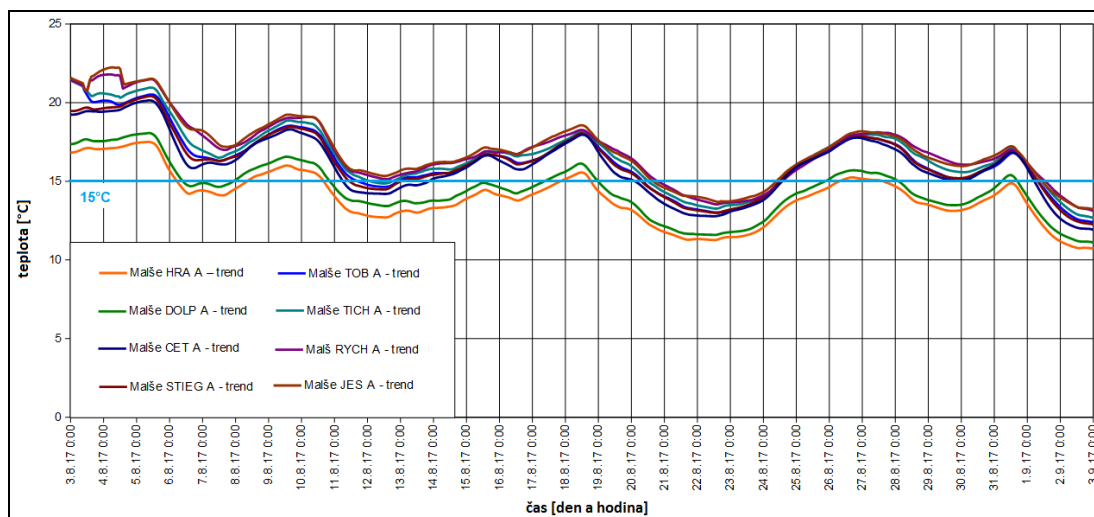
Příloha 50 Ukázka terénních prací přímo při umístování sady teploměrů do toku na lokalitě Dolní Příbrání (DOLP2), 31.1.2018 (na snímku Veronika Stupková a autor práce, autor fotografie Václava Jahelková)

Příloha 51 Nález fragmentu lastury perlorodky při prozkoumávání dna před umístěním teploměrů v lokalitě „Bifurkace“ (BIF), 31.1.2018, (na snímku autor práce, autor fotografie Veronika Stupková)

12. PŘÍLOHY



Příloha 2 Mapa všech rozmištění měřičů uvedených v práci včetně lokalizace v rámci ČR (zdroj mapy.cz, upraveno)



Příloha 3 Časový průběh trendů teplot jednotlivých datových řad (měřených lokalit) datasetu č. 1 od 3. 8. do 3. 9. 2017. Každá hodnota je vždy průměrem za 24 hodin.

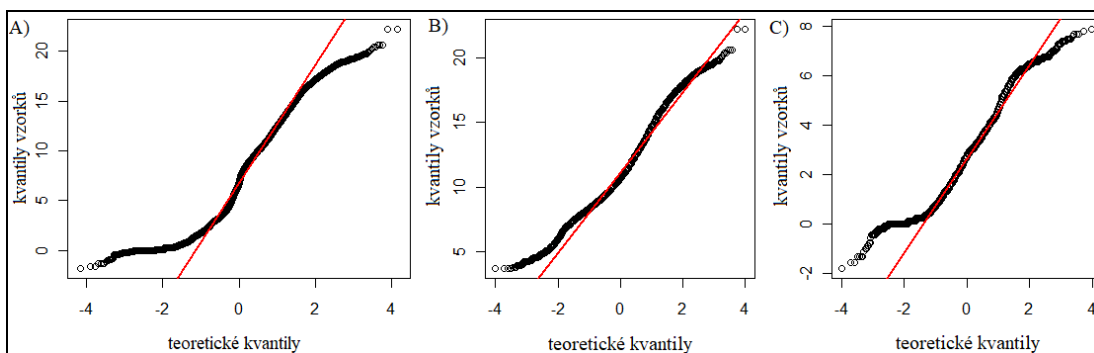
Akronym	Technické označení	Tok	Popis profilu
ALSA	MM 4	Malše	hraniční profil Alte Sage
HRA	MM 5	Malše	nad Kabelským (a nad Mráčkem)
NFEL	MM 6	Malše	nad Felberbachem
CET	MM 7	Malše	Cetviny
BIF	MM 8	Malše	pod Hiltschen
STIEG	MM 9	Malše	nad Eisenhutterbachem
TOB	MM 10	Malše	Tobau
TICH	MM 11	Malše	nad Tichou
RYCH	MM 12	Malše	pod Rychnovem
HRPO	MM 21	Hranický potok	ústí

Akronym	Dostupnost	Číslo zadané	Číslo teploměru
ALSA	Č	19	20128304
HRA	Č	pův.	10542056
NFEL	R	4	10640516
CET	Č	6	10640513
BIF	R	9	10546687
STIEG	R	11	10640538
TOB	Č	pův.	9860257
TICH	Č	13	10546680
RYCH	Č	14	10546677
HRPO	Č	18	10640554

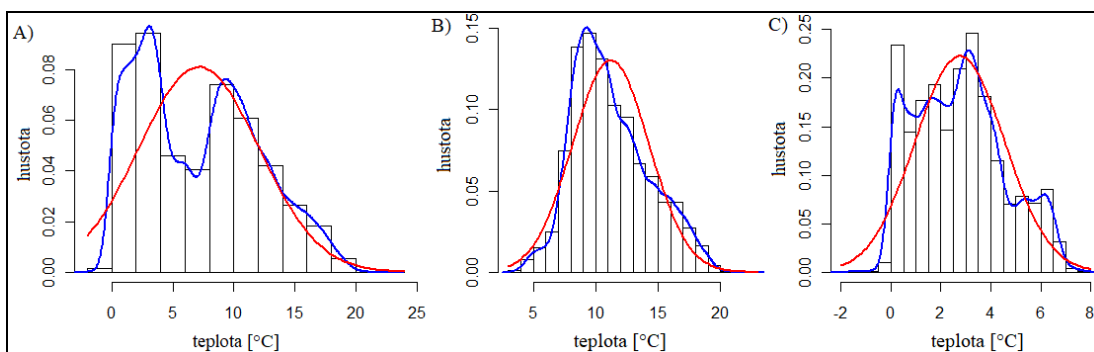
Akronym	Poznámka
ALSA	kořen stromu na pravém břehu - 1. strom za hranicí zezadu
HRA	meandr nad Kabelským u stromu s mašlí, kořen ve vodě pod P břehem ve střední části meandru

NFEL	nad mostkem P břeh, první skupina stromů (jívy), na kořeni
CET	za celním mostem, p břeh, lípa za schůdkama, visí z větve
BIF	hned za lokalitou P břeh, skupina vrb, březní porost cca 4m od odběrové plošinky
STIEG	v Malši, L břeh, přímo vedle mostku, kam se stoupá, za kamenem ve špici zákrutu
TOB	P břeh za odběr místem pařez, uchycení za kořen ve vodě
TICH	odběrová lokalita, kmen- kořen nad vodu - maskované, L břeh
RYCH	pod jezem u elektrárny a hřbitova, P břeh, břehový porost vrb, asi vprostřed, za větev nad vodou
HRPO	L břeh před ústím, smrk, kořen nad vodou , maskované, malá prohlubeň

Příloha 4 Charakteristika měřených ploch datasetu č.2., tabulka je rozdělena na tři části z důvodu přílišné šířky. Pro rozlišení jednotlivých profilů zvoleny akronymy podle jejich názvů.



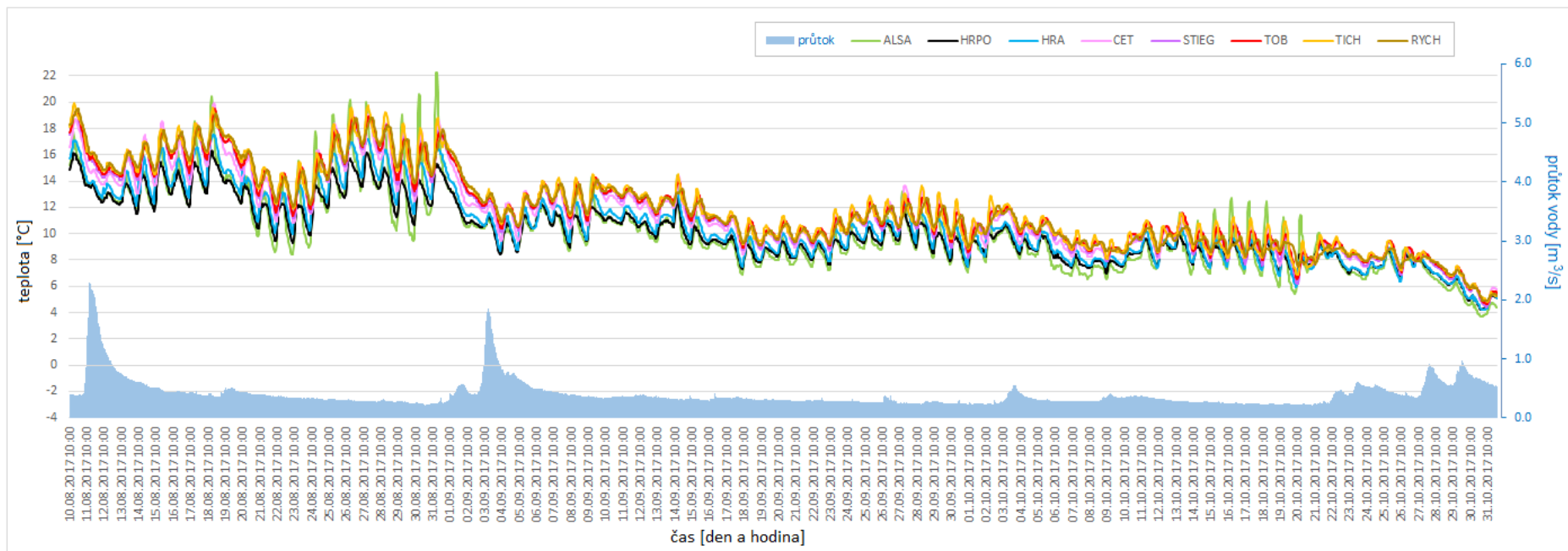
Příloha 5 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 2 pomocí Q-Q plotu. Body na červené čáře splňují normalitu. A) všechna měření dohromady, B) teplé období, C) chladné období.



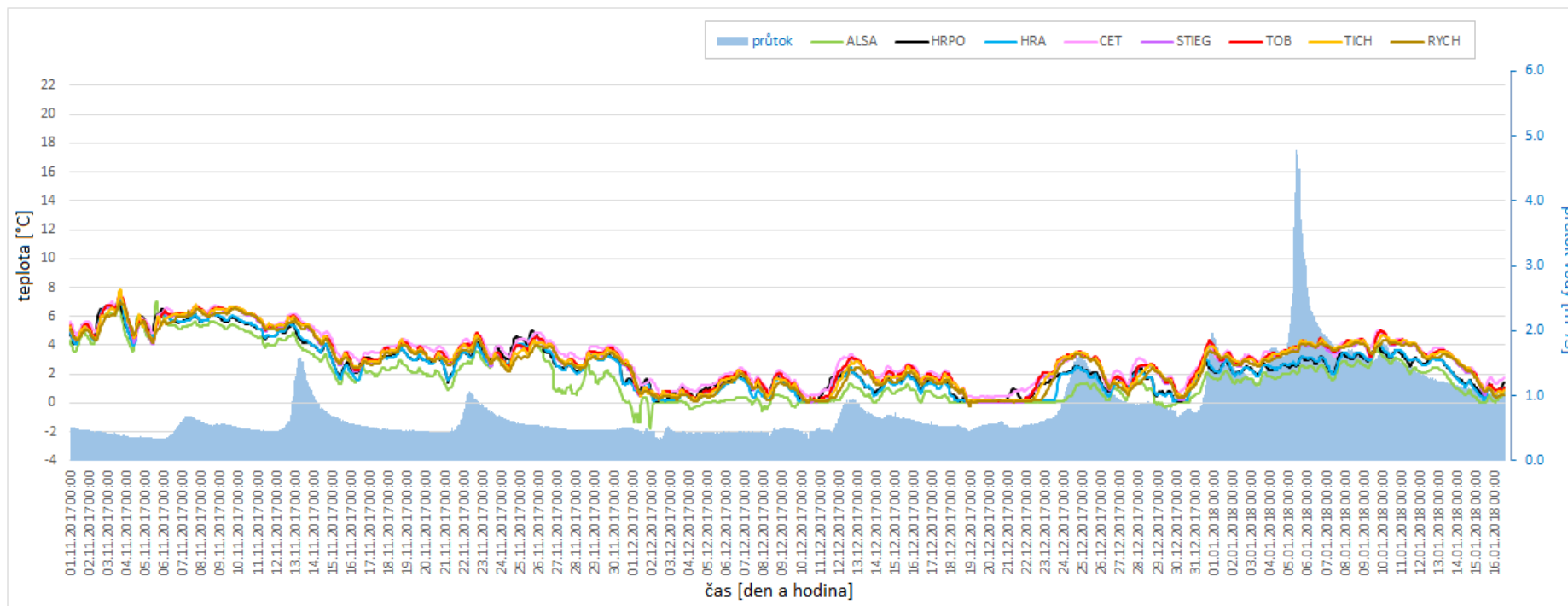
Příloha 6 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 2 pomocí histogramu. Červená čára znázorňuje Gaussovu křivku, modrá čára znázorňuje křivku hodnot. A) všechna měření dohromady, B) teplé období, C) chladné období.

Plocha	Var. koef.	Průměr [°C]	Medián [°C]	Pořadí na toku
ALSA	0.7809641	10.15689	9.571	1.
HRPO	0.6607213	10.13438	9.62	2. (ústí Hranického p.)
HRA	0.6971236	10.596	10.161	3.
CET	0.6347845	11.50146	10.944	4.
STIEG	0.6747467	11.69457	11.139	5.
TOB	0.6629730	11.82817	11.236	6.
TICH	0.6770347	11.94881	11.3825	7.
RYCH	0.6953165	11.84359	11.236	8.

Příloha 7 Přehled základních numerických hodnot (variační koeficient zaokrouhlený na 7 desetinných míst, průměr, medián) vypočítané pro jednotlivé plochy (jednotlivé datové řady), pořadí ploch podle vzdálenosti od pramene Malše, tedy od nejbližší po nejvzdálenější.



Príloha 8 Průběh změn teplot v teplém období pro jednotlivé datové řady (lokality). Levá osa y značí teplotu, pravá osa značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (ozn. CET) a „bifurkací“ (ozn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020.



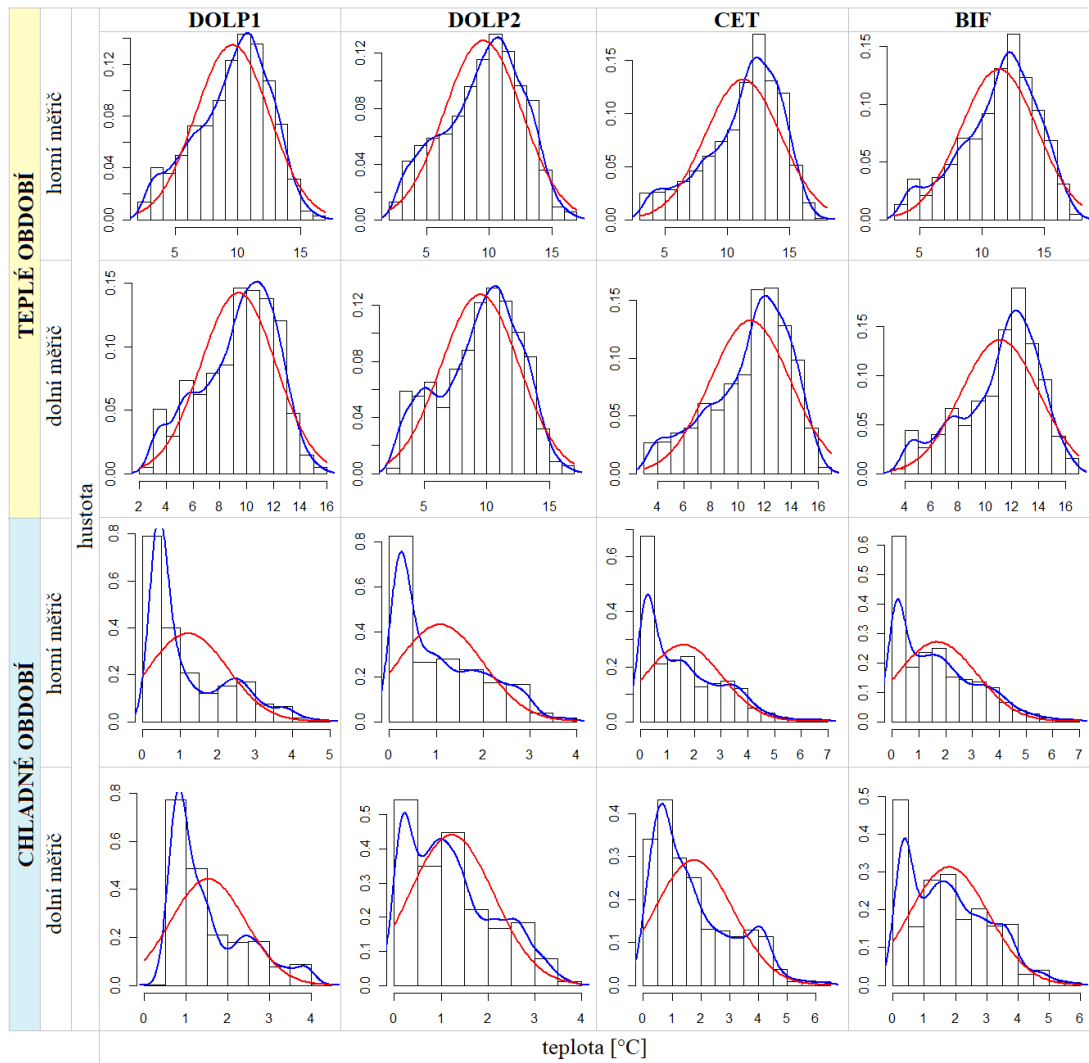
Príloha 9 Průběh změn teplot v chladném období pro jednotlivé datové řady (lokality). Levá osa y značí teplotu, pravá osa značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (ozn. CET) a „bifurkační“ (ozn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020.

