

**MONITORING VODNÍCH
ZDROJŮ, VODNÍCH PLOCH A
VODOTEČÍ V PLOŠE
PRŮZKUMNÉHO ÚZEMÍ
ČIHADLO, MAGDALÉNA,
BŘEZOVÝ POTOK A
ČERTOVKA**

Autoři: Adam Říčka, Tomáš Kuchovský
a kolektiv

Masarykova univerzita v Brně
Praha, leden 2018

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Název projektu: Oběh podzemních vod

Název závěrečné zprávy: Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka

Závěrečná zpráva

Evidenční číslo smlouvy zadavatele: SO2016-130

Evidenční číslo smlouvy zhotovitele:

Autoři: Mgr. Adam Říčka, Ph.D.¹, Mgr. Tomáš Kuchovský, Ph.D. ¹

Autorský kolektiv: Bc. Petr Nečas¹, Bc. Iveta Dalajková¹, Bc.et Bc. Pavlína Sionová¹, Bc Daniela Vošahlíková¹

Horní Indexy u jmen autorů odkazují na výčet institucí výše.


¹ Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, Brno, 611 37.

Schválil				
Funkce	Instituce	Jméno	Datum	Podpis
Osoba zhotovitele zodpovědná za technické řešení	MU, PŘF, ÚGV	Mgr. Adam Říčka, Ph.D.	28. 2. 2018	
Osoba zhotovitele zodpovědná za koordinaci projektu	MU, PŘF, ÚGV	Mgr. Tomáš Kuchovský, Ph.D.	28. 2. 2018	
Osoba zadavatele zodpovědná za koordinaci projektu	SÚRAO	Ing. Marek Vencl		




Obsah

1	Úvod	14
2	Metodika	14
2.1	Měřená a vzorkovaná místa a četnost měření	14
2.2	Měření průtoků a vydatností	15
2.2.1	Hydrometrování	15
2.2.2	Stopovací integrační zkouška	16
2.2.3	Thompsonův měrný přeliv	17
2.2.4	Objemová zkouška	18
2.3	Automatický sběr dat	18
2.4	Měření fyzikálně-chemických parametrů	19
2.5	Vzorkování a chemická analýza vod	20
2.6	Určení plochy povodí	22
3	Srážkové poměry v roce 2017	23
4	Výsledky	26
4.1	Lokalita Čihadlo	26
4.1.1	Srážkové poměry v průběhu etap terénních měření	28
4.1.2	Režim průtoků a vydatností	28
4.1.3	Režim fyzikálně-chemických parametrů vod	38
4.1.4	Hydrochemie vod	42
4.1.5	Shrnutí výsledků	49
4.2	Lokalita Magdaléna	50
4.2.1	Srážkové poměry v průběhu etap terénních měření	51
4.2.2	Režim průtoků a vydatností	52
4.2.3	Režim fyzikálně-chemických parametrů vod	62
4.2.4	Hydrochemie vod	64
4.2.5	Shrnutí výsledků	70
4.3	Lokalita Březový potok	71
4.3.1	Srážkové poměry v průběhu etap terénních měření	72
4.3.2	Režim průtoků a vydatností	72
4.3.3	Režim fyzikálně-chemických parametrů vod	80
4.3.4	Hydrochemie vod	83
4.3.5	Shrnutí výsledků	88


 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

4.4	Lokalita Čertovka	89
4.4.1	Srážkové poměry v průběhu etap terénních měření	90
4.4.2	Režim průtoků a vydatností	90
4.4.3	Režim fyzikálně-chemických parametrů vod.....	99
4.4.4	Hydrochemie vod	102
4.4.5	Shrnutí výsledků.....	107
5	Seznam literatury	108
6	Přílohy.....	109
6.1	Grafické přílohy	110
6.1.1	Lokalita Čihadlo.....	110
6.1.2	Lokalita Magdaléna	116
6.1.3	Lokalita Březový potok	122
6.1.4	Lokalita Čertovka	128
6.2	Tabulkové přílohy.....	134
6.2.1	Lokalita Čihadlo.....	134
6.2.3	Lokalita Magdaléna	145
6.2.4	Lokalita Březový potok	155
6.2.5	Lokalita Čertovka	165
6.2.6	Záznam denních průtoků a hladin	175


 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Seznam obrázků:


Obrázek 1 a) Digitální záznamník OTT Z400, b) hydrometrická vrtule OTT C2 (OTT Hydromet 2017, upraveno).....	15
Obrázek 2 Thompsonův přeliv (Šrámek & Kuchovský, 2003, upraveno).....	17
Obrázek 3 Sestava na automatické měření hladin s dálkovým přenosem dat	19
Obrázek 4 Měsíční srážkové úhrny v Jihočeském kraji v letech 2010, 2013, 2016 a do října roku 2017 včetně dlouhodobých průměrů měsíčních úhrnů za období 1961-1990 a 1981-2010 (zdroj: ČHMÚ)	24
Obrázek 5 Měsíční srážkové úhrny v Plzeňském kraji v letech 2010, 2013, 2016 a do října roku 2017 včetně dlouhodobých průměrů měsíčních úhrnů za období 1961-1990 a 1981-2010 (zdroj: ČHMÚ)	25
Obrázek 6 Poloha měrných profilů na lokalitě Čihadlo.....	27
Obrázek 7 Rozložení dešťových srážek v období terénních měření v roce 2017	28
Obrázek 8 Hodnoty průměrných průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017	30
Obrázek 9 Vývoj průtoků na bodu 130Q3.....	31
Obrázek 10 Vývoj průtoků na bodu 130Q16.....	32
Obrázek 11 Vymezení monitorovaných dílčích povodí na lokalitě Čihadlo.....	33
Obrázek 12 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017.....	35
Obrázek 13 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	36
Obrázek 14 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	37
Obrázek 15 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů.....	38
Obrázek 16 Rozptyl teploty vod v místech měrných profilů.....	39
Obrázek 17 Průměr Eh vod v místech měrných profilů	40
Obrázek 18 Medián pH vod v místech měrných profilů.....	41
Obrázek 19 Místa odběru vod na chemickou analýzu.....	43
Obrázek 20 Piperův klasifikační diagram.....	44
Obrázek 21 Durovův klasifikační diagram.....	45
Obrázek 22 Poměr iontů Na k Cl	46
Obrázek 23 Poměr mezi kationty a anionty indikující kationtovou výměnu	47
Obrázek 24 Prostorové rozložení hydrochemických typů vod.....	48
Obrázek 25 Poloha měrných profilů na lokalitě Magdaléna	51

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Obrázek 26 Rozložení dešťových srážek v období terénních měření v roce 2017	52
Obrázek 27 Hodnoty průměrných průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017	53
Obrázek 28 Vývoj průtoků na bodu 160Q14	54
Obrázek 29 Vývoj hladiny na bodu 160Q5.....	55
Obrázek 30 Vymezení monitorovaných dílčích povodí	56
Obrázek 31 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	58
Obrázek 32 Pozice měrných profilů ve vztahu k jejich geologickému podloží (geologický podklad převzat od www.geology.cz)	58
Obrázek 33 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	60
Obrázek 34 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	61
Obrázek 35 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů.....	62
Obrázek 36 Rozptyl teploty vod v místech měrných profilů.....	63
Obrázek 37 Průměr Eh vod v místech měrných profilů	63
Obrázek 38 Medián pH vod v místech měrných profilů.....	64
Obrázek 39 Místa odběru vod na chemickou analýzu.....	65
Obrázek 40 Piperův klasifikační diagram.....	66
Obrázek 41 Durovův klasifikační diagram.....	67
Obrázek 42 Poměr mezi ionty Mg a Ca	68
Obrázek 43 Závislost aniontů SO ₄ a Cl na celkové mineralizaci (TDS)	68
Obrázek 44 Prostorové rozložení hydrochemických typů vod.....	69
Obrázek 45 Poloha měrných profilů na lokalitě Březový potok	71
Obrázek 46 Rozložení dešťových srážek v období terénních měření v roce 2017	72
Obrázek 47 Hodnoty průměrných průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017	73
Obrázek 48 Vývoj průtoků na bodu 110Q5.....	74
Obrázek 49 Vývoj hladiny na bodu 110Q19.....	75
Obrázek 50 Vymezení monitorovaných dílčích povodí	76
Obrázek 51 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	77
Obrázek 52 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	78

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Obrázek 53 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	79
Obrázek 54 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů.....	80
Obrázek 55 Rozptyl teploty vod v místech měrných profilů.....	81
Obrázek 56 Průměr Eh vod v místech měrných profilů	82
Obrázek 57 Medián pH vod v místech měrných profilů.....	82
Obrázek 58 Místa odběru vod na chemickou analýzu.....	83
Obrázek 59 Piperův klasifikační diagram.....	85
Obrázek 60 Durovův klasifikační diagram.....	86
Obrázek 61 Prostorové rozložení hydrochemických typů vod.....	87
Obrázek 62 Poloha měrných profilů na lokalitě Čertovka.....	89
Obrázek 63 Rozložení dešťových srážek v období terénních měření v roce 2017	90
Obrázek 64 Hodnoty průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017	91
Obrázek 65 Vývoj průtoků na bodu 120Q7	92
Obrázek 66 Vývoj hladiny na bodu 120Q20.....	93
Obrázek 67 Vymezení monitorovaných dílčích povodí	94
Obrázek 68 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017.....	95
Obrázek 69 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	97
Obrázek 70 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	98
Obrázek 71 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017	99
Obrázek 72 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů.....	100
Obrázek 73 Rozptyl teploty vod v místech měrných profilů.....	101
Obrázek 74 Průměr Eh vod v místech měrných profilů	101
Obrázek 75 Medián pH vod v místech měrných profilů.....	102
Obrázek 76 Místa odběru vod na chemickou analýzu.....	103
Obrázek 77 Piperův klasifikační diagram.....	104
Obrázek 78 Durovův klasifikační diagram.....	105
Obrázek 79 Prostorové rozložení hydrochemických typů vod.....	106


	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Číhadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Seznam tabulek:

Tabulka 1 Rychlostní koeficienty pro jednotlivé typy vrtulí	16
Tabulka 2 Meze stanovitelnosti	20


Seznam obrazových příloh:

Příloha 1 Lokalita Číhadlo - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017	110
Příloha 2 Lokalita Číhadlo - Vývoj specifického odtoku na měrných profilech v roce 2017	111
Příloha 3 Lokalita Číhadlo - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017	112
Příloha 4 Lokalita Číhadlo - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017	113
Příloha 5 Lokalita Číhadlo - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017	114
Příloha 6 Lokalita Číhadlo - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017	115
Příloha 7 Lokalita Magdaléna - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017	116
Příloha 8 Lokalita Magdaléna - Vývoj specifického odtoku z dílčích povodí v roce 2017	117
Příloha 9 Lokalita Magdaléna - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017	118
Příloha 10 Lokalita Magdaléna - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017	119
Příloha 11 Lokalita Magdaléna - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017	120
Příloha 12 Lokalita Magdaléna - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017	121
Příloha 13 Lokalita Březový potok - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017	122
Příloha 14 Lokalita Březový potok - Vývoj spec. odtoku z dílčích povodí v roce 2017	123
Příloha 15 Lokalita Březový potok - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017	124
Příloha 16 Lokalita Březový potok - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017	125
Příloha 17 Lokalita Březový potok - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017	126
Příloha 18 Lokalita Březový potok - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017	127
Příloha 19 Lokalita Čertovka - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017	128
Příloha 20 Lokalita Čertovka - Vývoj specifického odtoku z dílčích povodí v roce 2017	129
Příloha 21 Lokalita Čertovka - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017	130
Příloha 22 Lokalita Čertovka - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017	131
Příloha 23 Lokalita Čertovka - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017	132
Příloha 24 Lokalita Čertovka - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017	133


	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Seznam tabulkových příloh:

Tab. příloha 1	Lokalita Čihadlo – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017 ...	134
Tab. příloha 2	Lokalita Čihadlo – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu 2017	135
Tab. příloha 3	Lokalita Čihadlo – průtok na měrných profilech v roce 2017	136
Tab. příloha 4	Lokalita Čihadlo – plocha dílčích povodí	137
Tab. příloha 5	Lokalita Čihadlo – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017	138
Tab. příloha 6	Lokalita Čihadlo – měsíční průměrný odběr podzemních vod uváděný pro rok 2016 (www.heis.vuv.cz).....	139
Tab. příloha 7	Lokalita Čihadlo – konduktivita na měrných profilech v roce 2017	140
Tab. příloha 8	Lokalita Čihadlo – teplota na měrných profilech v roce 2017	141
Tab. příloha 9	Lokalita Čihadlo – Eh na měrných profilech v roce 2017.....	142
Tab. příloha 10	Lokalita Čihadlo – pH na měrných profilech v roce 2017.....	143
Tab. příloha 11	Lokalita Čihadlo – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017	144
Tab. příloha 12	Lokalita Magdaléna – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017	145
Tab. příloha 13	Lokalita Magdaléna – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu roku 2017	146
Tab. příloha 14	Lokalita Magdaléna – průtok na měrných profilech v roce 2017.....	147
Tab. příloha 15	Lokalita Magdaléna – plocha dílčích povodí.....	148
Tab. příloha 16	Lokalita Magdaléna – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017.....	149
Tab. příloha 17	Lokalita Magdaléna – konduktivita na měrných profilech v roce 2017.....	150
Tab. příloha 18	Lokalita Magdaléna – teplota na měrných profilech v roce 2017.....	151
Tab. příloha 19	Lokalita Magdaléna – Eh na měrných profilech v roce 2017	152
Tab. příloha 20	Lokalita Magdaléna – pH na měrných profilech v roce 2017	153
Tab. příloha 21	Lokalita Magdaléna – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017.....	154
Tab. příloha 22	Lokalita Březový potok – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017	155
Tab. příloha 23	Lokalita Březový potok – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu roku 2017	156
Tab. příloha 24	Lokalita Březový potok – průtok na měrných profilech v roce 2017.....	157
Tab. příloha 25	Lokalita Březový potok – plocha dílčích povodí.....	158

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Tab. příloha 26	Lokalita Březový potok – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017	159
Tab. příloha 27	Lokalita Březový potok – konduktivita na měrných profilech v roce 2017 ..	160
Tab. příloha 28	Lokalita Březový potok – teplota na měrných profilech v roce 2017	161
Tab. příloha 29	Lokalita Březový potok – Eh na měrných profilech v roce 2017	162
Tab. příloha 30	Lokalita Březový potok – pH na měrných profilech v roce 2017	163
Tab. příloha 31	Lokalita Březový potok – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017.....	164
Tab. příloha 32	Lokalita Čertovka – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017	165
Tab. příloha 33	Lokalita Čertovka – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu roku 2017	166
Tab. příloha 34	Lokalita Čertovka – průtok na měrných profilech v roce 2017	167
Tab. příloha 35	Lokalita Čertovka – plocha dílčích povodí.....	168
Tab. příloha 36	Lokalita Čertovka – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017	169
Tab. příloha 37	Lokalita Čertovka – konduktivita na měrných profilech v roce 2017	170
Tab. příloha 38	Lokalita Čertovka – teplota na měrných profilech v roce 2017	171
Tab. příloha 39	Lokalita Čertovka – Eh na měrných profilech v roce 2017.....	172
Tab. příloha 40	Lokalita Čertovka – pH na měrných profilech v roce 2017	173
Tab. příloha 41	Lokalita Čertovka – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017.....	174
Tab. příloha 42	Záznam denních průtoků a hladin.....	175