Plocha	Var. koef.	Průměr [°C]	Medián [°C]	Poř.	Geograf. ozn.
DOLP1				1	Dolní Příbrání
- horní	0.9611	4.8409	2.730		
- dolní	0.8828	4.9446	2.837		
DOLP2				2	Dolní Příbrání
- horní	0.9911	4.7498	2.410		
- dolní	0.9623	4.8098	2.517		
CET				3	Cetviny
- horní	0.9169	5.7851	3.578		
- dolní	0.8826	5.7477	3.788		
BIF				4	bifurkace
- horní	0.9970	4.5935	2.730		
- dolní	0.9453	4.5970	2.837		

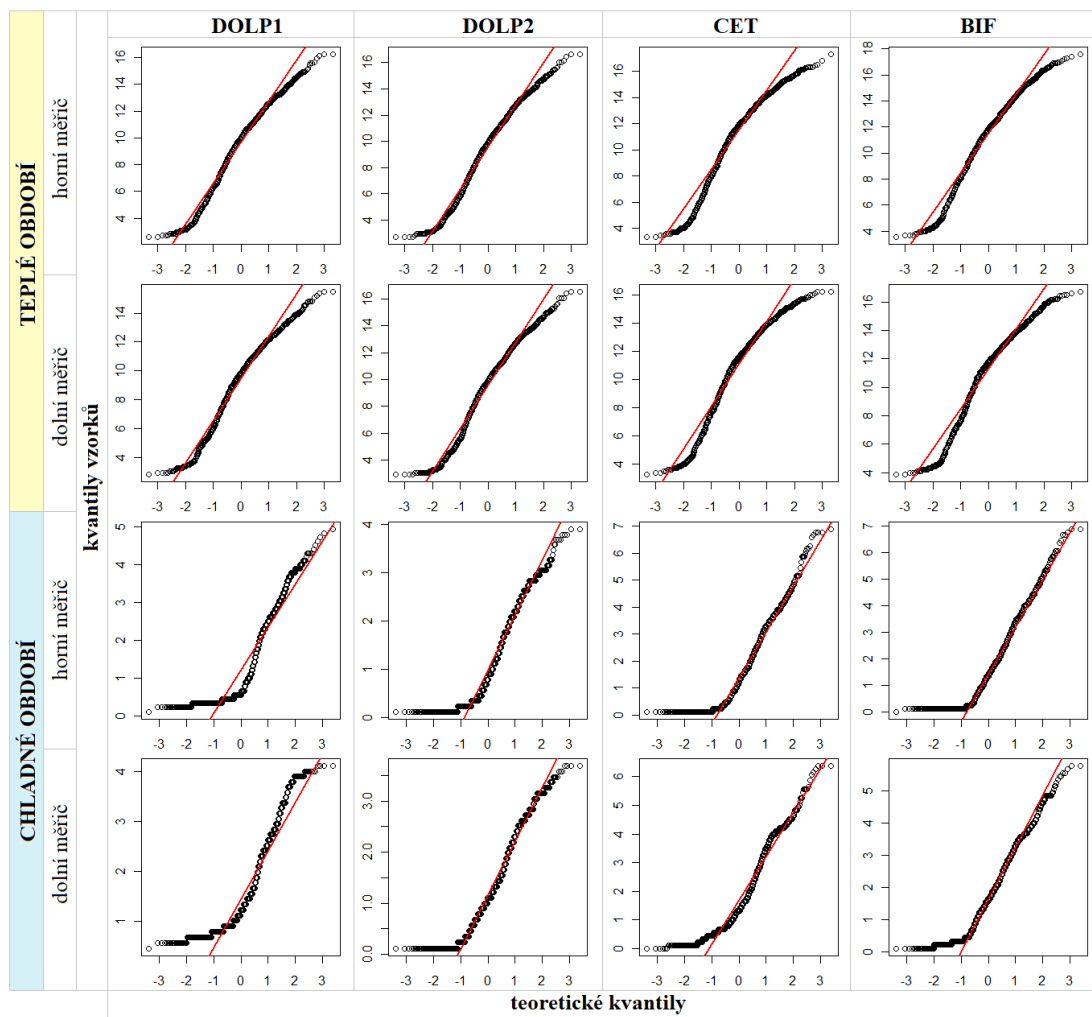
Příloha 10 Přehled základních numerických hodnot datasetu č. 3 (zaokrouhlené variační koeficient a průměr, medián) vypočítané pro jednotlivé plochy (jednotlivé datové řady), pořadí ploch podle vzdálenosti od pramene Malše, tedy od nejbližší po nejvzdálenější a geografické označení, od kterého byla odvozena zkratka plochy.

Plocha	W	p-hodnota	Plocha	W	p-hodnota
BIF horní	0.8663	< 2.2e-16	DOLP1 horní	0.8410	< 2.2e-16
BIF dolní	0.8592	< 2.2e-16	DOLP1 dolní	0.8368	< 2.2e-16
CET horní	0.8588	< 2.2e-16	DOLP2 horní	0.8417	< 2.2e-16
CET dolní	0.8548	< 2.2e-16	DOLP2 dolní	0.8450	< 2.2e-16

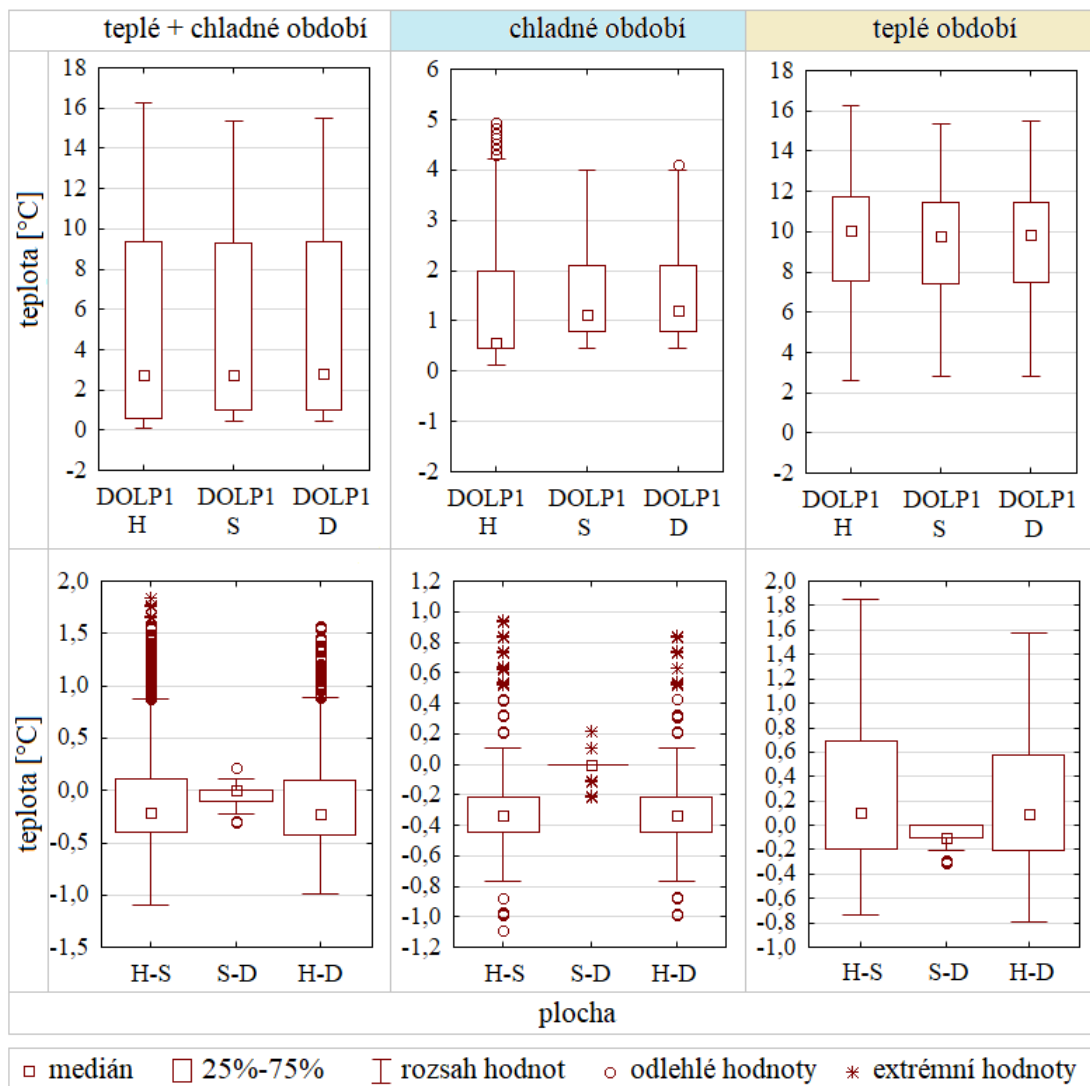
Příloha 11 Výsledné hodnoty pro ověření normality datasetu č. 3 pomocí Shapiro-Wilkova testu. P-hodnoty testů ukazují, že žádná z datových řad nespĺňuje normální rozdělení.



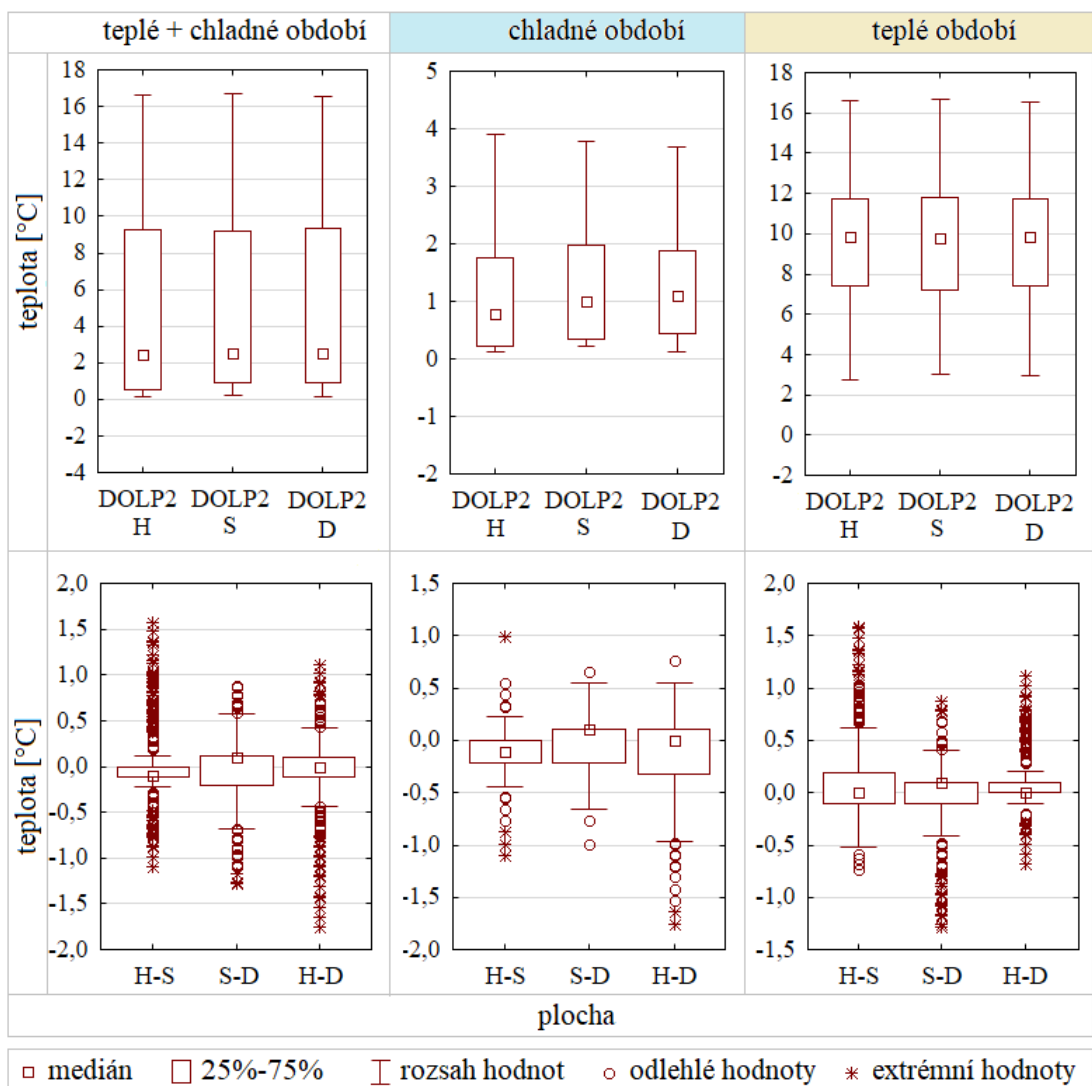
Príloha 12 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 3 (období 1. 2. – 16. 5. 2018) pomocí histogramu. Červená čára znázorňuje Gaussovu křivku, modrá čára znázorňuje křivku hodnot. Měření jsou rozdělena na teplé a chladné období, dále na horní a dolní měřiče.



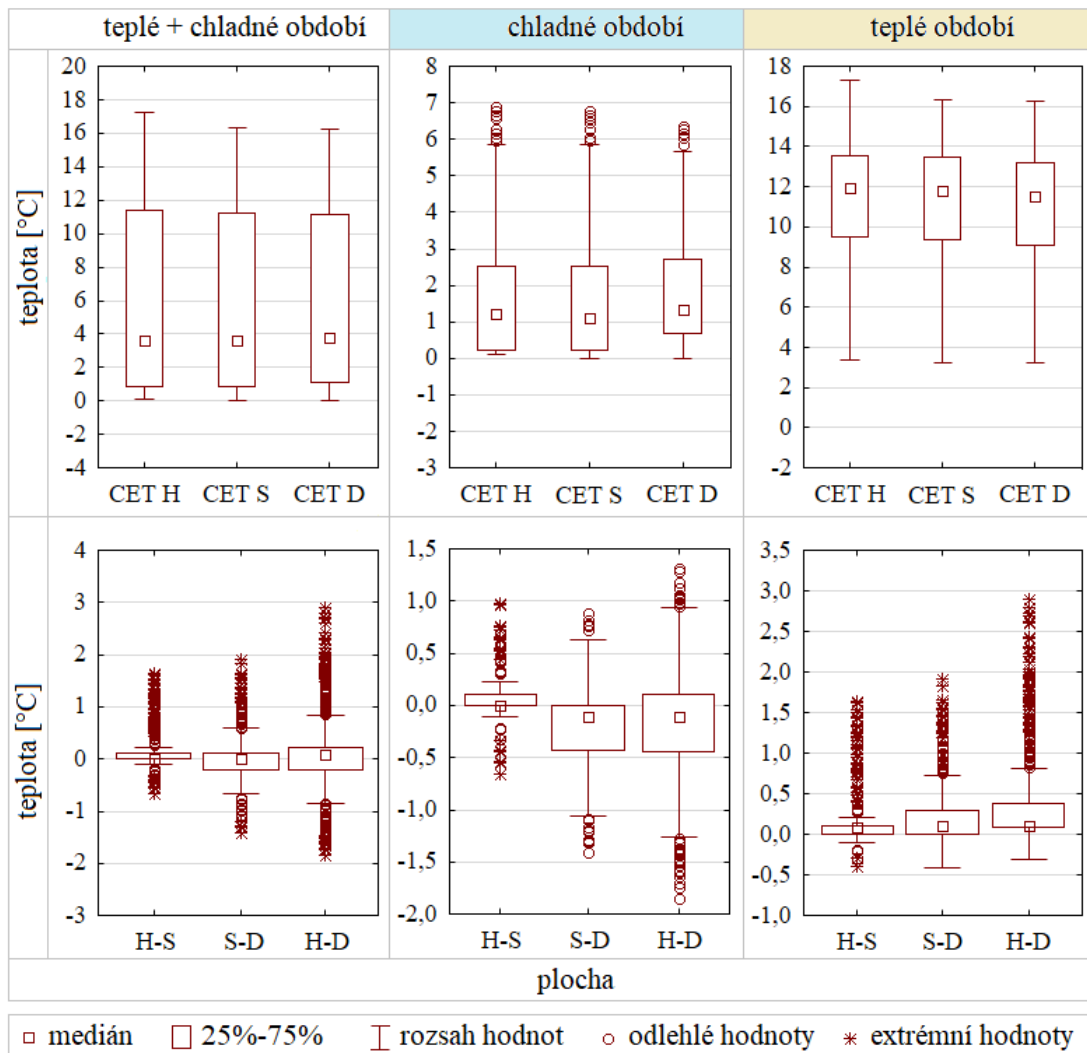
Příloha 13 Grafické znázornění normality dat upraveného datasetu č. 3 pomocí Q-Q plotu. Body na červené čáře splňují normalitu. Měření jsou rozdělena na teplé a chladné období, dále na horní a dolní měřiče.



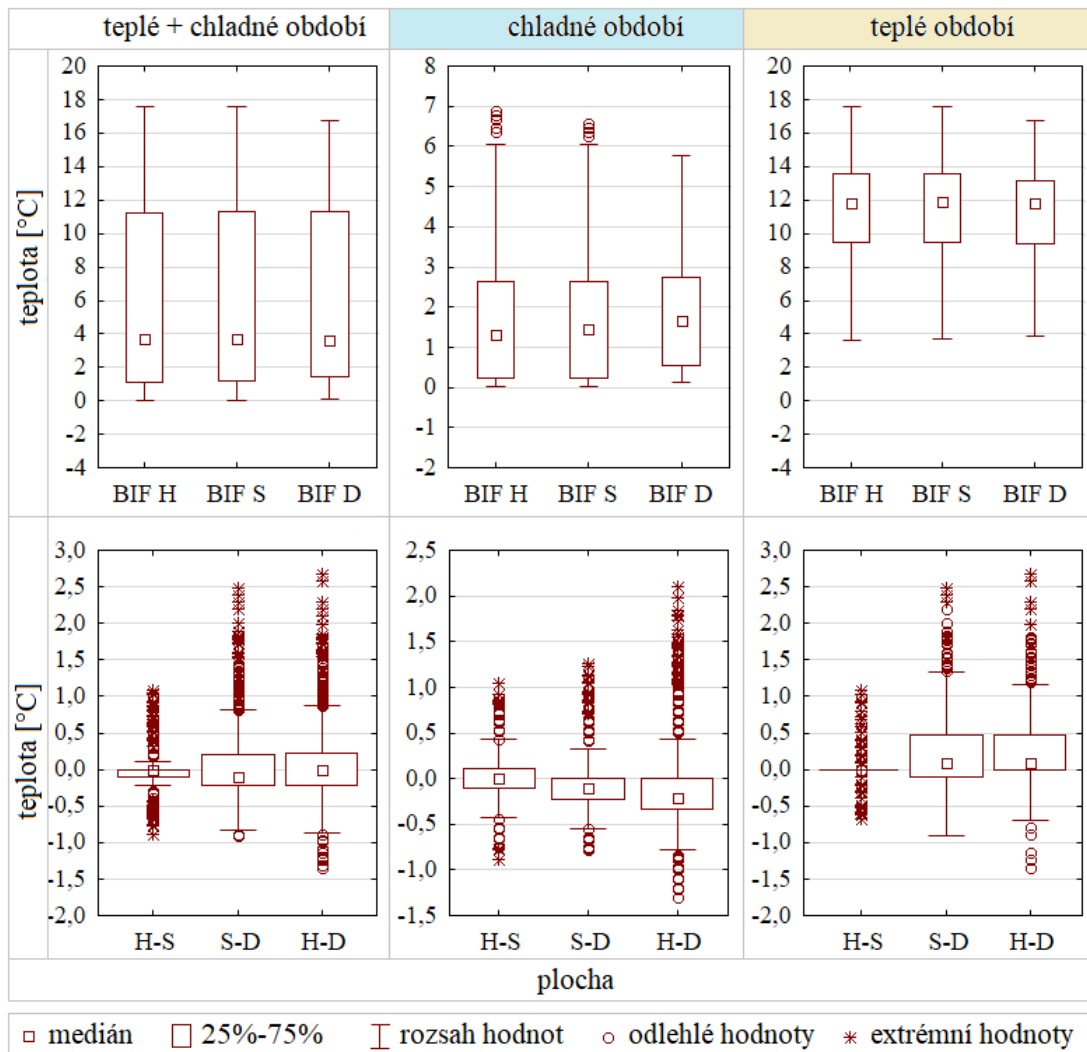
Příloha 14 Souhrn boxplotů pro lokalitu DOLP1 (Dolní Příbrán) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).



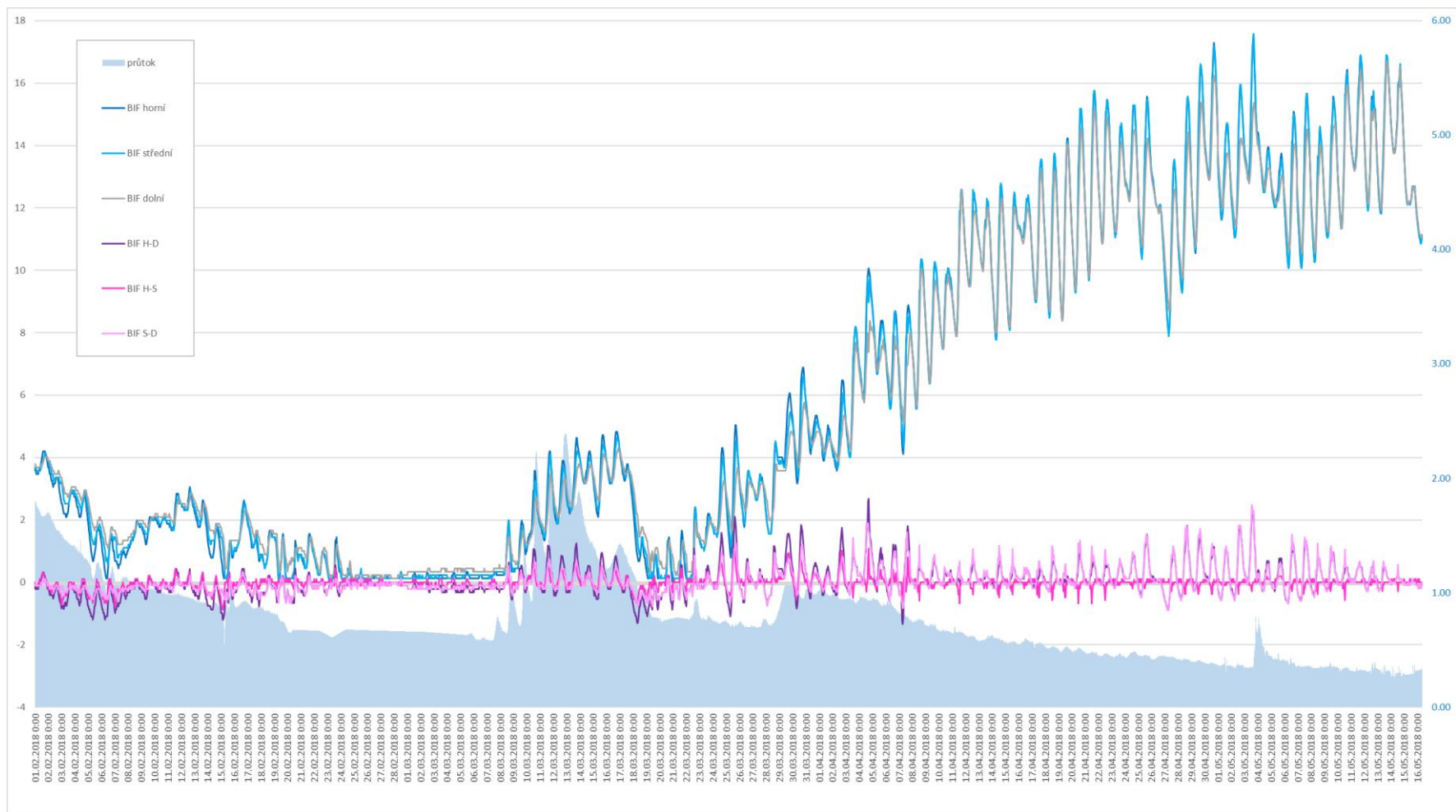
Příloha 15 Souhrn boxplotů pro lokalitu DOLP2 (Dolní Příbrání) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).



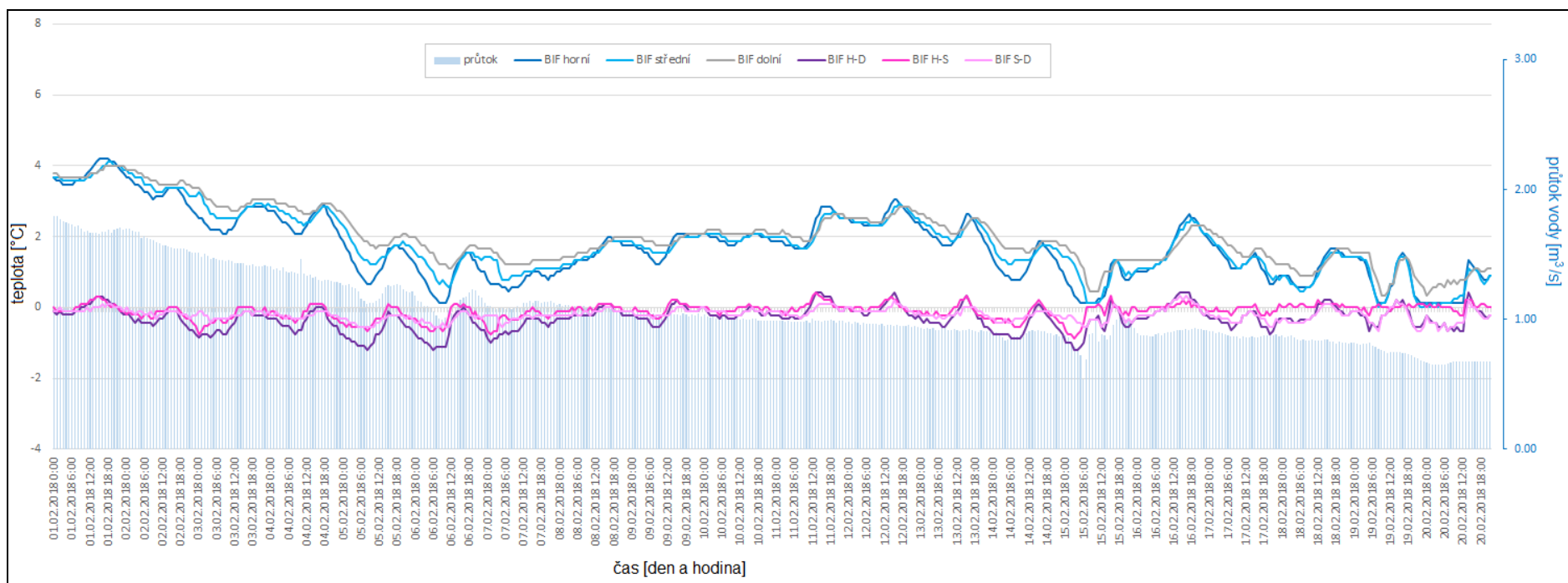
Příloha 16 Souhrn boxplotů pro lokalitu CET (Cetviny) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).



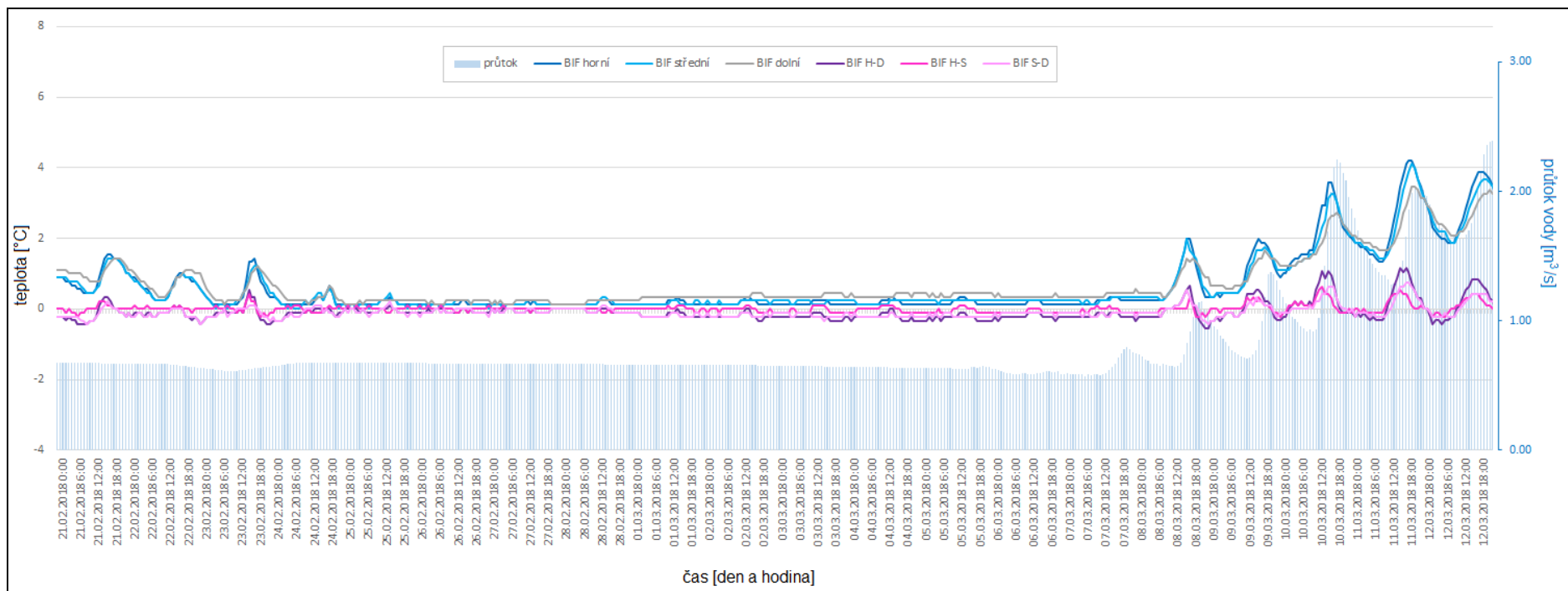
Příloha 17 Souhrn boxplotů pro lokalitu BIF (bifurkace) z datasetu č. 3. Boxploty v prvním řádku zobrazují teploty celého datasetu, chladného a teplého období (v každém obrázku zvlášť horní = H, střední = S a dolní měřič = D). Boxploty ve druhém řádku zobrazují rozdíly teplot měřičů pro celý dataset, chladné a teplé období (zkratky značí: H = horní měřič, S = střední měřič, D = dolní měřič).



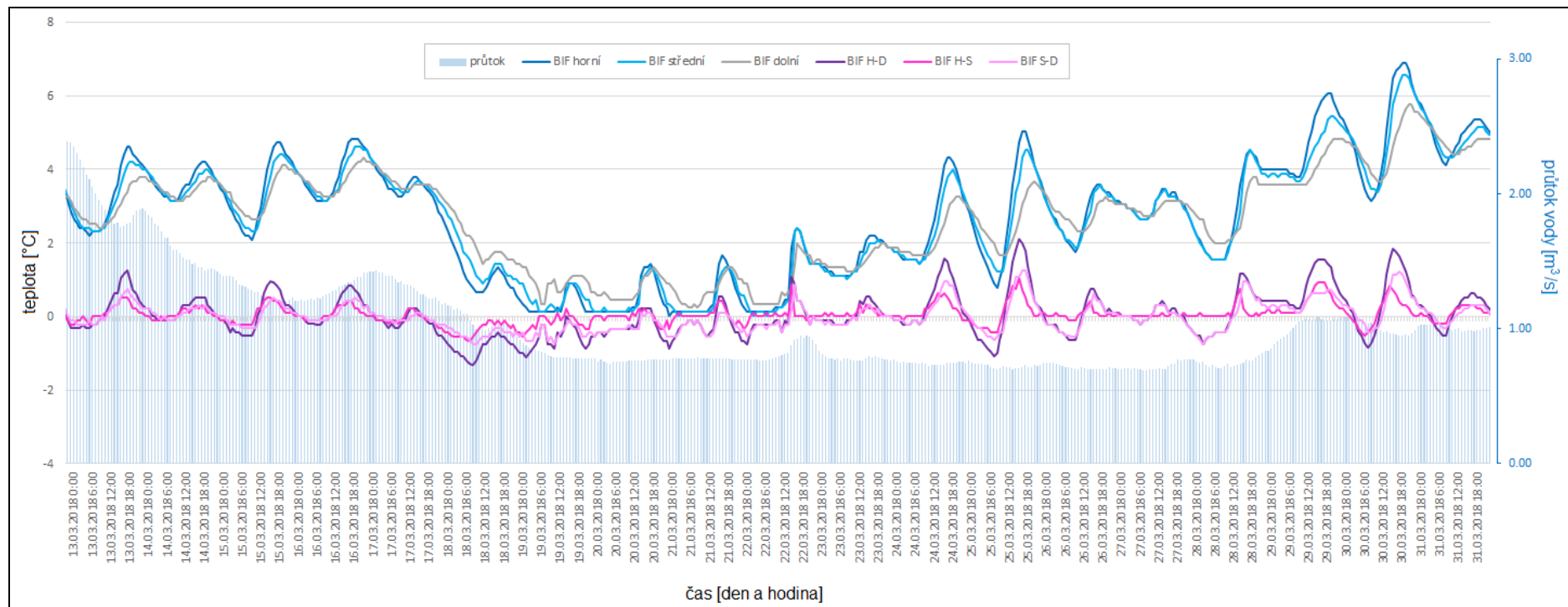
Príloha 18 Průběh teplot v lokalitě BIF. (Podrobnější popis grafu a jednotlivých linií je u následujících grafů)



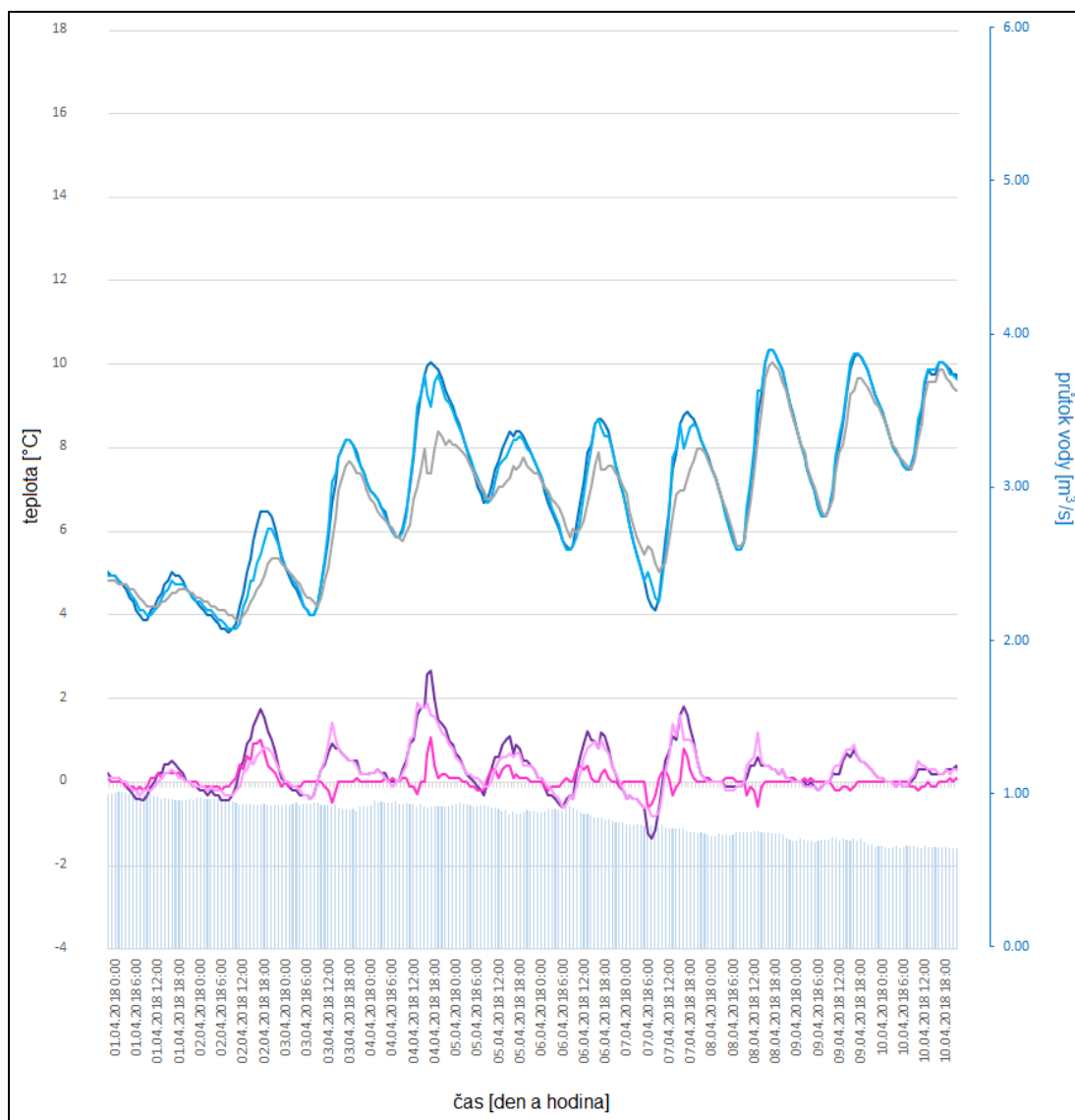
*Příloha 19 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



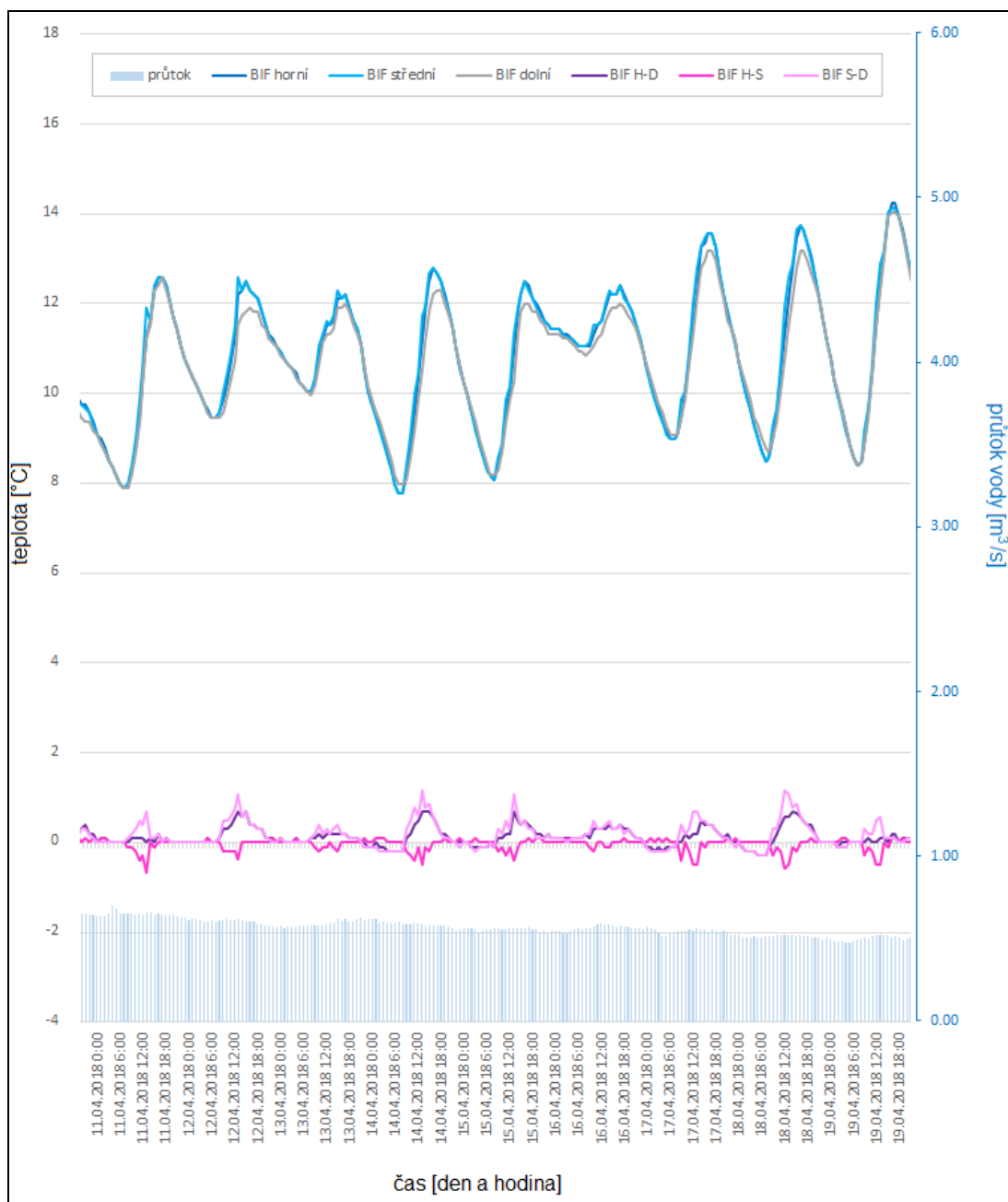
Příloha 20 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF *chlazené období* (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