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Seznam elektronických příloh:

Databáze výsledků monitoringu lokality Čihadlo: 130_monitor_2017.xlsx


Databáze výsledků monitoringu lokality Magdaléna: 160_monitor_2017.xlsx

Databáze výsledků monitoringu lokality Březový potok: 110_monitor_2017.xlsx

Databáze výsledků monitoringu lokality Čertovka: 120_monitor_2017.xlsx

Seznam použitých zkratk:

MP	Měrný profil
SO	Specifický odtok
SPO	Specifický podzemní odtok

	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Abstrakt


V průběhu roku 2017 bylo na průzkumných lokalitách Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka provedeno režimní měření průtoků povrchových vodotečí, vydatnosti pramenů, kolísání hladiny podzemních vod spojené s měřením fyzikálně-chemických parametrů. Měření proběhlo v osmi terénních etapách, během kterých byly na každé lokalitě sledovány uvedené parametry ve dvaceti povodích, vybraných na základě zimní termometrie. Na každé lokalitě byly navíc umístěny dva automatické záznamníky dat poskytující kontinuální měření výšky hladin nebo průtoků. Měřením průtoků a vymezením hydrologických ploch povodí nástroji GIS byly stanoveny specifické odtoky a specifické podzemní odtoky (SPO). Stanovení odtoků ve dvaceti povodích na každé lokalitě poskytuje představu o jejich prostorovém rozložení. Střední hodnoty SPO v roce 2017 odpovídají u vybraných reprezentativních povodích na lokalitě Čihadlo 1,9 l/s/km², Magdaléna 2 l/s/km², Březový potok 3 l/s/km² a Čertovka 1,2 l/s/km². Režimní měření byla doplněna analýzou chemického složení vod odebraných na deseti měrných profilech. Podle těchto analýz převažují v průzkumných lokalitách vody s dominancí kationtů Ca a Mg a dominancí aniontů HCO₃ a SO₄. Odlišná je lokalita Čihadlo s výskytem dominance kationtů Na. Přítoky interpretované podle termometrie za drenáž hlubšího oběhu podzemních vod vázané na zlom či kontakt těles litologicky odlišných hornin, jsou obvykle charakteristické nízkým rozptylem teploty vod v průběhu roku, vyšší a relativně stálou vydatností a chemismem vod ovlivněných více iontovou výměnou či oxidací sulfidů. Časové a prostorové rozložení hodnot naměřených v průběhu roku 2017 potvrzuje interpretaci výsledků termometrie.

Klíčová slova

Odtoková charakteristika, hladina podzemních vod, hydrogeochemie, heterogenita horninového prostředí, průzkumná lokalita Čihadlo, průzkumná lokalita Magdaléna, průzkumná lokalita Březový potok, průzkumná lokalita Čertovka

Abstract


The measurements of streams flow rate, springs discharge, hydraulic heads fluctuation and physico-chemical parameters were performed at observed sites Čihadlo, Magdaléna, Březový potok and Čertovka in 2017. These parameters were observed during 8 field periods in 20 watersheds per each observed site, selected according to the results of winter stream thermometry. Also, two hydro-loggers allowing a continuous measurement of flow rates and hydraulic heads were used in each observed site. The area of observed watersheds was determined by GIS, thus the specific total outflow and specific baseflow were assessed. Considering the 20 observed watersheds in each observed site, the spatial distribution of specific discharge was revealed. The mean specific baseflow observed in representative watersheds in 2017 is in the observed site Čihadlo 1.9 l/s/km², Magdaléna 2 l/s/km², Březový potok 3 l/s/km² and Čertovka 1.2 l/s/km². Chemical analysis from 10 measured sites collected in each observed site proved the dominance of Ca and Mg cations and HCO₃ and SO₄ anions. The different Na cation dominance was observed in Čihadlo observed site. Reflecting the results of stream thermometry, a part of monitored groundwater discharges is conditioned by the presence of fault system or contact of different rock types and drains the

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

deeper groundwater flow. The groundwater at this points is characteristic by relatively stable temperature and discharge during the year and also by chemical composition, which is generally more influenced by ion exchange and sulphide oxidation. The temporal and spatial distribution of parameters measured in 2017 confirms the results of stream thermometry.

Keywords

Discharge characteristic, groundwater table, hydrogeochemistry, rock environment heterogeneity, Čihadlo research site, Magdaléna research site, Březový potok research site, Čertovka research site

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

1 Úvod

V průběhu roku 2017 bylo na průzkumných lokalitách Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka provedeno režimní měření kvantitativních (průtoky ve vodotečích, vydatnosti pramenů, hladiny podzemních vod) a kvalitativních charakteristik vod (konduktivita, teplota, pH, Eh, analýzy chemického složení). Tyto charakteristiky byly sledovány na vybraných objektech identifikovaných během terénní rekognoskace, která proběhla během zimních měsíců roku 2017.

Monitorované objekty lze rozdělit na místa určená ke sledování vývoje soustředěné drenáže podzemních vod prameny a bočními přítoky identifikovanými během termometrie a charakterizovanými jako místa drenáže podzemních vod hlubšího oběhu a měrné profily, na kterých je sledován vývoj odtoku z větších územních celků zahrnujících oblasti s různou geologickou stavbou. Na několika studnách a vrtech byl sledován rovněž vývoj hladiny podzemních vod.


2 Metodika

2.1 Měřená a vzorkovaná místa a četnost měření

Na každé lokalitě bylo v průběhu roku během osmi terénních etap monitorováno 20 míst, která byla vybrána tak, aby zachytila vliv základních hydrogeologických faktorů jako je vliv horninových typů a strukturních prvků a také vliv měřítka studovaného povodí na hydrogeologické poměry panující na lokalitě a pokryla, pokud možno rovnoměrně celou studovanou oblast:

1. Vydatnost přítoků identifikovaných během termometrie – měření vydatností pramenů či přítoků podzemních vod s vyšší teplotou identifikovanou během termometrie (popř. na doporučení kolegů z ČGS) a naznačující spojitost s významnou hydrogeologickou heterogenitou horninového prostředí (zlom, kontakt hornin).

2. Podzemní odtok z povodí vodního toku – vybraná místa měření průtoků lze rozdělit do tří podskupin. Do první podskupiny patří místa měření průtoků na vodních tocích, v jejichž povodí byly během termometrie nalezeny teplejší přítoky podzemních vod. Do druhé podskupiny náleží místa měření, která budou odrážet vývoj podzemního odtoku z větších částí povodí. Jedná se tedy o měření průtoků na spodních částech vodních toků protékajících průzkumné území. Do třetí podskupiny přísluší měření odtoku z dílčích povodí jedné vodoteče, který umožní charakterizaci jeho proměnlivosti v rámci povodí jednoho vodního toku.

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

3. Vývoj hladiny podzemních vod – měřeno kolísání hladiny podzemních vod na vrtech či studnách.

Podle výše popsaných kritérií bylo na každé průzkumné lokalitě vybráno 20 pozorovacích bodů, které byly sledovány v průběhu osmi terénních etap měření (první etapou měření byla rekognoskace terénu, při které byly body měření vyhledány a změřeny). Těmto bodům byly přidány názvy tvořené kódem přiděleným k danému průzkumnému území, symbolem režimního měření Q a číslem od 1 do 20 (např. 130Q1). Při volbě těchto bodů, byl zohledněn také faktor proveditelnosti měření průtoku či vydatnosti spojený s přítomností soustředěného odtoku podzemních vod.

Na každé průzkumné lokalitě byly dva hydrogeologicky zajímavé prvky identifikované během termometrie (přítoky podzemních vod s vyšší teplotou), nebo objekty umožňující měření kolísání hladiny podzemních vod (vrty, studny), osazeny manometrickým čidlem umožňujícím měření tlaku ve vodním sloupci (jedno měření za hodinu) s automatickým záznamníkem dat a jejich dálkovým přenosem (přenos jednou za 24 hodin) sestaveným pro tyto účely firmou Fiedler-Mágr.