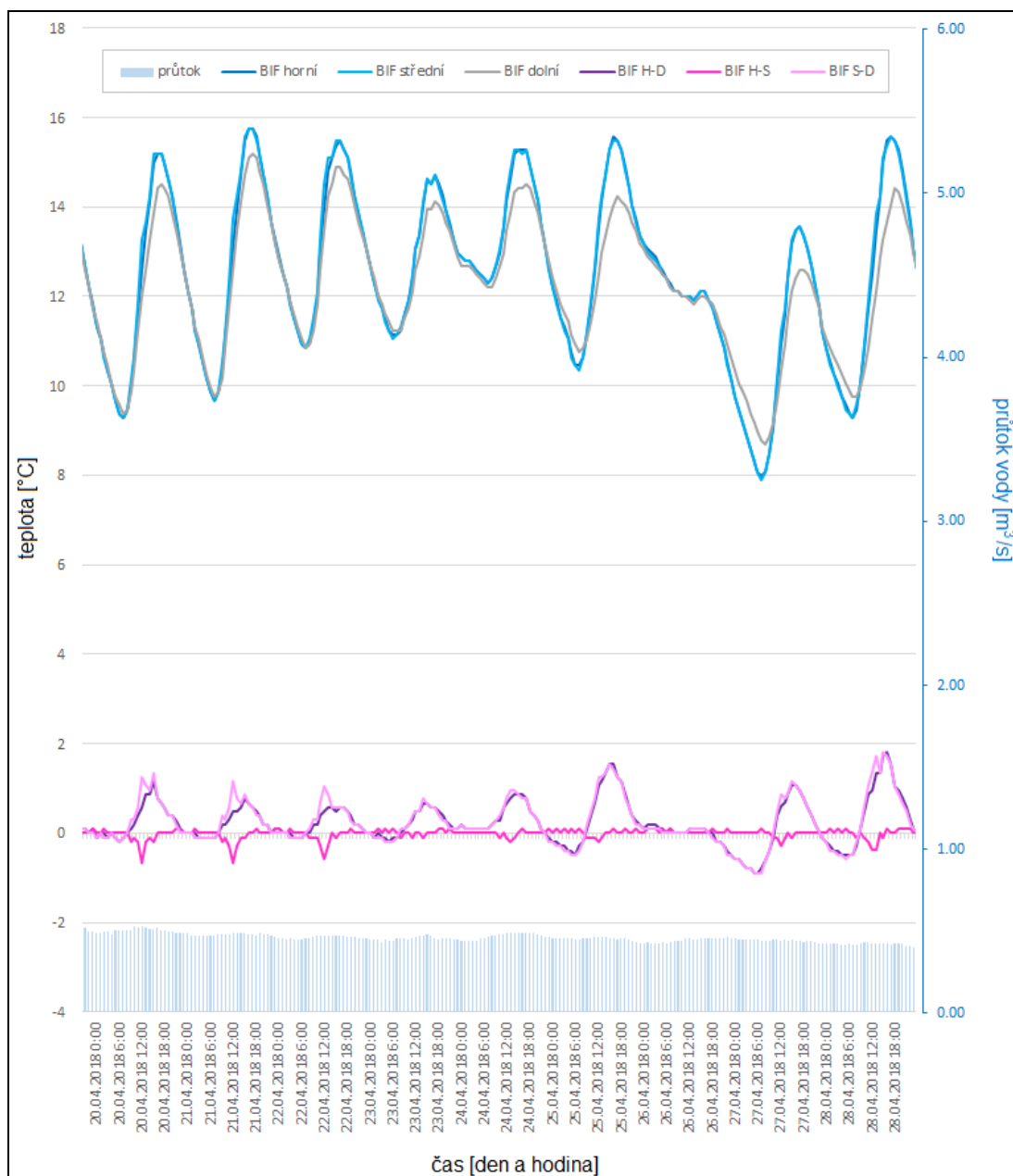
Příloha 21 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF *chladné období* (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



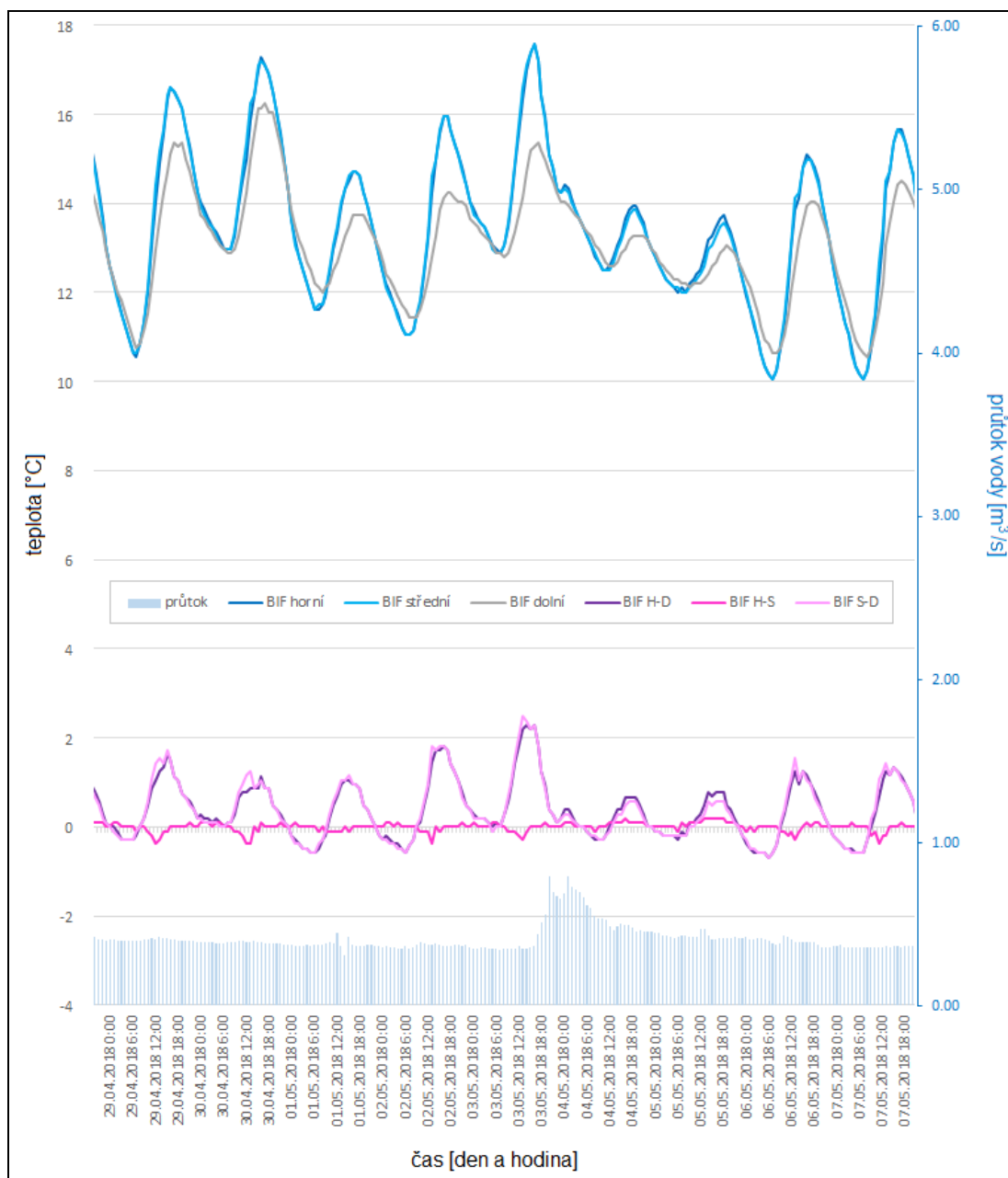
Příloha 22 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



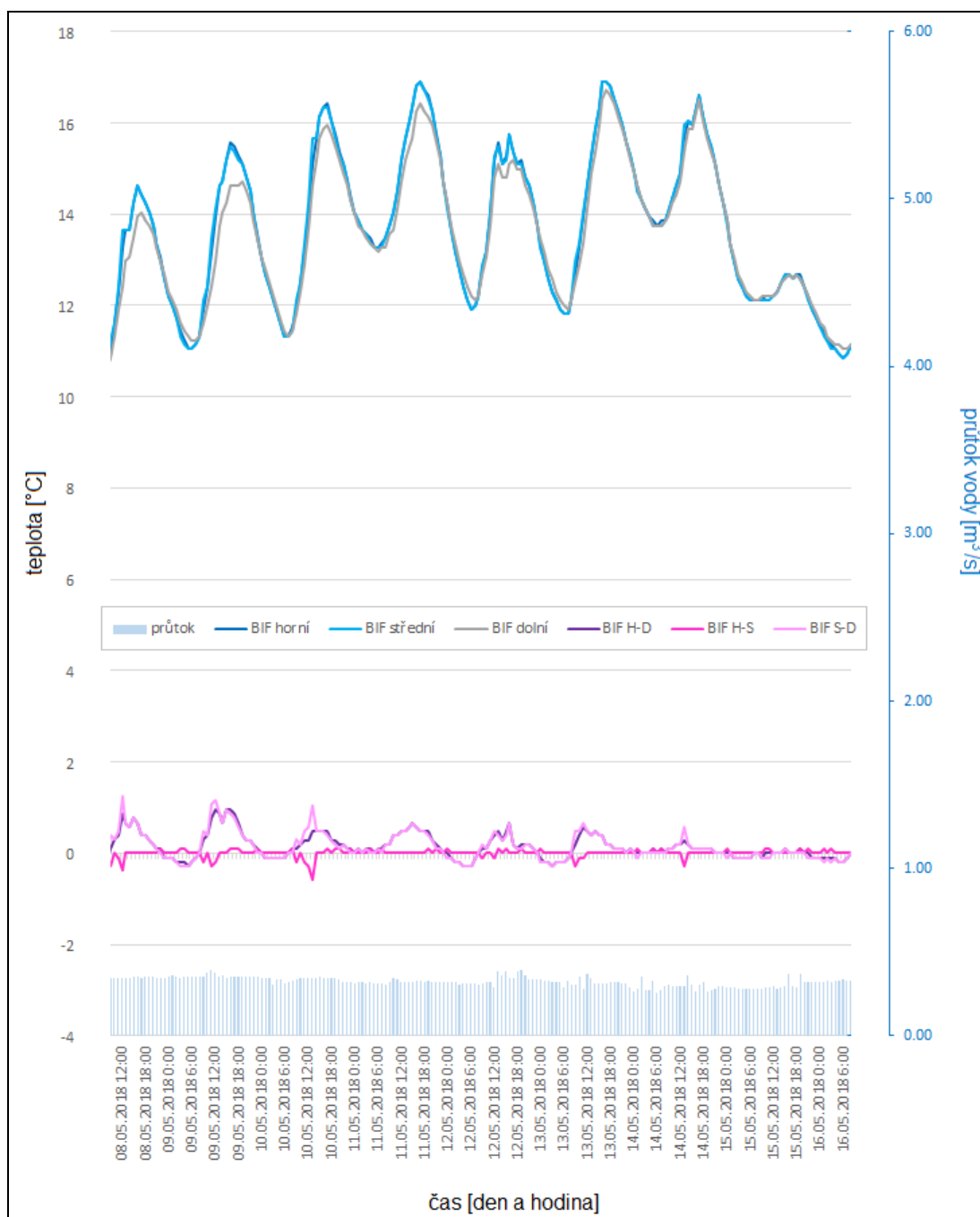
Příloha 23 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



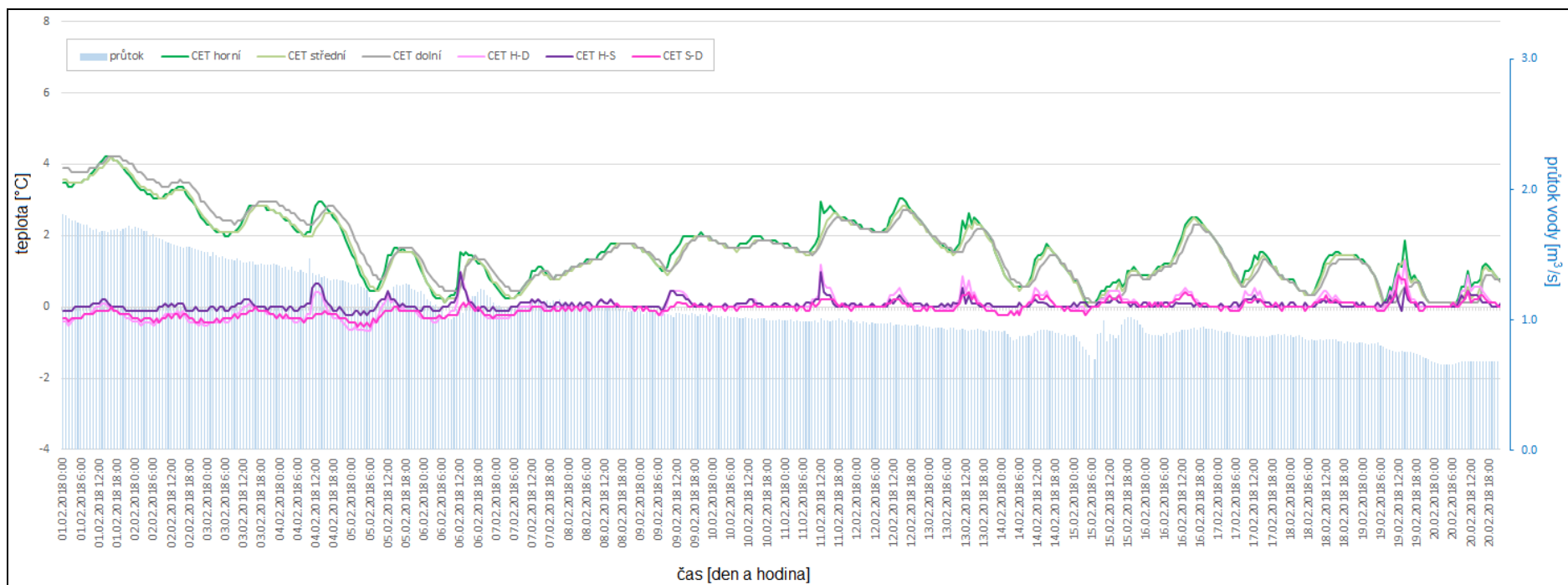
Příloha 24 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



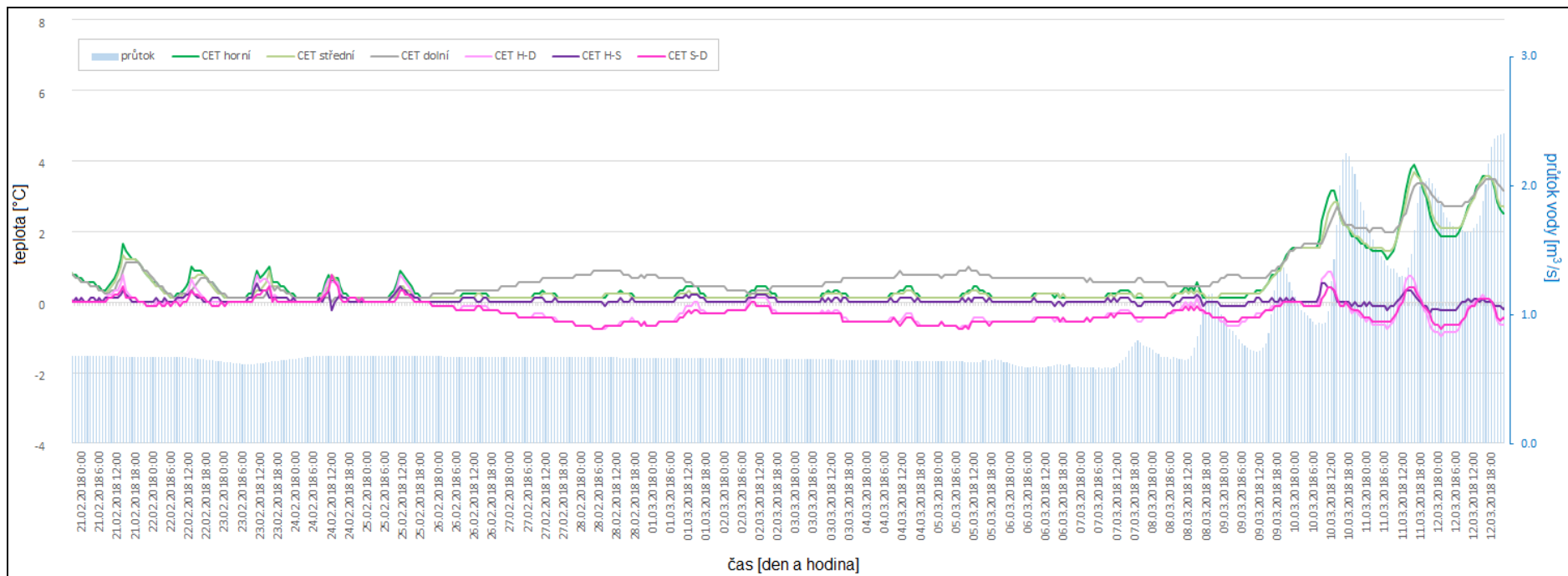
Příloha 25 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF teplé období (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