Podrobné zdůvodnění výběru každého měřeného objektu je uvedeno již ve zprávě Kuchovského et al. 2017.

2.2 Měření průtoků a vydatností

2.2.1 Hydrometrování


Měření průtoků pomocí hydrometrické vrtule spočívá v určení rychlosti proudění vody v korytě vodního toku a stanovení průtočné plochy v místě (Kříž a kol. 1988).

Před samotným měřením je nutné vybrat vhodný úsek vodního toku, který podle Kříže et al. (1988) má souměrné koryto s pravidelným prouděním v celém profilu bez vodních vírů, zpětných proudů a přirozených přírodních či antropogenních překážek a má dostatečnou hloubku pro celé ponoření hydrometrické vrtule a následné provedení měření rychlosti proudění vody v korytě toku.

Během režimního měření na vodních tocích byl použit digitální záznamník OTT Z400 s automatickým záznamem počtů otáček vrtule za sekundu s přesností ($\pm 0,01$ s) a hydrometrická vrtule typu OTT C2 s možností výběru dvou vyměnitelných vrtulí (č. 1. a č. 3) s přesností (± 2 %), (**obr. 1**). K určení šířky říčního koryta byl použit skládací metr.



Obrázek 1 a) Digitální záznamník OTT Z400, b) hydrometrická vrtule OTT C2 (OTT Hydromet 2017, upraveno)

	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Měření průtoku na vybraném úseku vodního toku probíhá tak, že se průtočný profil rozdělí příčně na několik úseků. V každém takovém úseku je vrtulí měřena rychlost proudění (počet otáček, v případě větší hloubky vodního toku se měří ve dvou a více výškových úrovních). Rychlost proudění je následně vypočtena podle **vzorce 1** (WMO, 2010):

$$v = \alpha + \beta \cdot n$$

vzorec 1

kde v [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] je rychlost proudění v daném bodě, α , β jsou konstanty pro jednotlivé typy vrtulí podle **tabulky 1** a n je počet otáček za vrtule.

Tabulka 1 Rychlostní koeficienty pro jednotlivé typy vrtulí

vrtule č.1			vrtule č.3		
n [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]	kalibr. hod. α	kalibr. hod. β	n [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]	kalibr. hod. α	kalibr. hod. β
1,03 < 3,11	0,032151	0,055837	$x < 0,53$	0,2201	0,028
3,11 < 21,46	0,042504	0,054284	0,53 < 9,74	0,2559	0,009

Naměřené rychlosti proudění v jednotlivých průtočných sektorech jsou následně vynásobeny jejich plochou. Průtok vody tokem pak odpovídá součtu výsledných dílčích průtoků.

2.2.2 Stopovací integrační zkouška

Stopovací zkoušky se provádějí na tocích, kde jsou nepříznivé hydraulické podmínky pro měření hydrometrickou vrtulí či pro instalaci měrného přelivu. Používají se u toků, kde jsou malé hloubky a malé rychlosti proudění (Moore, 2003). Metoda je založena na injektování roztoku stopovače do vodního toku. Tato injektáž může být prováděna buďto formou kontinuální injektáže nebo jednorázové injektáže (rychlostní metoda). Při měření na průzkumných lokalitách byla použita právě metoda jednorázové injektáže, během které je roztok stopovače o známém objemu vpraven do toku jednorázovým vlitím (Kříž a kol., 1988).

Jako stopovací roztok lze použít látku, která se v toku nesmí adsorbovat či ztrácet jiným způsobem, musí být rozpustná a zjištělná ve vodě a nesmí být toxická vůči živým organismům a celkově svému okolí. Jako stopovací látky se používají např. dvojchroman draselný nebo sodný (koncentrace se určuje fotometricky), dusičnan sodný (koncentrace se určuje titrací), síran manganatý (koncentrace se určuje titrací), ale nejčastěji se využívá chlorid sodný a to z důvodu snadné dostupnosti a nezávadnosti pro životní prostředí (Moore, 2004).

Relativní koncentrace v terénu použitého stopovače tvořeného roztokem chloridu sodného byly měřeny pomocí multimetru WTW 340i a WTW 350i se sondou pro měření elektrické konduktivity TetraCon. Průtok byl následně vypočten podle [vzorce 2](#):

$$Q = \frac{VC_1}{t(C_2 - C_0)}$$

vzorec 2

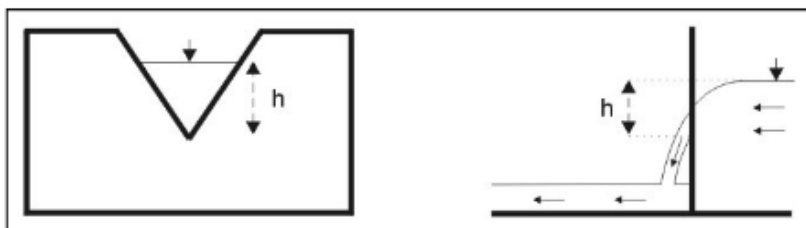
kde Q je průtok, V je objem roztoku stopovače, t je doba průchodu stopovače měrným profilem, C_0 je pozadřová koncentrace, C_1 je koncentrace stopovače a C_2 je průměrná koncentrace stopovače v toku při průchodu měrným profilem.

Pro správné použití stopovací zkoušky je nutné vybrat takové místo ve vodním toku, kde voda proudí kontinuálně. To znamená, že v místě měření nejsou žádné překážky (např. kameny či spad z okolních stromů, bránících v proudění vody) či místa se stojatou vodou. Při použití stabilního stopovače (viz výše), jeho dokonalém promíchání s vodním tokem a správné kalibraci sondy měřící elektrickou konduktivitu je výsledná hodnota průtoku měřena pouze s 5% chybou ([Moore, 2004](#)).


2.2.3 Thompsonův měrný přeliv

Menší vodní toky mohou být měřeny pomocí měrných přelivů. Přeliv přehrazuje tok a voda protéká přes výřez specifického tvaru. Nejběžnější výřezy mají tvar trojúhelníku nebo obdélníku. Přeliv je zasazen do hliněného nebo betonového přehrazení, tak aby voda volně protékala výřezem (Fetter, 2001). Na průzkumných lokalitách použitý Thompsonův měrný přeliv má ostrohranný trojúhelníkový výřez se středovým úhlem 90° ([obr. 2](#)). Tento typ přelivu s odhadovanou nejistotou měření +/- 3% (Kříž, 1979) se používá především na lokalitách s velkým rozsahem průtoků. Přeliv je zvýšeně citlivý na změnu hloubky. Při správném vyhodnocování přepadové výšky se přeliv řadí mezi nejpřesnější průtokoměry.

Osa úhlu výřezu musí být svislá a ve stejné vzdálenosti od obou břehů.



Obrázek 2 Thompsonův přeliv (Šráček & Kuchovský, 2003, upraveno)

	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Do vzorce (Boor et al., 1968) pro výpočet průtoku se dosazuje hodnota přepadové výšky h zjištěná z terénu (viz obr. 1). Přepadová výška h je měřená ve vzdálenosti 2- 3 h před přelivem (PARS Aqua, s.r.o., 2015). Naměřená výška h nesmí být ovlivněna sklonem vodního paprsku v blízkosti trojúhelníkového výřezu. Trojúhelníkový přeliv je normalizován v ČSN ISO 1438-1 (1977) do podoby **vzorce 3**.

$$Q = \frac{8}{15} \cdot \mu \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{5/2} \quad \text{vzorec 3}$$

kde g je gravitační konstanta, h je přepadová výška, μ je součinitel přepadu (0,62) a

Q je průtok. Vzorec pro výpočet průtoku je stabilní pro celý rozsah přepadových výšek a může být zjednodušen do tvaru odpovídajícímu **vzorci 4**:

$$Q = 1,4 \cdot h^{5/2} \quad \text{vzorec 4}$$

2.2.4 Objemová zkouška

Při měření průtoku na drobných tocích bylo využíváno také metody objemového měření pomocí kalibrovaných nádob. Tato metoda byla použita tehdy, pokud byl vodní tok soustředěn do jednoho zachytitelného proudu vody. Objemová zkouška probíhala za využití kalibrované nádoby a stopek, přičemž nádoba o určitém objemu byla vložena pod soustředěný proud vody a po celou dobu plnění této nádoby byl měřen čas. Průtok byl následně vyhodnocen podle **vzorce 5**:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{vzorec 5}$$

kde V je objem nádoby, do níž soustředíme vodu a t značí čas, za který je nádoba naplněna vodou. Pro zpřesnění výsledku je nutné metodu opakovat a z takto získaných hodnot udělat aritmetický průměr (Kříž et al., 1988).

2.3 Automatický sběr dat

Na každé monitorované lokalitě byly umístěny dva hydro-loggery (Hydro-Logger H40, firma Fiedler) se sondou TSH22-1-10 umožňující měření změny výšky vodního sloupce s přesností 0,1 % a citlivostí na změnu hladiny 1 mm. Sestava umožňuje kontinuální měření s dálkovým přenosem dat. Ukázka použité měřicí sestavy je znázorněna na **obrázku 3**.



Obrázek 3 Sestava na automatické měření hladin s dálkovým přenosem dat

2.4 Měření fyzikálně-chemických parametrů

pH


K měření hodnot pH byl použit přístroj WTW 340i a WTW 350i se sondami SenTix® 41. Jedná se o argentchloridovou (Ag/AgCl) elektrodu s nízkoodporovou skleněnou membránou. Ta je tvořena postříbřenou platinovou diafragmou, povlečenou chloridem stříbrným a ponořenou do roztoku KCl (3 mol/l). Citlivost přístroje pro měření pH je 0,001. Sonda byla před každou terénní etapou kalibrována dvoubodově na pH 4,01 a pH 7.

Eh

Redox potenciál byl měřen přístrojem WTW 340i a WTW 350i se sondami SenTix® ORP. Jedná se o kombinovanou Pt-Ag/AgCl (plněná 3 mol/l KCl) srovnávací elektrodu, jejíž potenciál je +210 mV oproti standardní vodíkové elektrodě. Citlivost přístroje pro měření Eh byla 0,1 mV. Přesnost měření byla před každou terénní etapou ověřena ZoBellovým roztokem.

Elektrická vodivost

K měření elektrické vodivosti – konduktivity byly použity přístroje WTW 340i a WTW 350i se sondami TetraCon325. Citlivost přístroje pro měření EC je 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Relativní chyba měření byla 0,01 %. Konstanta sondy pro měření EC je 0,475 cm^{-1} ($\pm 1,5\%$). Přístroj byl před každou terénní etapou kalibrován pomocí 0,01 mol KCl kalibračního roztoku (1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Teplota

Teplota byla měřena zároveň s elektrickou konduktivitou za pomoci přístroje WTW 340i a WTW 350i se sondami TetraCon325. Citlivost přístroje pro měření teploty je 0,1 °C. Relativní chyba měření ±0,2 K.

2.5 Vzorkování a chemická analýza vod

Veškeré provedené chemicko-analytické metody byly provedeny laborantem Pavlem Kadlecem v chemické laboratoři na Ústavu geologických věd Masarykovy univerzity. Laboratorně byly změřeny koncentrace CaO, MgO, Na₂O, K₂O, HCO₃, SO₄ a Cl⁻. Veškeré analytické vzorky byly před analýzou přefiltrovány přes membránový filtr (0,45 μm), aby se zabránilo průchodu koloidních a dalších rušivých částic, které by mohli zkreslit nebo znehodnotit výsledky analýz. Pro určení jednotlivých koncentrací se použily následující metody:

- Atomová absorpční spektrometrie (AAS)
- Acidometrická titrace (KNK)
- Odměrné argentometrické stanovení chloridů podle Mohra
- Vážkové stanovení síranů (gravimetrická metoda)

Atomová absorpční spektrometrie (AAS)

Chemická analýza odebraných vzorků byla provedena za pomoci atomové absorpční spektrometrie (AAS) pomocí přístroje (Solaar M5), kterým byly stanoveny koncentrace CaO, MgO, Na₂O, K₂O s příslušnou mezí stanovitelnosti podle [tabulky 1](#).

Tabulka 2 Meze stanovitelnosti

sloučenina	mg·l ⁻¹
CaO	0,86
MgO	0,22
K ₂ O	0,16
Na ₂ O	0,11

Acidometrická titrace (KNK)

K určení koncentrace rozpuštěných karbonátových látek se použila metoda acidometrické titrace (KNK) za pomoci automatického titračního přístroje (TitroLine 7000) s titračním roztokem 0,01 M HCl k určení koncentrace HCO₃⁻.

Odměrné argentometrické stanovení chloridů

K určení koncentrace chloridů $[Cl^-]$ bylo použito, podle VŠCHT (2017) argentometrické metody, která funguje na principu titrování odměrným roztokem 0,02 M ($AgNO_3$) – dusičnanu stříbrného v slabě alkalickém nebo neutrálním prostředí za vzniku méně rozpustného ($AgCl$) – chloridu stříbrného. Konečná fáze titrace, je indikována indikátorem (Ag_2CrO_4) – chromanem draselným.

Následná molární koncentrace chloridu ve vzorku se vypočítá podle následujícího **vzorce 6**:

$$c(Cl^-) = \frac{(V_e - V_s) \cdot c(AgNO_3) \cdot 10^3}{V_0} \quad [mmol \cdot l^{-1}] \quad \text{vzorec 6}$$

$c(Cl^-)$ molární koncentrace chloridů ve vzorku $[mmol \cdot l^{-1}]$

V_e spotřeba odměrného roztoku dusičnanu stříbrného při titraci vzorku $[ml]$

V_s spotřeba odměrného roztoku dusičnanu stříbrného při slepém stanovení $[ml]$

V_0 původní objem vzorku při titraci $[ml]$

$c(AgNO_3)$ koncentrace odměrného roztoku dusičnanu stříbrného $[mol \cdot l^{-1}]$

a podle VŠCHT (2017) se vypočítá hmotnostní koncentrace chloridu ve vzorku dle **vzorce 7**:

$$k(Cl^-) = c(Cl^-) \cdot 35,45 \quad [mg \cdot l^{-1}] \quad \text{vzorec 7}$$

$k(Cl^-)$ hmotnostní koncentrace chloridů ve vzorku $[mg \cdot l^{-1}]$


$c(Cl^-)$ molární koncentrace chloridů ve vzorku $[mmol \cdot l^{-1}]$

35,44 molární hmotnost chloridového iontu $[g \cdot mol^{-1}]$

Vázkové stanovení síranů (gravimetrická metoda)

Pro stanovení koncentrace síranů $[SO_4]$, byla použita gravimetrická metoda vážkového stanovení, která funguje na principu tvorby nerozpustné sraženiny ($BaSO_4$) – síranu barnatého v mírně kyselém prostředí v následující **rovnici 8**:



 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Vytvořená sraženina se odfiltruje, společně s filtračním papírem se spálí v porcelánové kádince a následně se vyžihá v peci při 750°C. Metoda je vhodná pro koncentrace mezi 10 mg – 100 mg/l (VŠCHT, 2017).