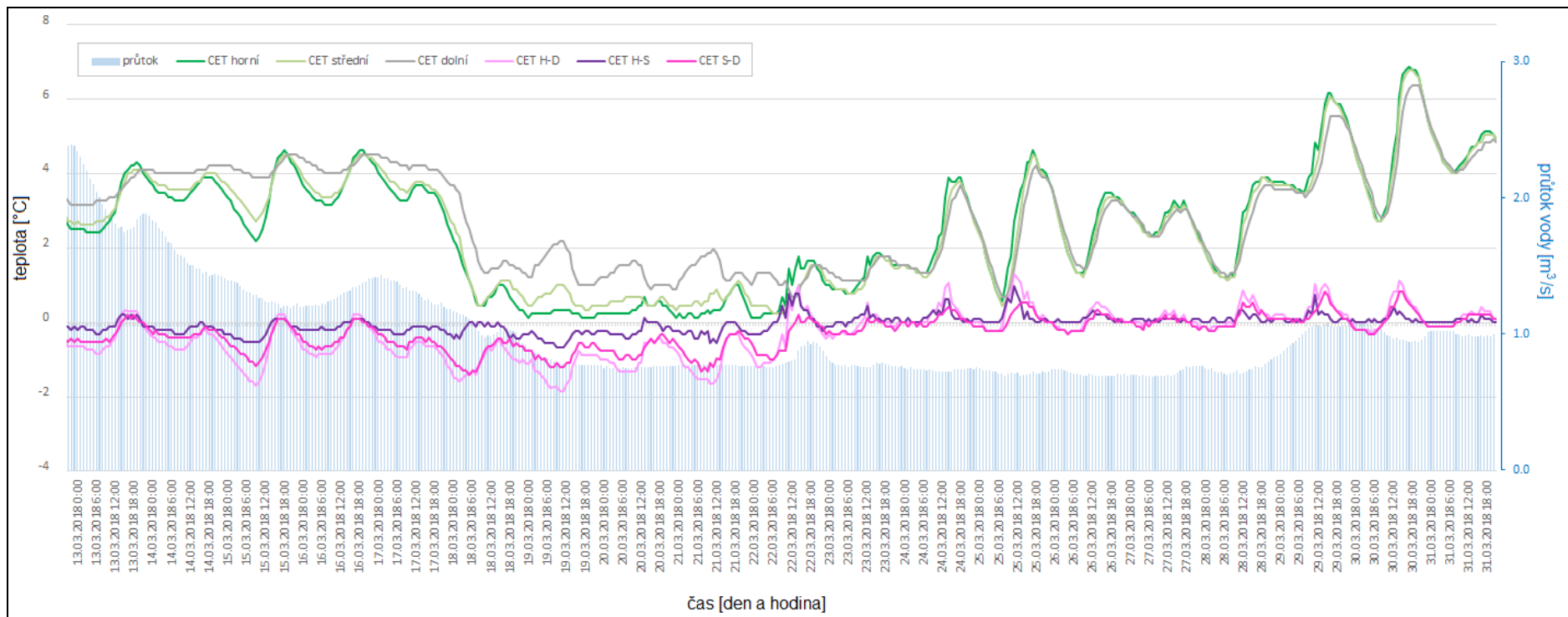
Příloha 26 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita BIF *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



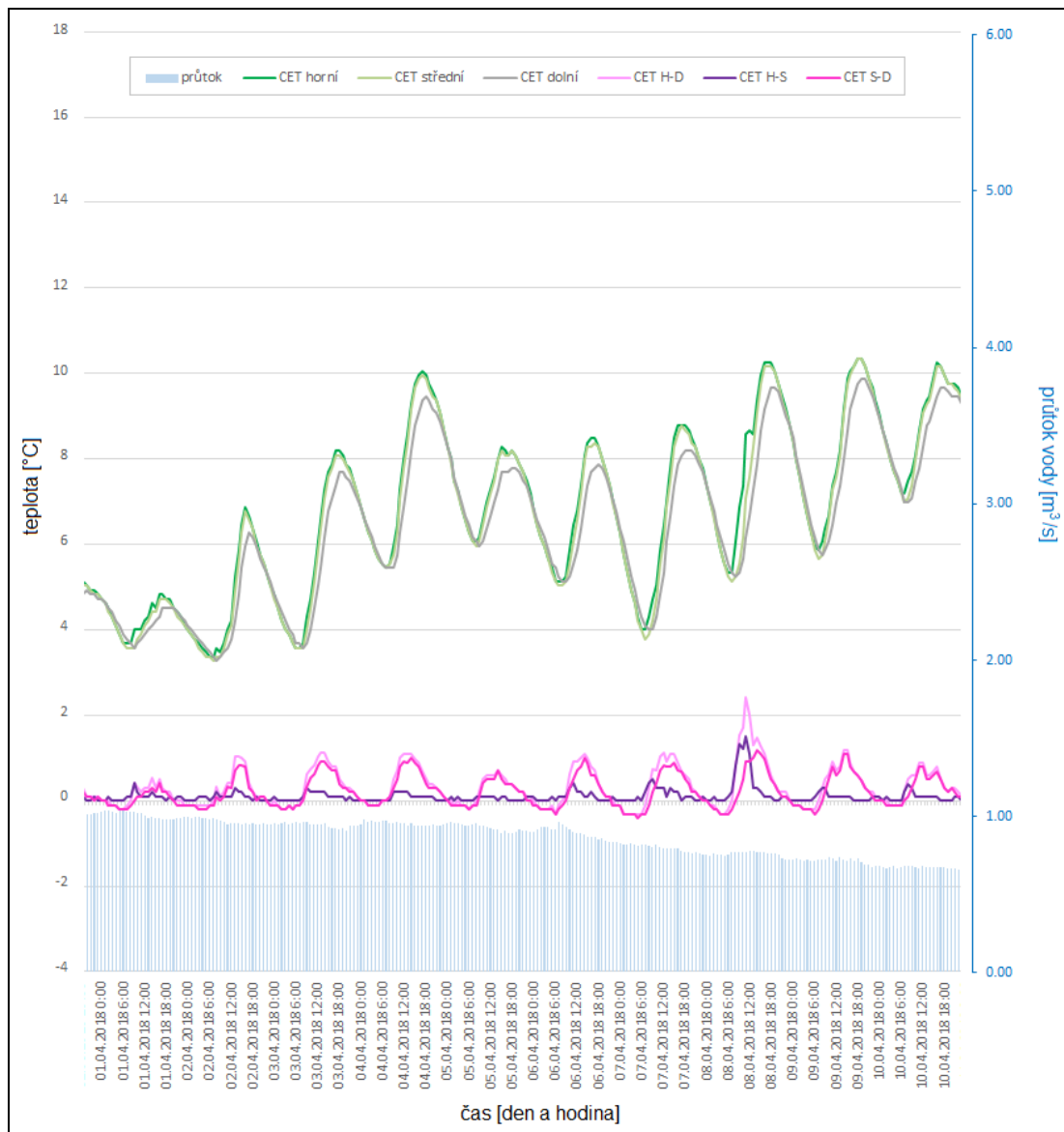
*Príloha 27 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



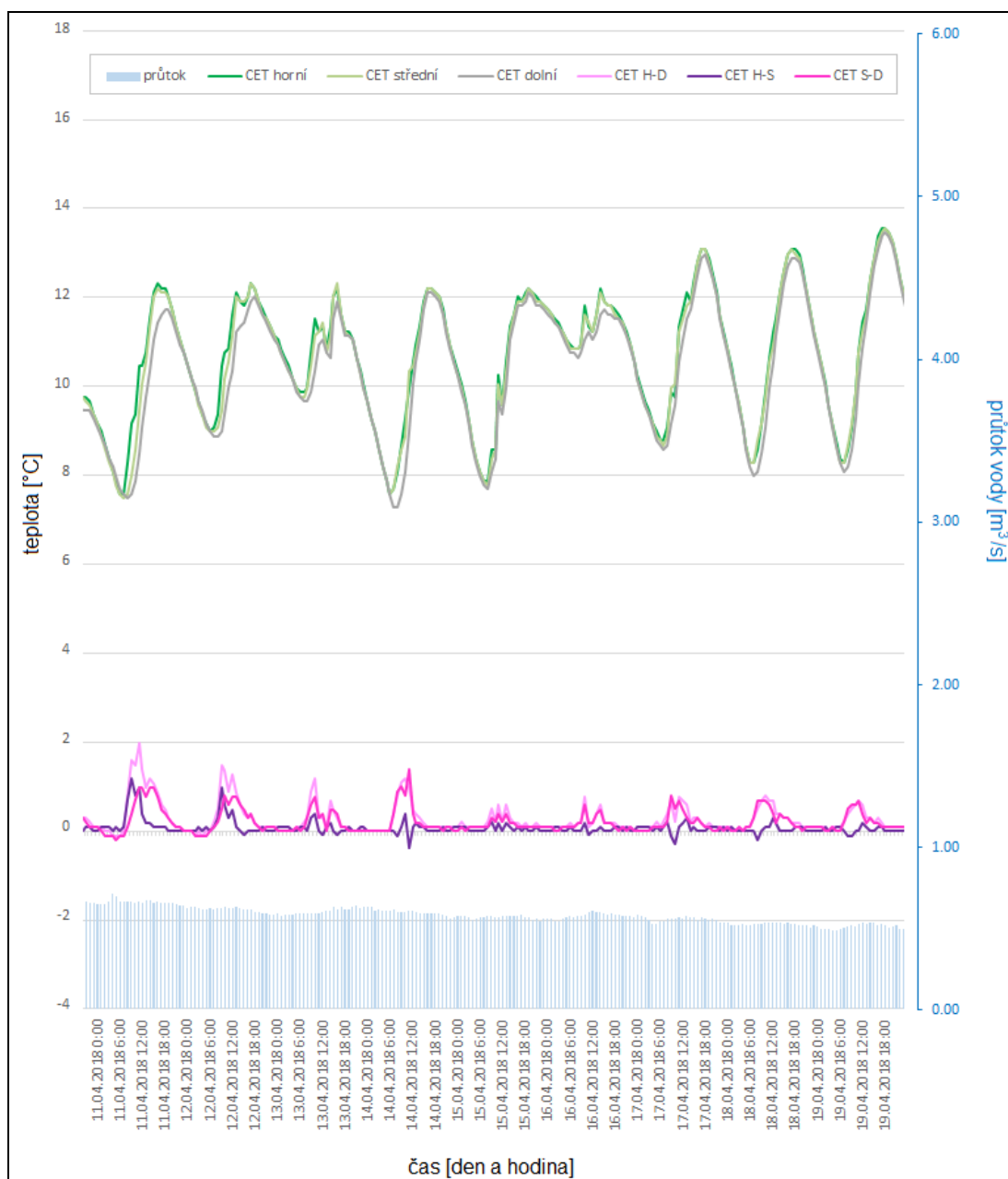
*Príloha 28 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cevtiny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



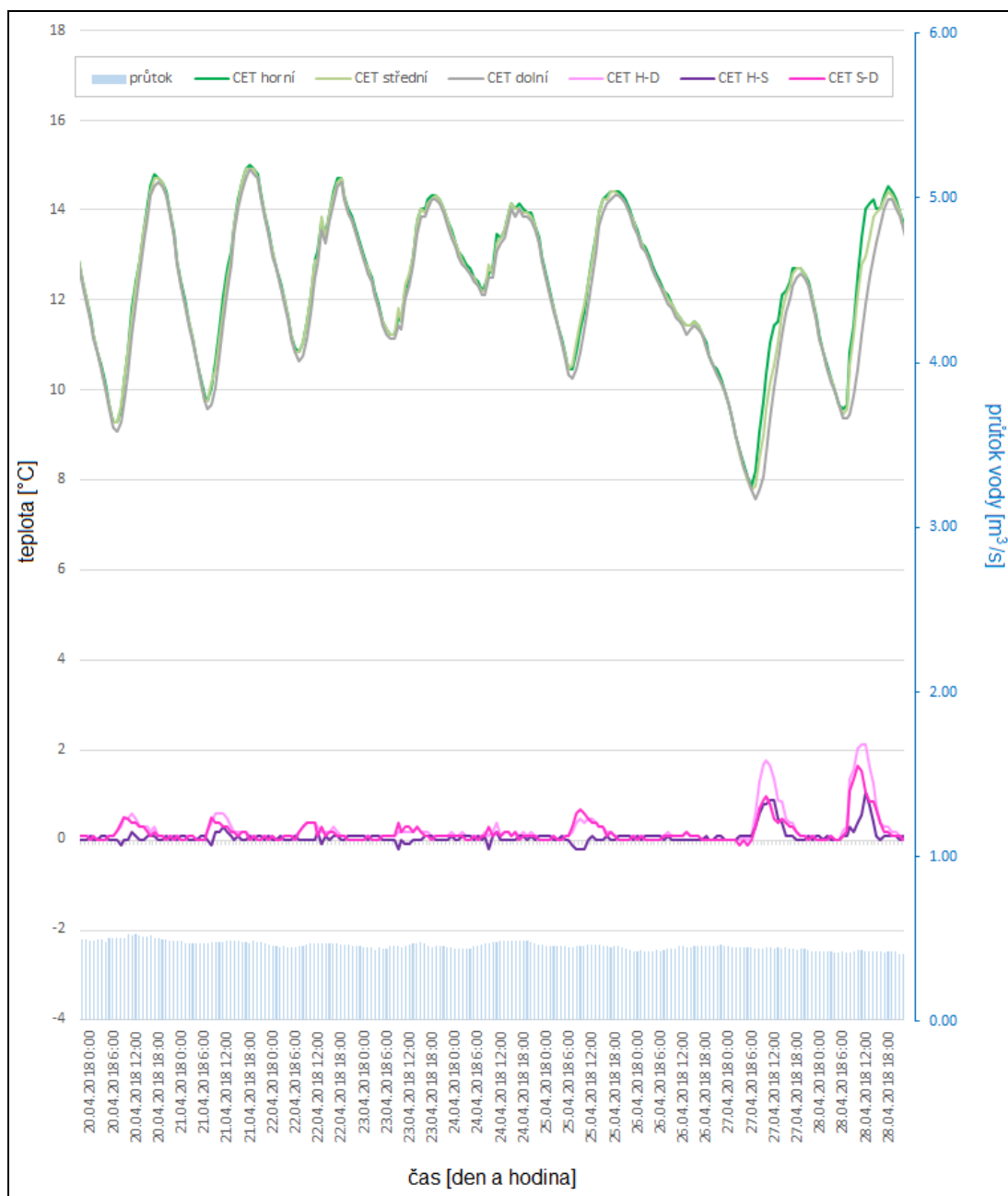
*Príloha 29 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cevtiny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



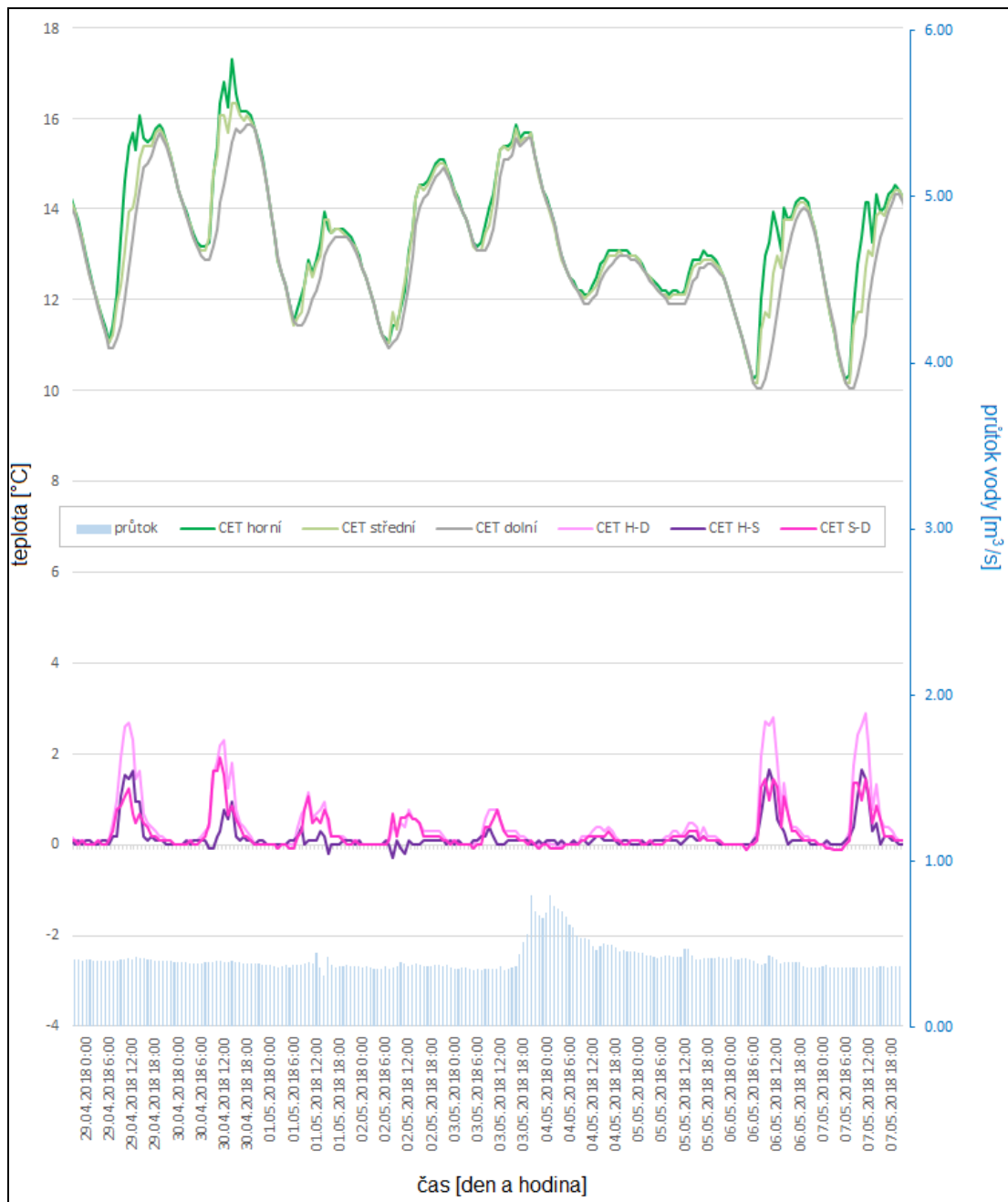
Příloha 30 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



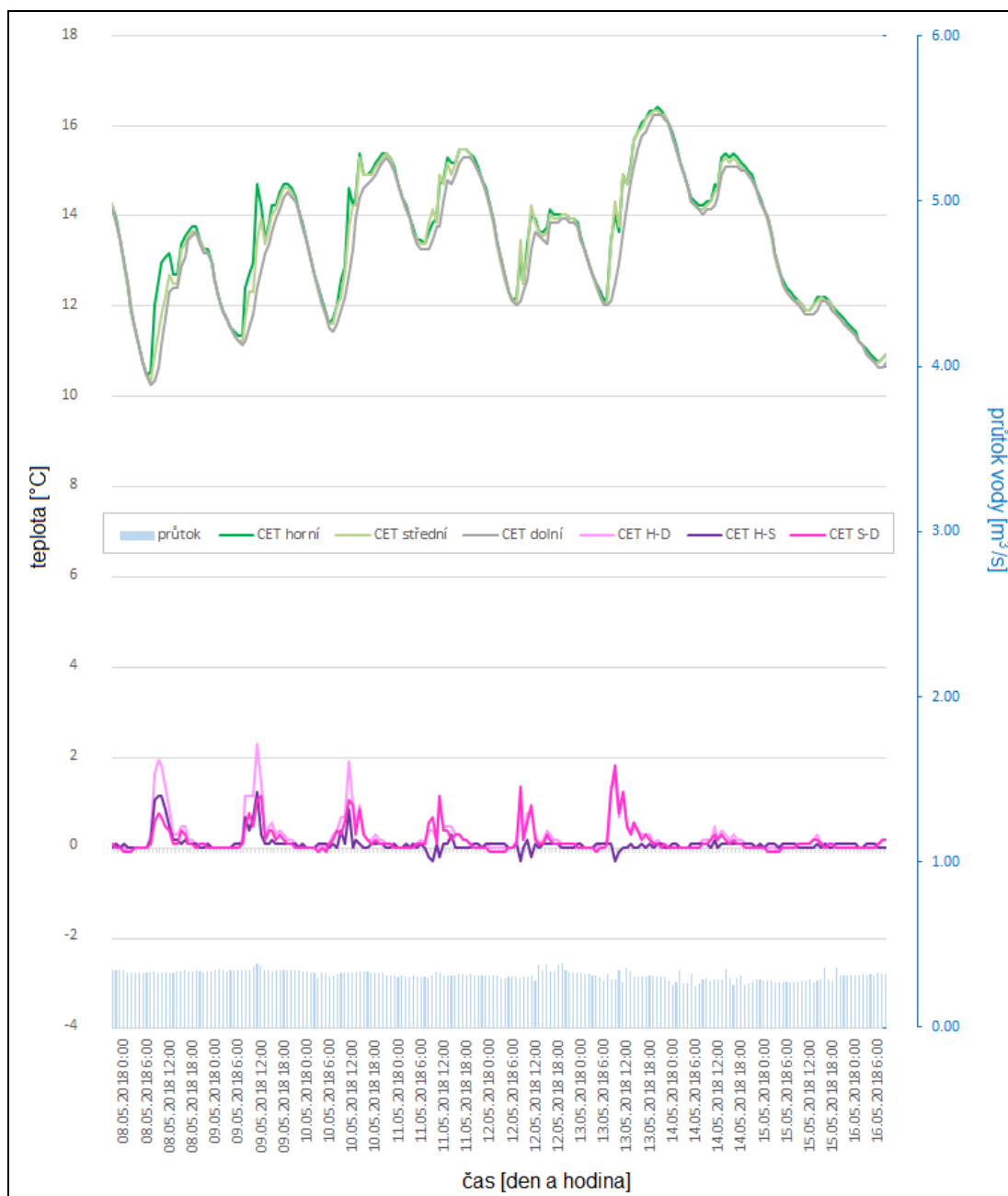
Příloha 31 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



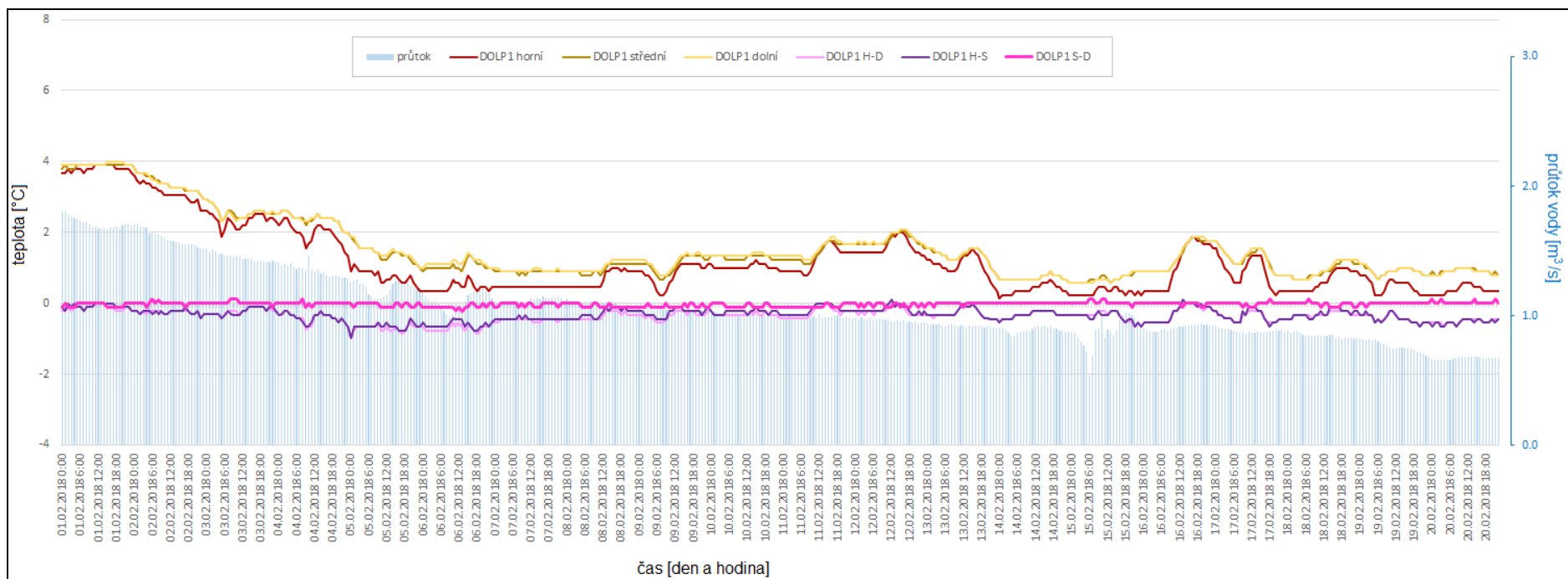
Příloha 32 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



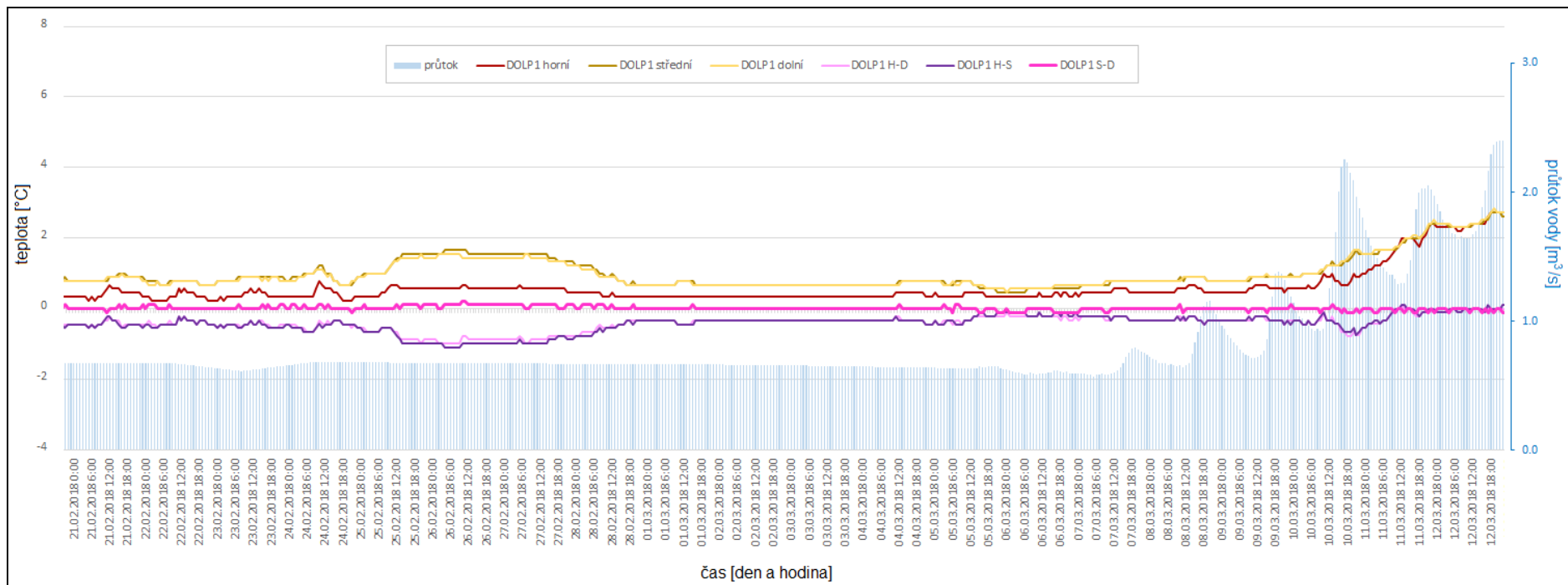
Příloha 33 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



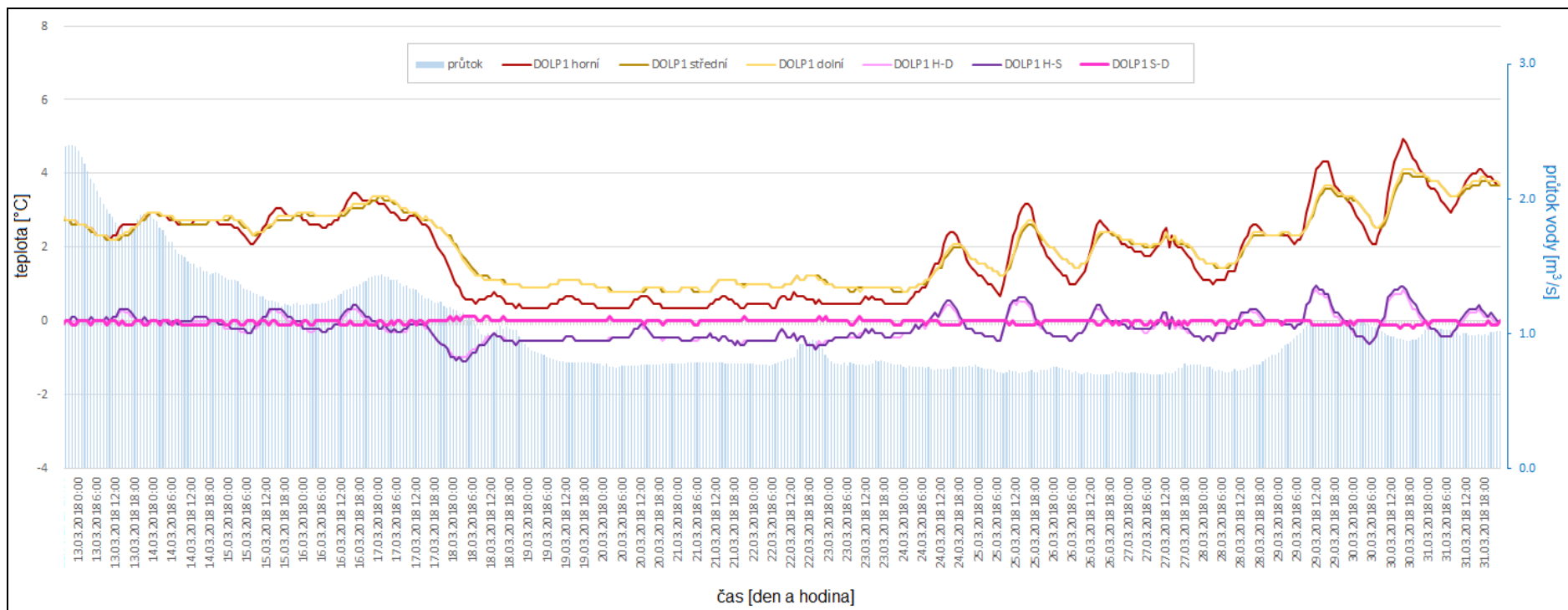
Příloha 34 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita CET *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



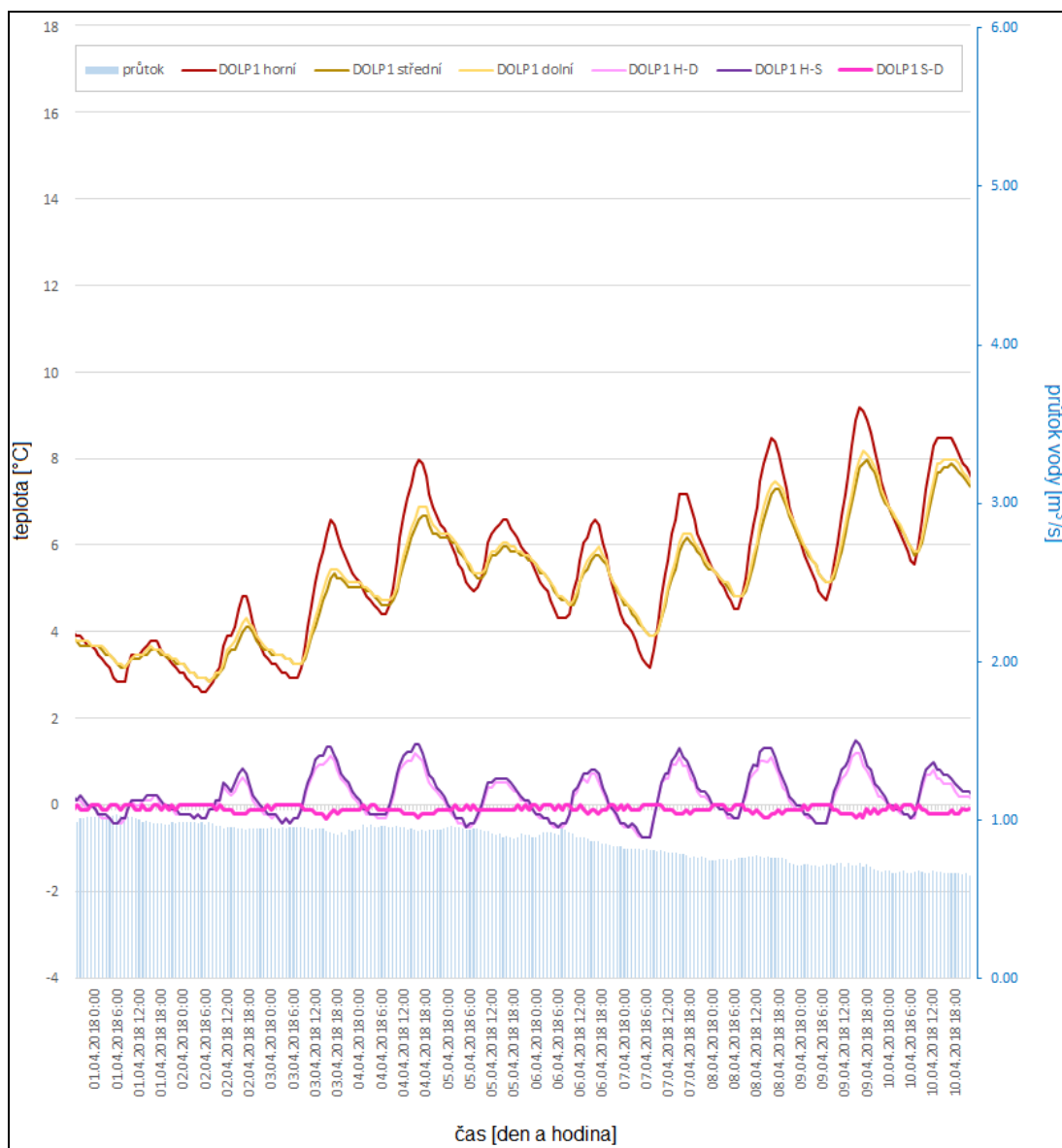
Příloha 35 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 *chladné období* (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



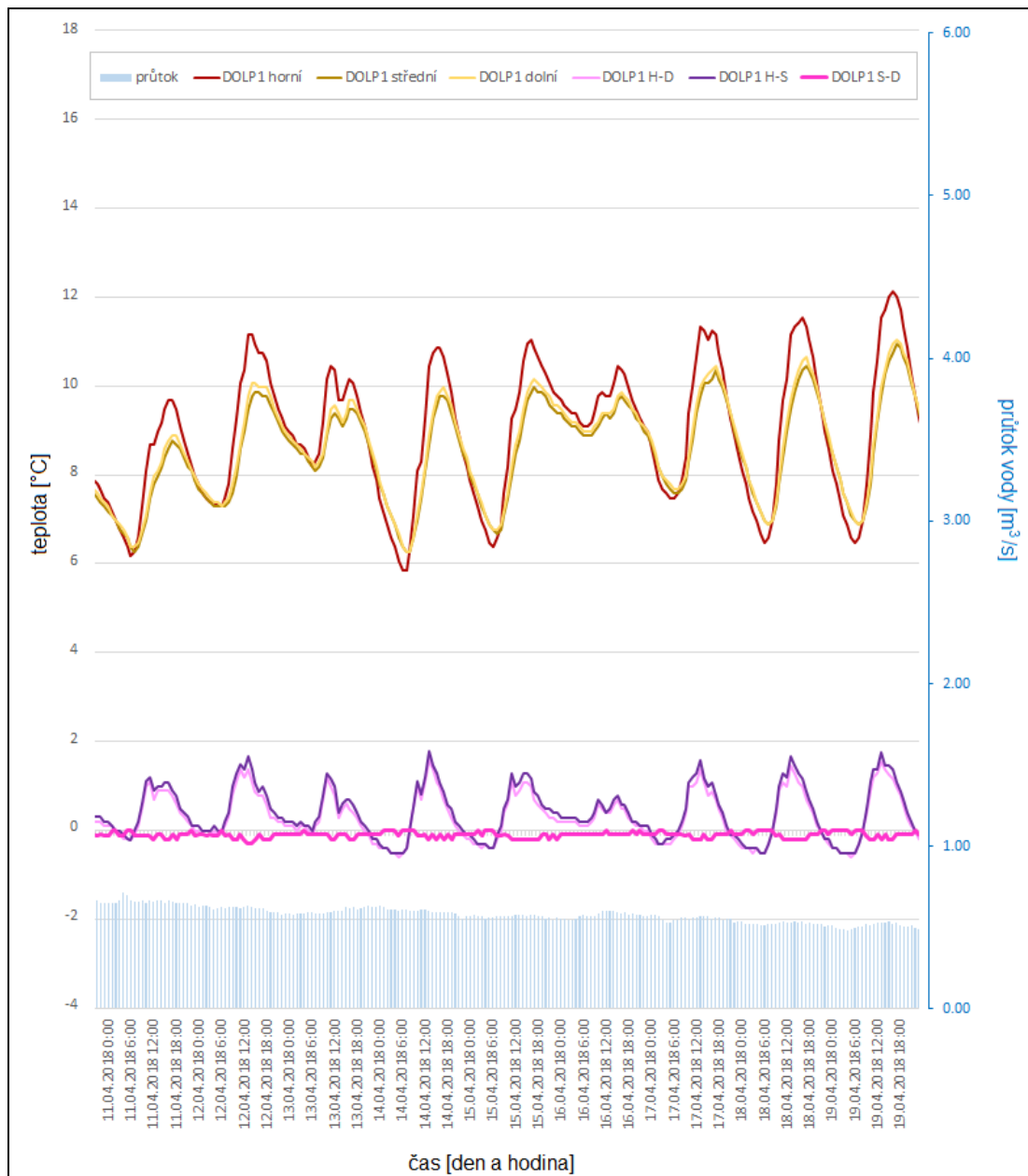
*Příloha 36 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