Pro výpočet koncentrace síranů jsme použili následující **vzorec 9**:

$$k(SO_4^{2-}) = \frac{(f \cdot m_{BaSO_4} \cdot 10^3)}{V_v} \quad [mg \cdot l^{-1}] \quad \text{vzorec 9}$$

f stechiometrický přepočítávací faktor (0,411)


m_{BaSO_4} = $m(\text{kelímek se sraženinou}) - m(\text{kelímek})$ [g]

M_{SO_4} molekulová hmotnost SO_4 (= 96,064 g/mol)

V_v objem vzorku pro stanovení [l]

2.6 Určení plochy povodí

Plochy povodí byly vymezeny nástroji GIS (ArcMap), přičemž povodí jsou vymezena podle morfologie terénu vycházející z digitálního modelu reliéfu páté generace (DMR 5G) poskytnuté ČÚZK. Poskytnutá data byla interpolována metodou IDW v uniformní čtvercové síti o straně čtverce 5×5 m. Vymezená povodí jsou vztažena k jednotlivým měrným profilům (MP). V případě situování více MP na jedné vodoteči, jsou povodí rozdělena do dílčích povodí, kde horní stranu povodí situovaného níže na vodoteči tvoří rozvodnice vycházející z výše položeného MP. V případě situování měřeného přítoku podzemních vod v oblasti bez morfologické deprese, tedy na plochem svahu, není možné spolehlivě vymežit plochu povodí a tedy ani určit hodnotu specifického odtoku.

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

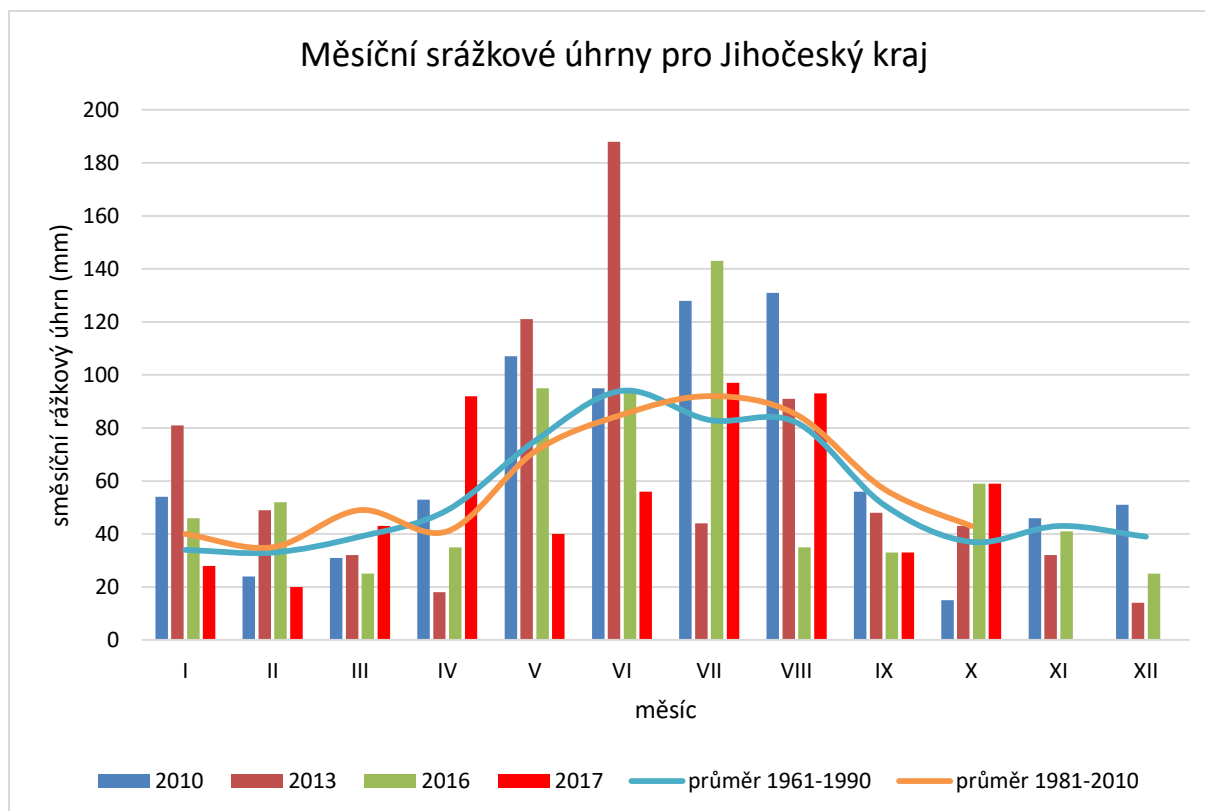
3 Srážkové poměry v roce 2017

Hodnoty průtoků ale částečně i ostatních sledovaných parametrů zjištěných na monitorovaných lokalitách v roce 2017 jsou do určité míry ovlivněny množstvím a časovým rozložením dešťových srážek.

Úhrn dešťových srážek v roce 2017

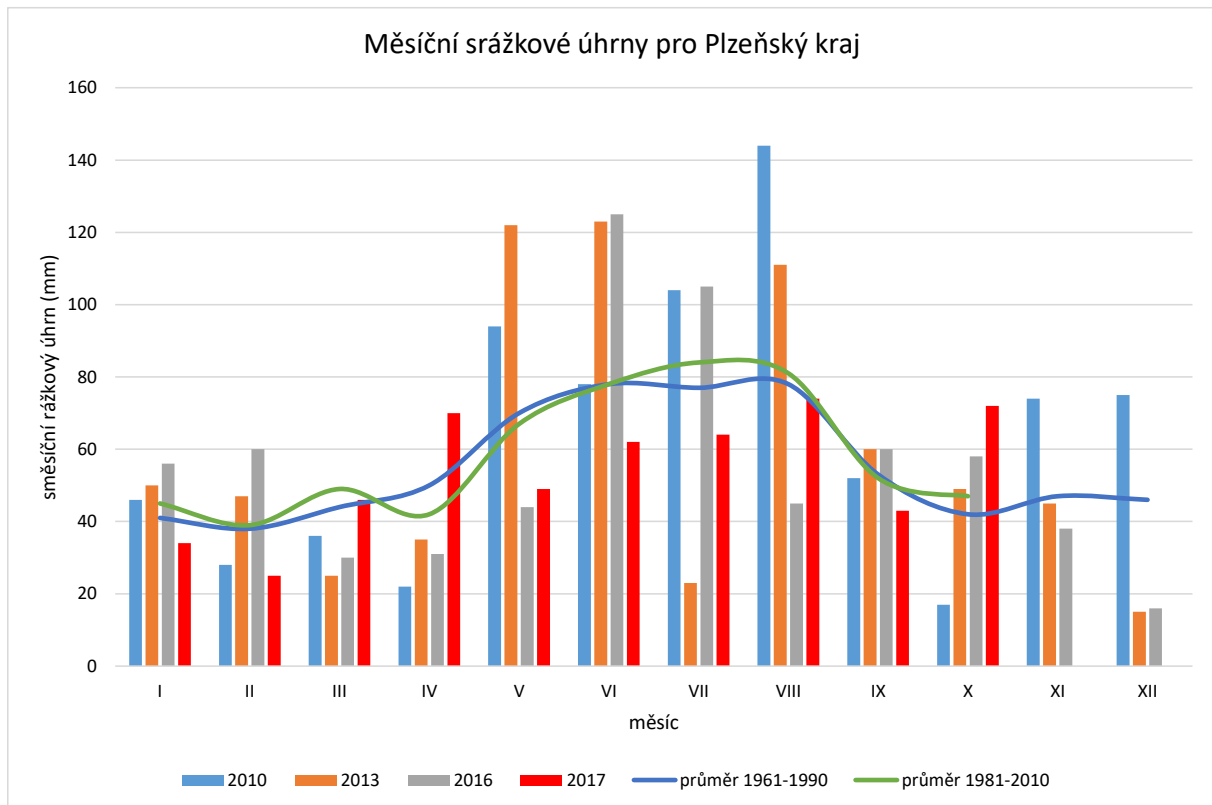
Stav srážkových úhrnů spadlých v roce 2017 byl zhodnocen podle průměru měsíčních srážkových úhrnů naměřených v krajích, ve kterých se monitorované lokality nacházejí. Tato data na svých webových stránkách poskytuje ČHMÚ.