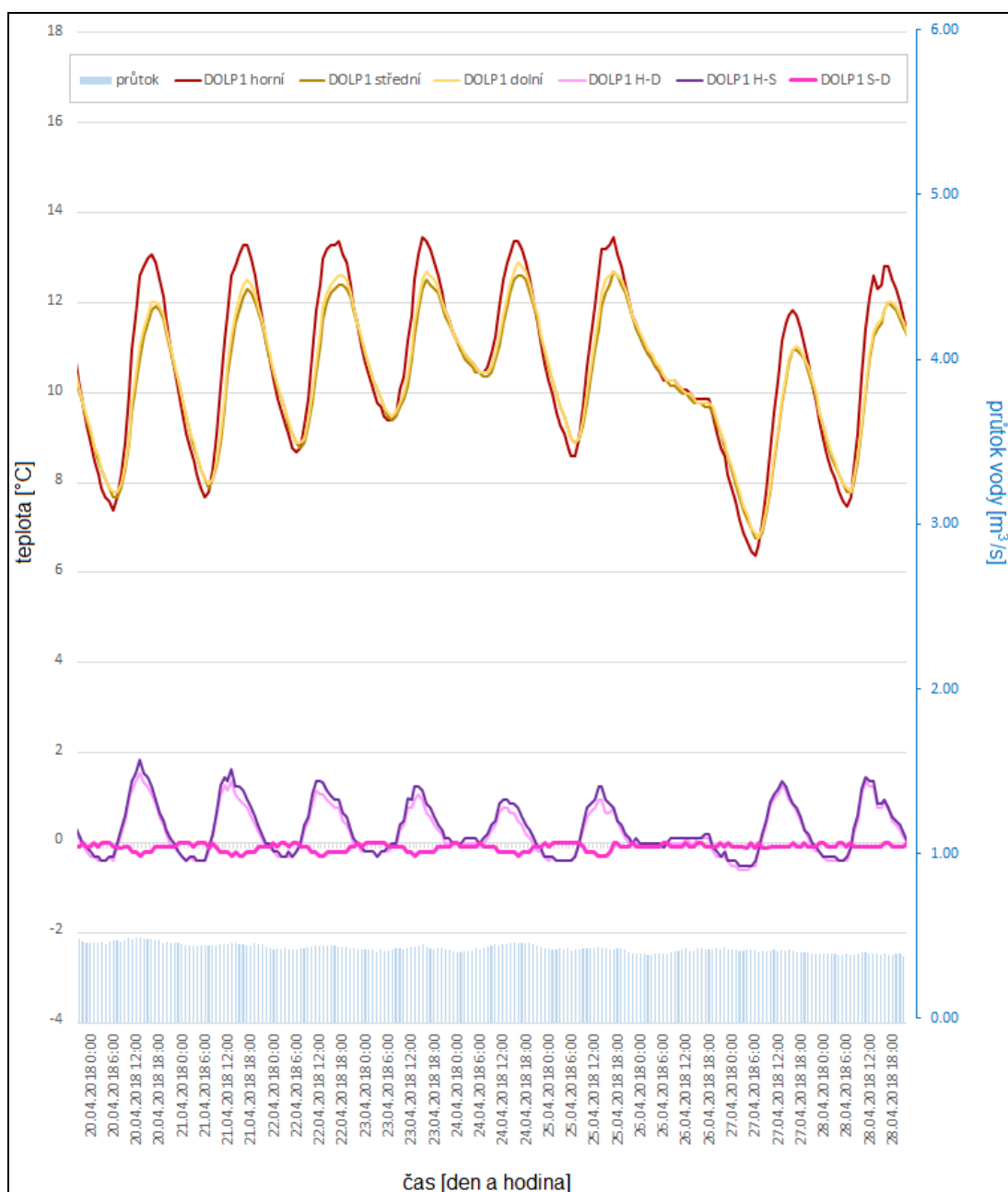
*Príloha 37 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



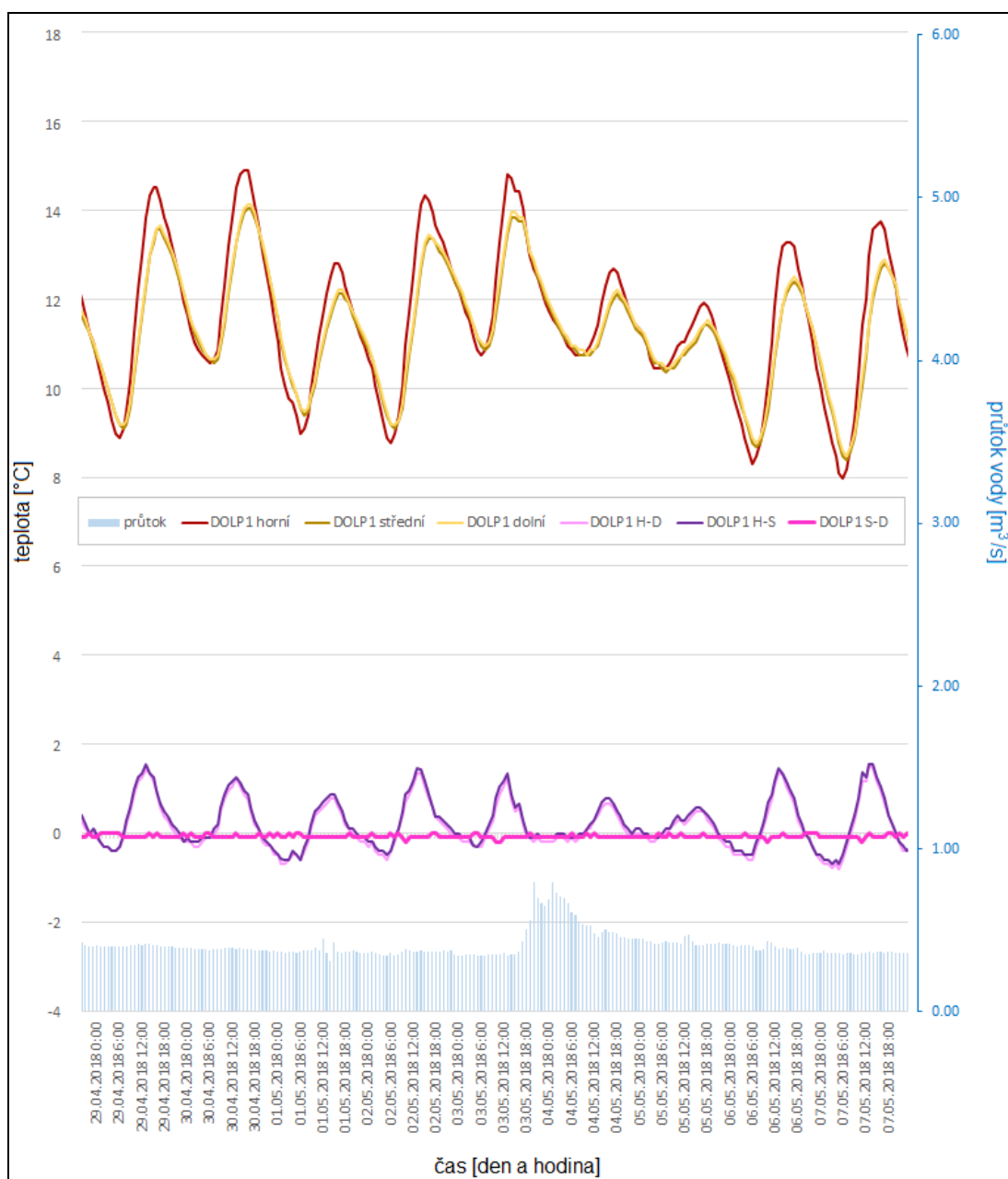
Příloha 38 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



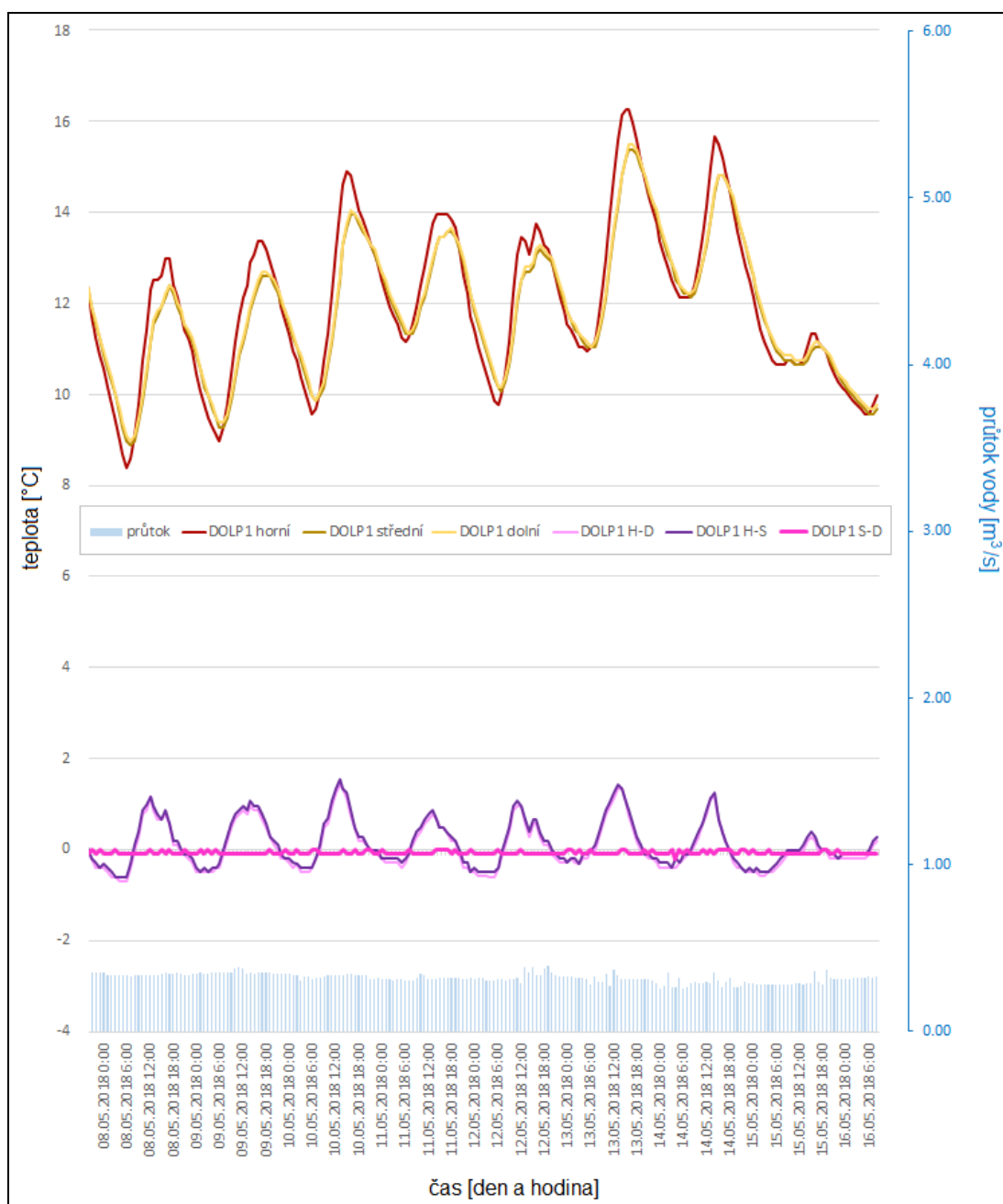
*Příloha 39 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 **teplé období** (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



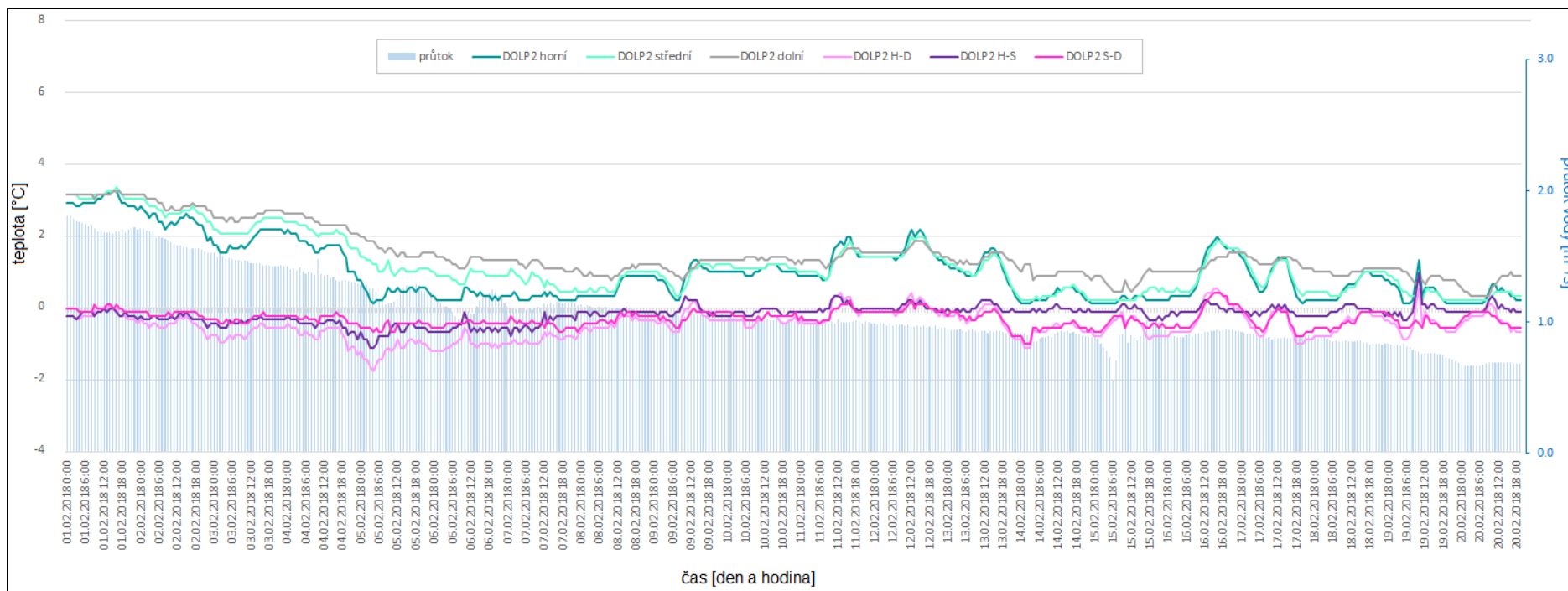
*Příloha 40 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 **teplé období** (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



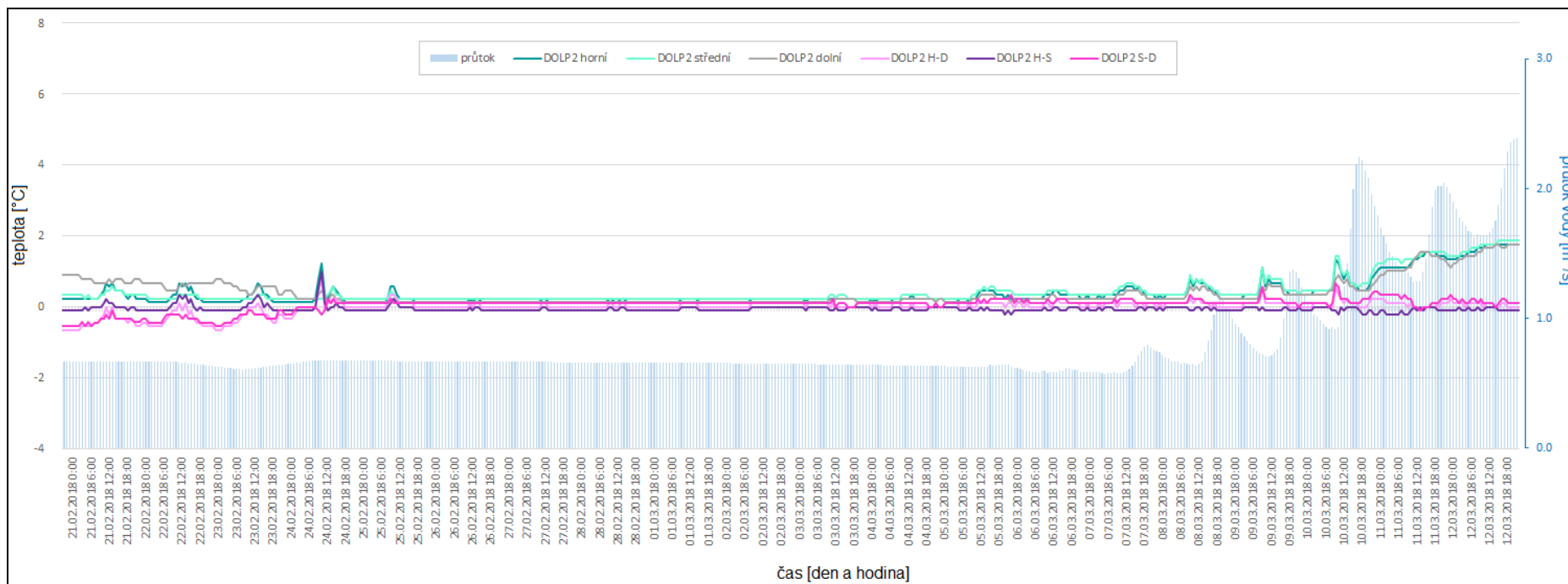
*Príloha 41 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 **teplé období** (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



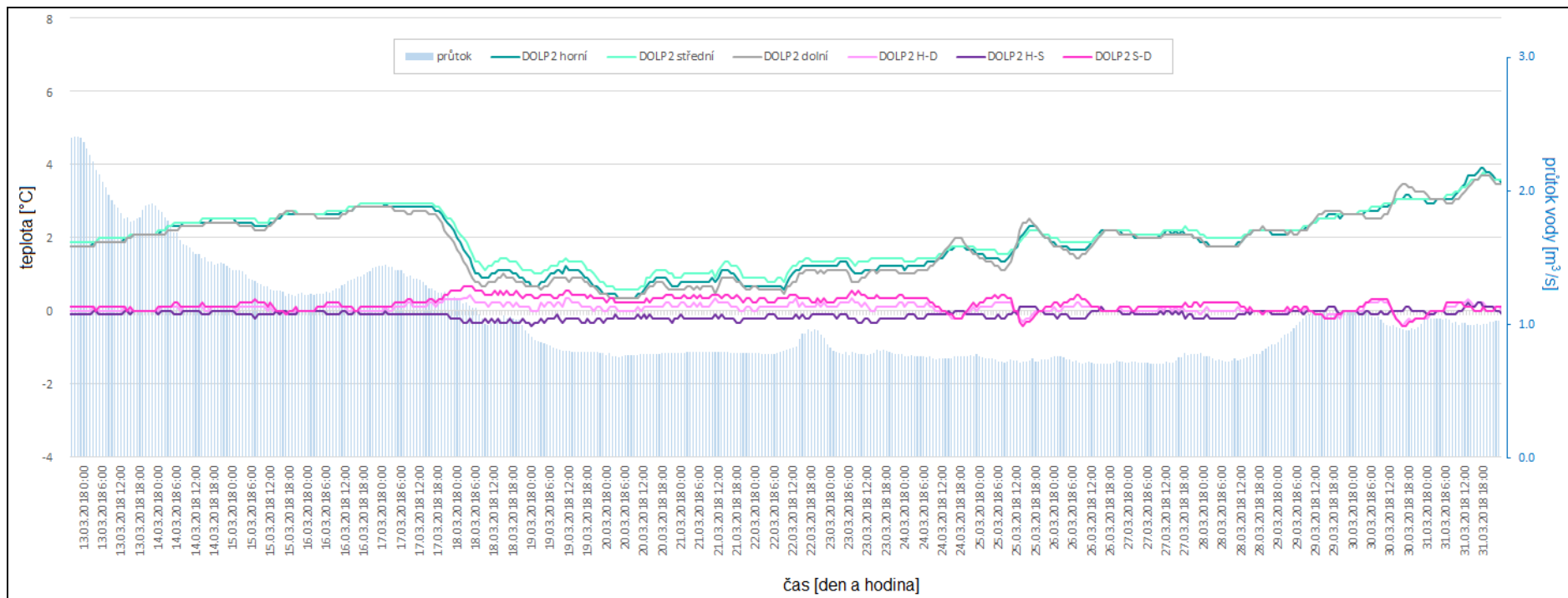
Příloha 42 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP1 *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