Vzhledem k tomu, že lokality Čihadlo a Magdalena se celým či většinou svého území nacházejí v Jihočeském kraji, je pro obě lokality platné zhodnocení srážkových úhrnů spadlých právě v tomto kraji a to v měsících leden až říjen (údaje pro měsíc listopad 2017, během kterého proběhla poslední etapa měření, není doposud k dispozici). V těchto měsících spadlo v oblasti lokalit Čihadlo a Magdaléna 561 mm (období leden až říjen 2017), což je o cca 9 % méně než za stejné období v předchozím roce 2016. Ze srovnání srážkových úhrnů roku 2017 s měsíčními úhrny dalších vybraných předchozích let 2013 a 2010 (**obr. 4**) vyplývá, že u většiny měsíců byly srážky v těchto letech vyšší než srážky v roce 2017. To dokládá také podstatně vyšší množství srážkových úhrnů spadlých v těchto letech během měsíců leden až říjen dosahujících hodnoty 621 a 645 mm. Z hlediska dlouhodobých hodnot měsíčních úhrnů znázorněných na **obrázku 4** dosahují měsíční srážky roku 2017 v jihočeském kraji průměrných hodnot v letních měsících červenec a srpen, výrazněji nadprůměrných hodnot pak v měsících duben a říjen. Vzhledem k tomu, že ostatní srážkové úhrny ostatních měsíců jsou výrazně podprůměrné, lze považovat rok 2017 v Jihočeském kraji za srážkově podprůměrný.




Obrázek 4 Měsíční srážkové úhrny v Jihočeském kraji v letech 2010, 2013, 2016 a do října roku 2017 včetně dlouhodobých průměrů měsíčních úhrnů za období 1961-1990 a 1981-2010 (zdroj: ČHMÚ)

Lokality Březový potok a Čertovka se celým nebo většinou svého území nacházejí v Plzeňském kraji. Srovnáním měsíčních srážkových úhrnů spadlých v roce 2017 v tomto kraji s předchozím rokem 2016, vyplývá, že srážkový úhrn za měsíce leden až říjen byl v roce 2017 o 12 % nižší. Z porovnání měsíčních srážkových úhrnů s ostatními předchozími lety 2016, 2013 a 2010 (obr. 5) vyplývá, že měsíční srážkové úhrny roku 2017 byly nižší především v zimních a letních měsících. Měsíční srážkové úhrny roku 2017 dosahují dlouhodobého průměru v měsících březen, duben a srpen, v měsíci duben a říjen jsou nadprůměrné. Výrazně podprůměrných hodnot dosahují měsíční srážky v letních měsících. Vzhledem k tomu, že většina měsíčních úhrnů je nižší nebo rovna dlouhodobému průměru měsíčních srážek, lze období ledna až října roku 2017 označit za srážkově podprůměrné.



Obrázek 5 Měsíční srážkové úhrny v Plzeňském kraji v letech 2010, 2013, 2016 a do října roku 2017 včetně dlouhodobých průměrů měsíčních úhrnů za období 1961-1990 a 1981-2010 (zdroj: ČHMÚ)

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

4 Výsledky

4.1 Lokalita Čihadlo

Během ledna až listopadu roku 2017 bylo během osmi terénních etap (6. 1., 8. 4., 3. 5., 24. 6., 18. 7., 27. 8., 22. 9 a 8. 11.) na dvaceti místech v oblasti lokality Čihadlo (**obr. 6**) provedeno měření průtoků a fyzikálně-chemických parametrů. Rozložení měřených míst bylo navrženo tak, aby byla co nejlépe zachycena proměnlivost sledovaných parametrů v oblasti lokality Čihadlo.

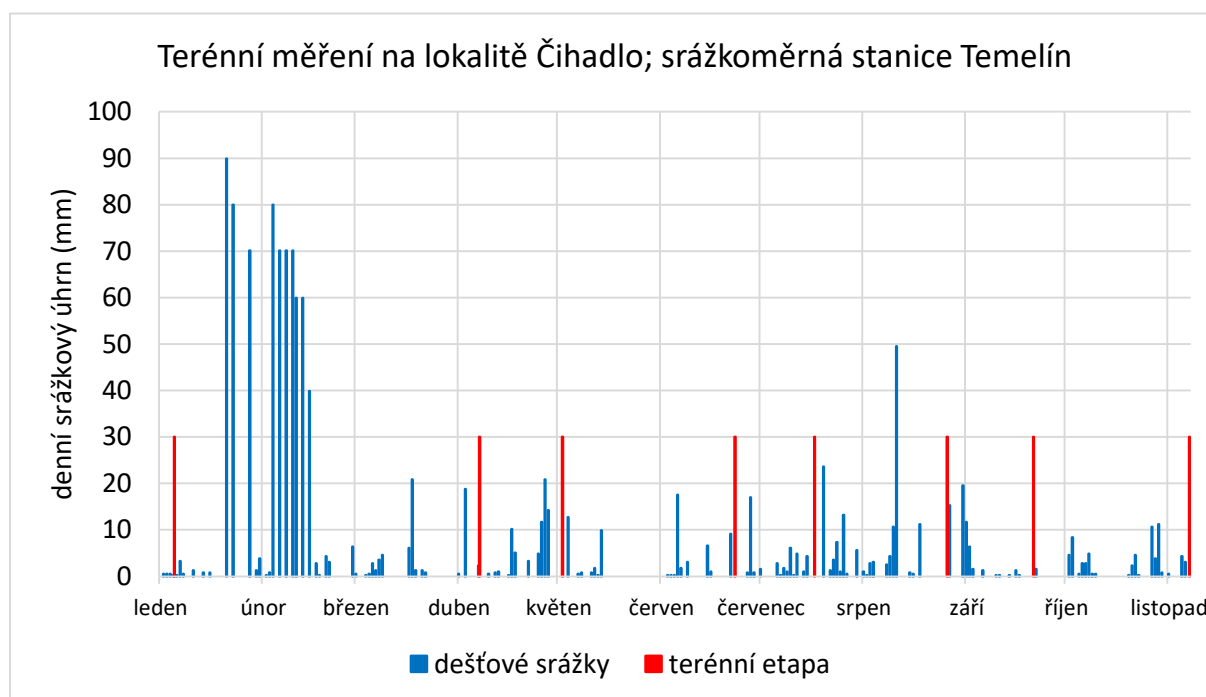
Čihadlo:
Body režimního měření



Obrázek 6 Poloha měrných profilů na lokalitě Čihadlo

4.1.1 Srážkové poměry v průběhu etap terénních měření


Měřené parametry mohou být ovlivněny dešťovými srážkami. Z tohoto důvodu je na **obrázku 7** znázorněno rozložení denních dešťových srážek v roce 2017 na nejbližší srážkoměrné stanici Temelín, která je součástí mezinárodní sítě stanic bezprostředně poskytujících údaje o dešťových srážkách aj. (<https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdo>). **Obrázek 7** s rozložením denních dešťových srážek je doplněn vyznačením všech osmi etap terénního měření, z kterého je patrné, že etapy měření probíhaly většinou v období s minimální srážkovou aktivitou. Enormní srážkové úhrny v zimních měsících znázorněné na **obrázku 6** jsou zřejmě způsobeny nepřepočítáním výšky sněhové pokrývky na výšku vodního sloupce. Přímo v době měření se srážky vyskytly jen během poslední etapy měření, přičemž padající déšť bylo možné označit spíše za slabší mrholení s jen omezeným potenciálem pro vznik povrchového odtoku. V průběhu ostatních etap měření došlo ke srážkové události nejméně dva dny před měřením (kromě lednového měření, kdy však srážky ve formě sněhu významněji neovlivnily parametry měřených vod).