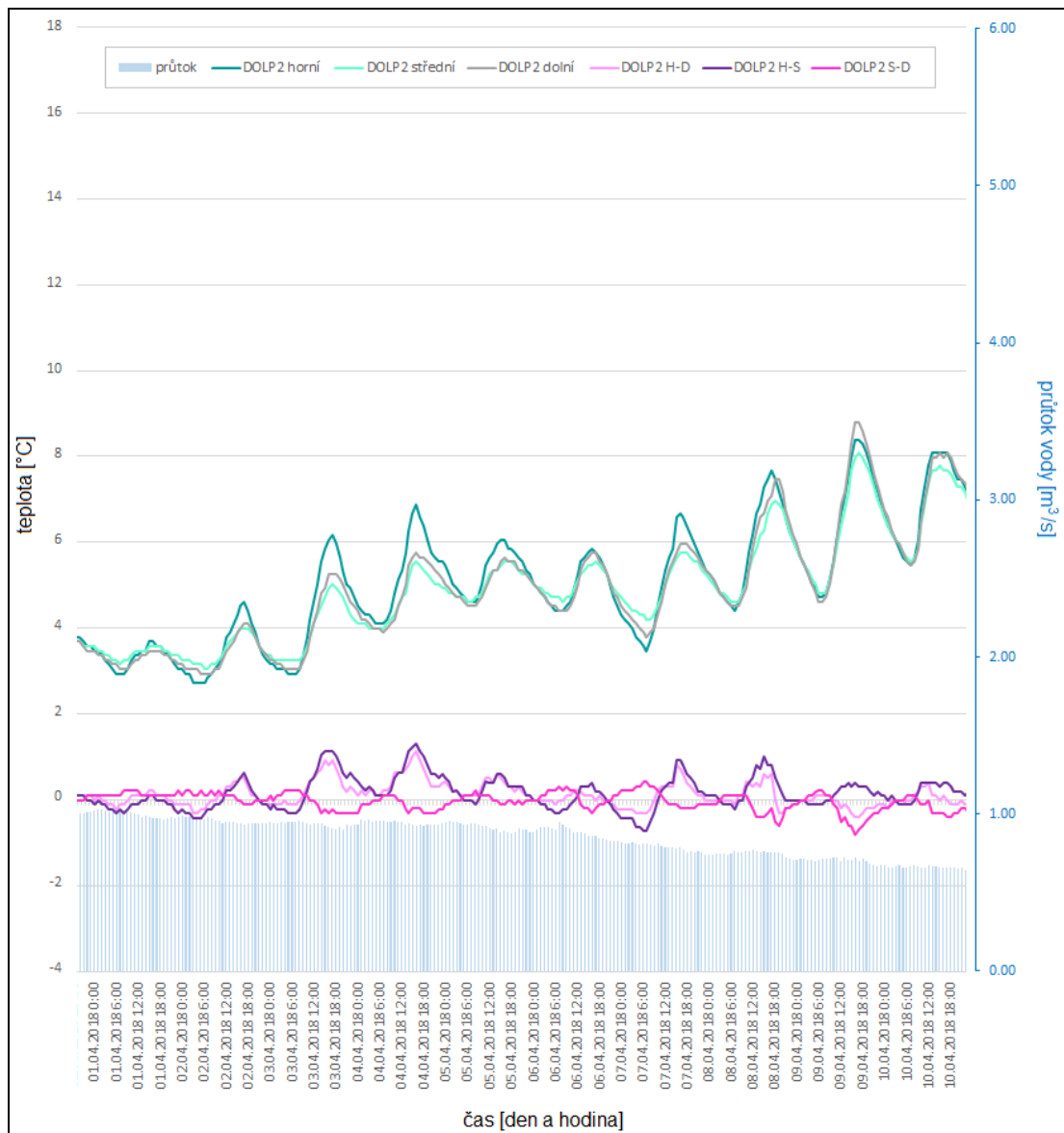
*Příloha 43 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 1. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



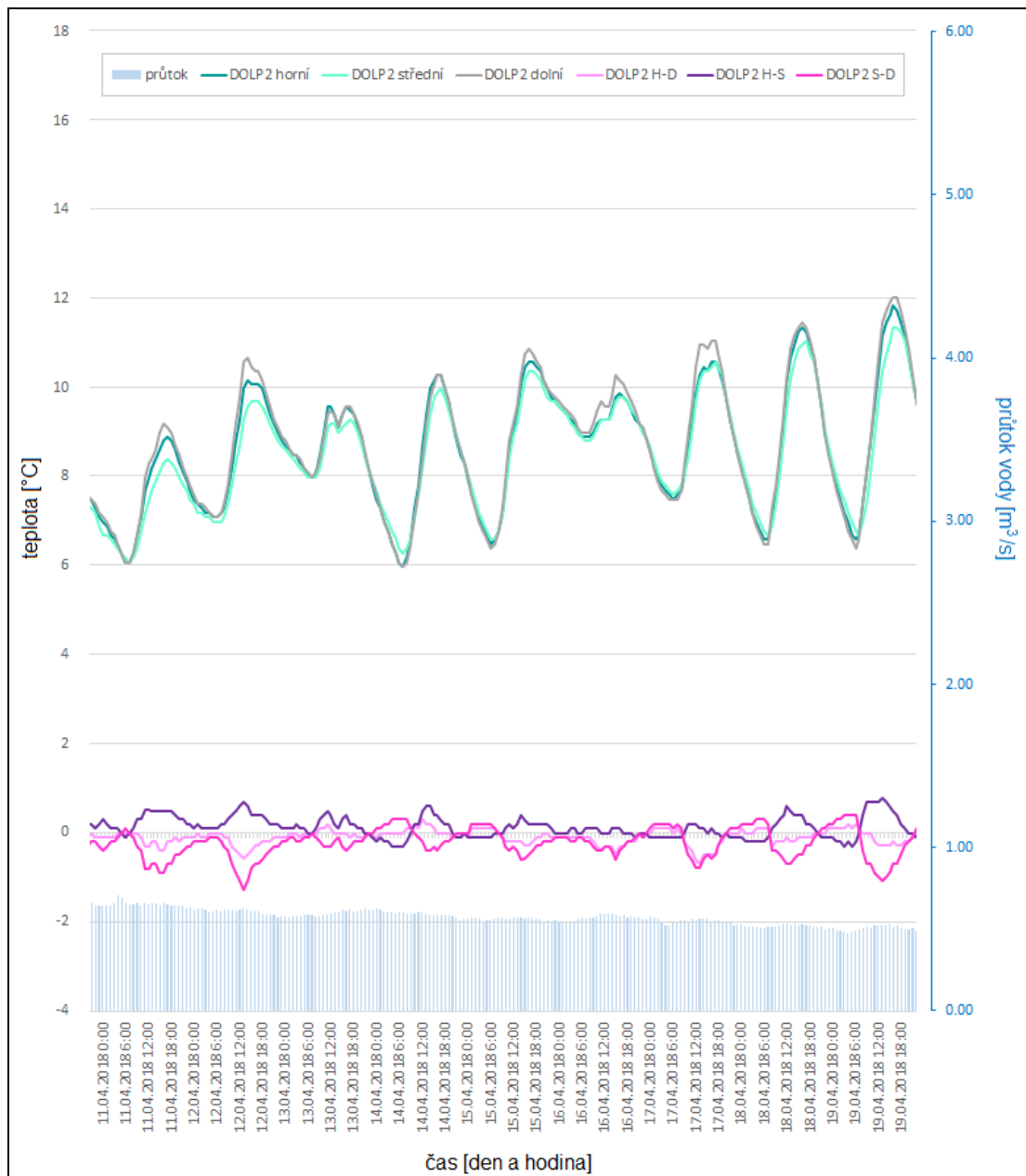
Příloha 44 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 *chladné období* (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 2. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



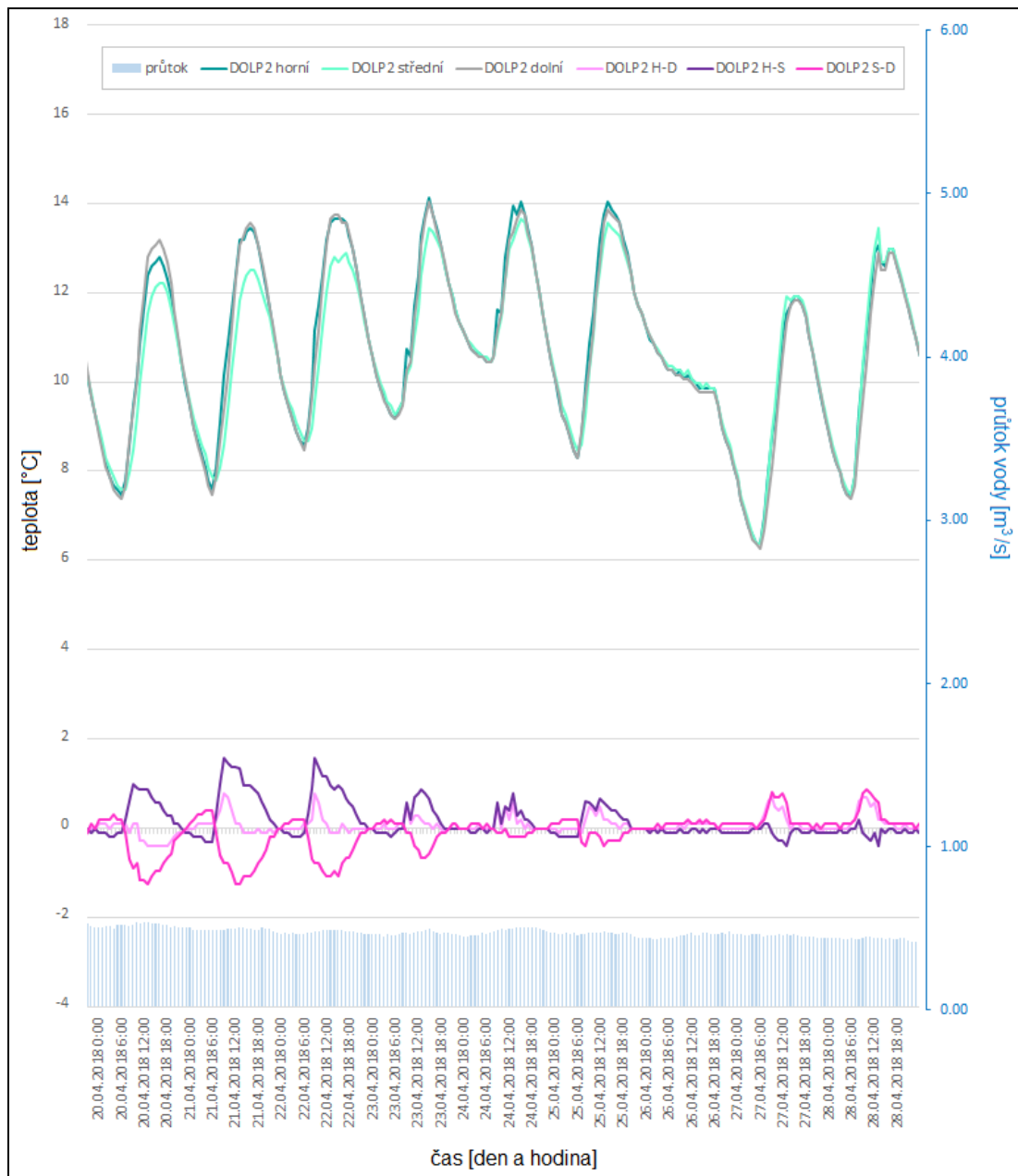
*Příloha 45 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 **chladné období** (tj. od 1. 2. do 31. 3. 2018; 3. část ze 3). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



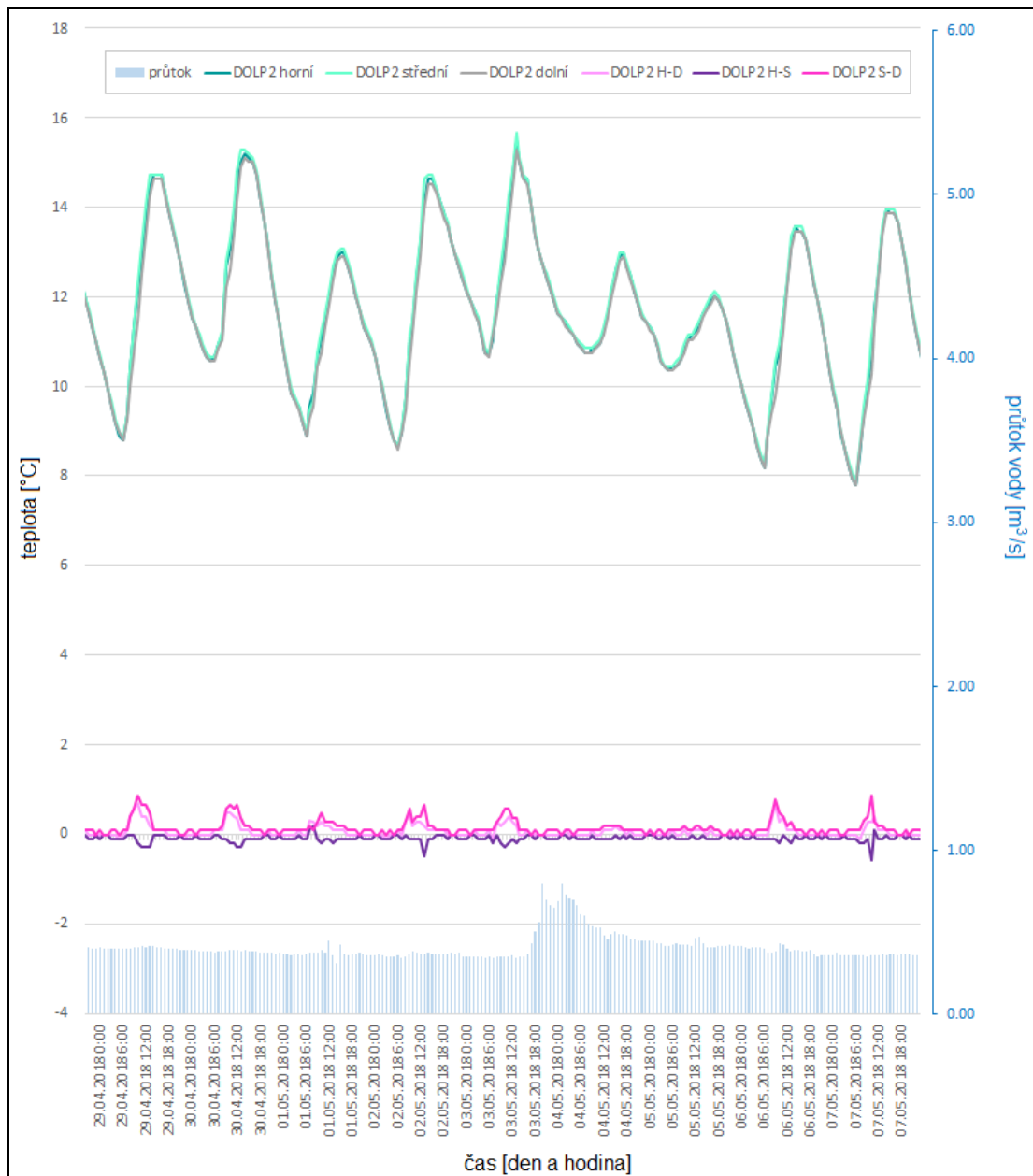
*Príloha 46 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 **teplé období** (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 1. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



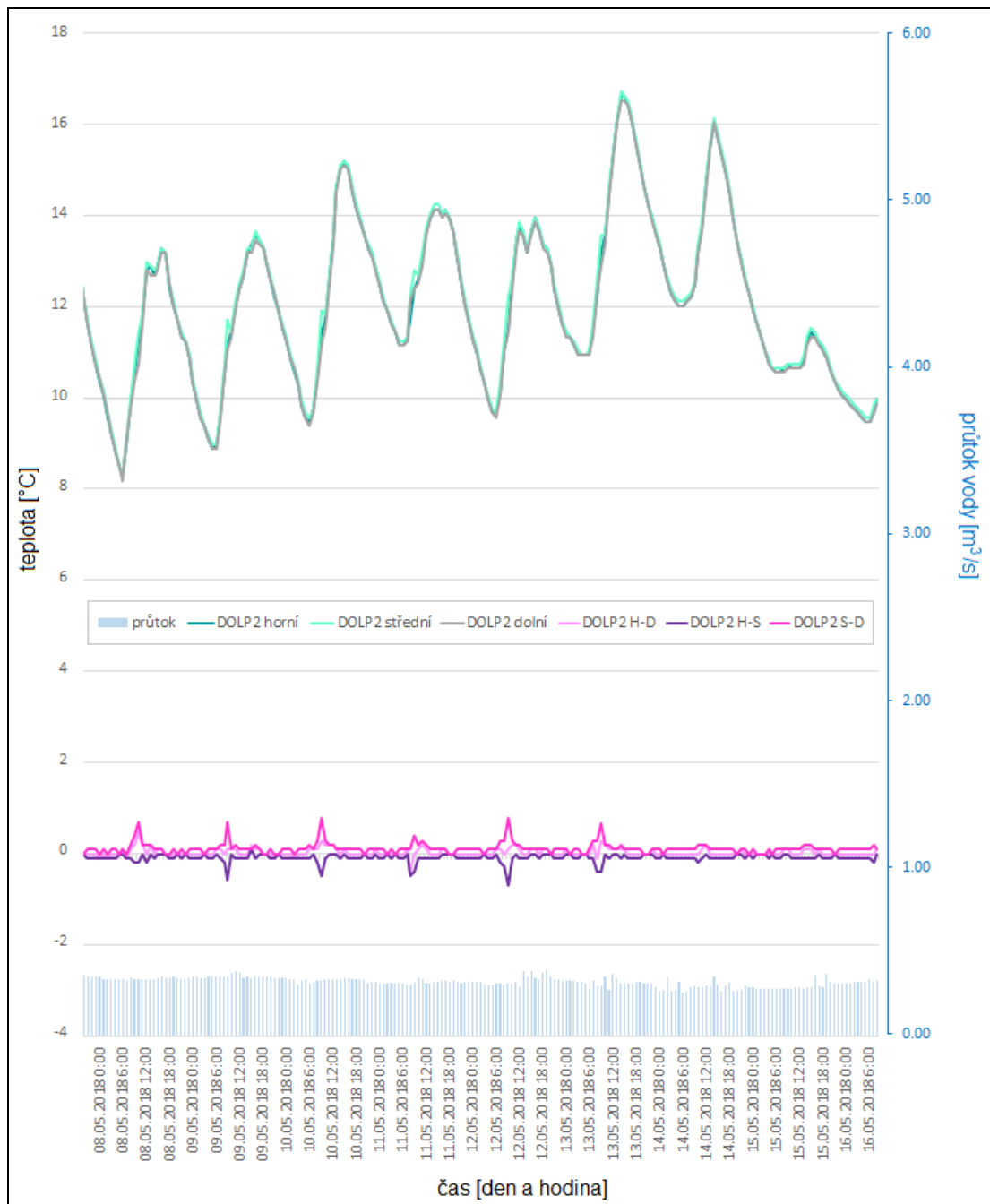
Příloha 47 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 2. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



*Príloha 48 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 **teplé období** (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 3. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).*



Příloha 49 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 4. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



Příloha 50 Průběh teplot a průtoku vody, lokalita DOLP2 *teplé období* (tj. od 1. 4. do 16. 5. 2018; 5. část z 5). Pravá osa (sloupcová část grafu) značí průtok vody v lokalitě Leopoldschlag. Lokalita Leopoldschlag se nachází mezi lokalitami Cetviny (zn. CET) a „bifurkací“ (zn. BIF). Data průtoků vody byla laskavě poskytnuta rakouskou stranou v rámci spolupráce na projektu INTERG Malschemuschel 2017-2020. Označení „horní“ (též „H“), „střední“ (též „S“) a „dolní“ (též „D“) označuje polohu měřiče. Kombinace těchto označení pak vyjadřuje číselný rozdíl teplot mezi hodnotami těchto měřičů (např. H-D znamená rozdíl mezi horním a dolním měřičem v dané lokalitě).



Příloha 51 Ukázka terénních prací přímo při umístování sady teploměrů do toku na lokalitě Dolní Příbrání (DOLP2), 31.1.2018 (na snímku Veronika Stupková a autor práce, autor fotografie Václava Jahelková)



Příloha 52 Nález fragmentu lastury perlorodky při prozkoumávání dna před umístěním teploměrů v lokalitě „Bifurkace“ (BIF), 31.1.2018, (na snímku autor práce, autor fotografie Veronika Stupková)