Obrázek 7 Rozložení dešťových srážek v období terénních měření v roce 2017

4.1.2 Režim průtoků a vydatností

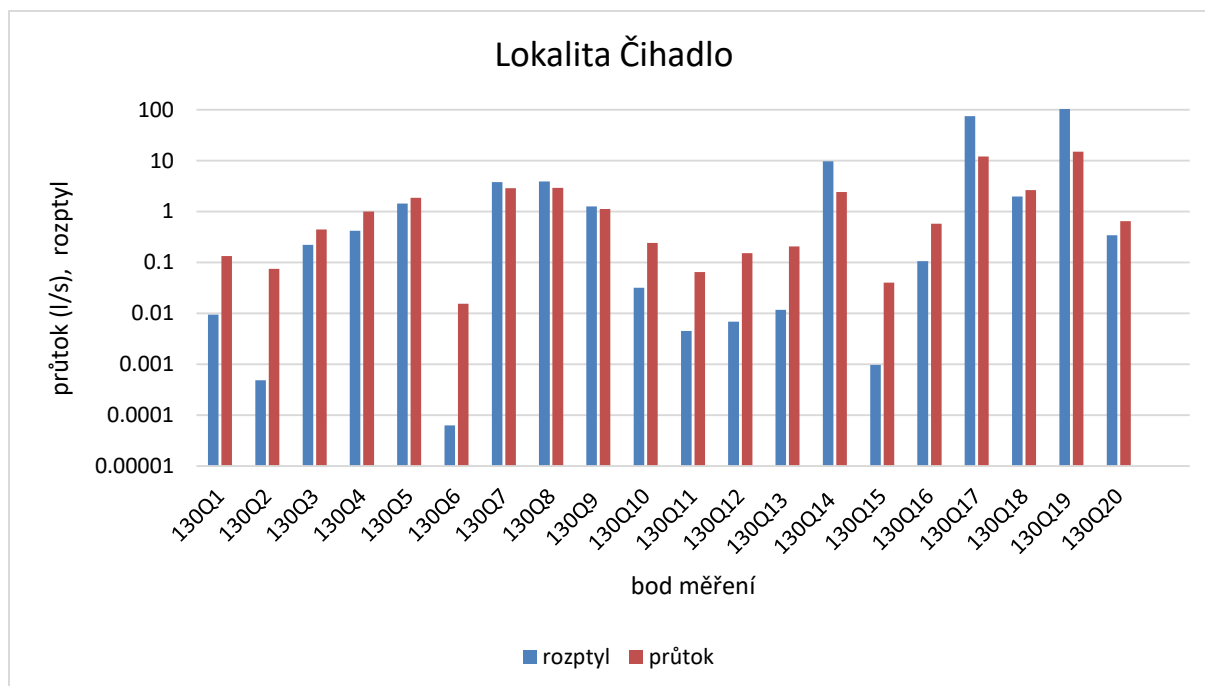
Průměrné hodnoty průtoků naměřené v období leden až listopad v roce 2017 jsou znázorněny na **obrázku 8**. Z něj je zřejmé, že nejvyšší průměrné průtoky náležejí měrným profilům situovaným na nižších partiích vodních toků. K takovým bodům patří body 130Q19 a 130Q17, které se nacházejí v nižších polohách Lodhérovského potoka (**obr. 6**). Zde dosahují průměrné průtoky hodnot přes 10 l/s. Naopak nejnižší průměrné průtoky dosahující

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

pouhých setin l/s byly naměřeny na měrných profilech představujících místa prvních vývěřů vod na povrch jako je pramen 130Q6.

Naměřené hodnoty průtoků se výrazně mění jak prostorově mezi jednotlivými místy měření, tak časově v rámci jednoho měrného profilu (MP). Časová proměnlivost je dána zejména úrovní podzemních vod a rozložením a množstvím dešťových srážek v době měření. Prostorová proměnlivost je dána především rozdílnými plochami povodí jednotlivých MP. Vliv na prostorovou proměnlivost průtoků mají také ostatní faktory, jako jsou umělé odběry vod, geologická stavba oblasti, morfologie terénu, vegetační pokryv či zástavba oblasti. Kombinace těchto faktorů způsobuje také rozdílné rozpětí hodnot průtoků, jejichž kolísavost vyjadřuje rozptyl průtoků znázorněný na obrázku 7. Z něj je zřejmá převažující pozitivní korelace mezi velikostí průtoků a velikostí rozptylu. Ta je způsobena zejména vlivem velikosti povodí příslušející jednotlivým MP na hodnoty měřených průtoků. Hodnoty průtoků naměřené u bodů 130Q9 a 130Q17 v terénu jsou sníženy odběrem podzemních vod. Místa a hodnoty odběrů podzemních vod jsou podrobněji popsány v kapitole Specifický odtok.

Rozmezí kolísání průtoků změřených v průběhu roku 2017 znázorňuje graf se všemi hodnotami průtoků, který je **součástí grafické přílohy**. Z tohoto grafu je zřejmé, že nejvyšších průtoků naměřených v roce 2017 bylo dosaženo během jarního měření s maximy v květnu, zatímco nejnižších hodnot průtoků bylo dosaženo během letních měsíců s minimem v měsíci září. Na MP 110 Q11 došlo dokonce k úplnému vyschnutí vodního toku. Při poslední listopadové etapě měření byl zaznamenán opět vzrůst průtoků na všech MP. Rozložení hodnot průtoků během roku je tak v souladu s obvyklým vývojem průtoků ve vodních tocích v průběhu roku s maximy v jarních a minimy v letních a podzimních měsících.

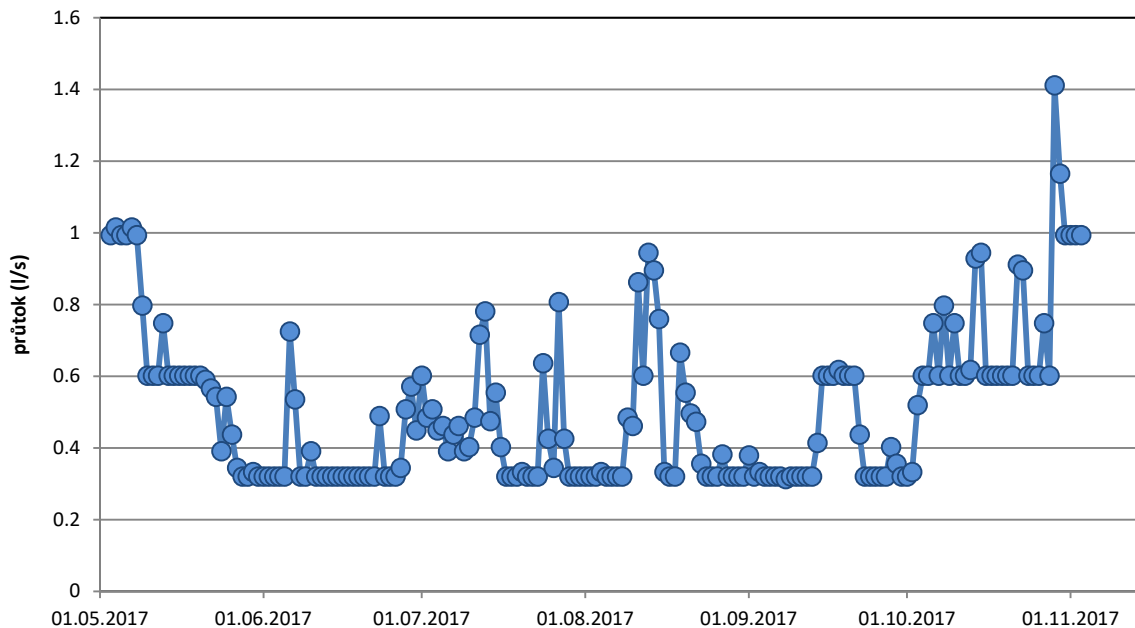


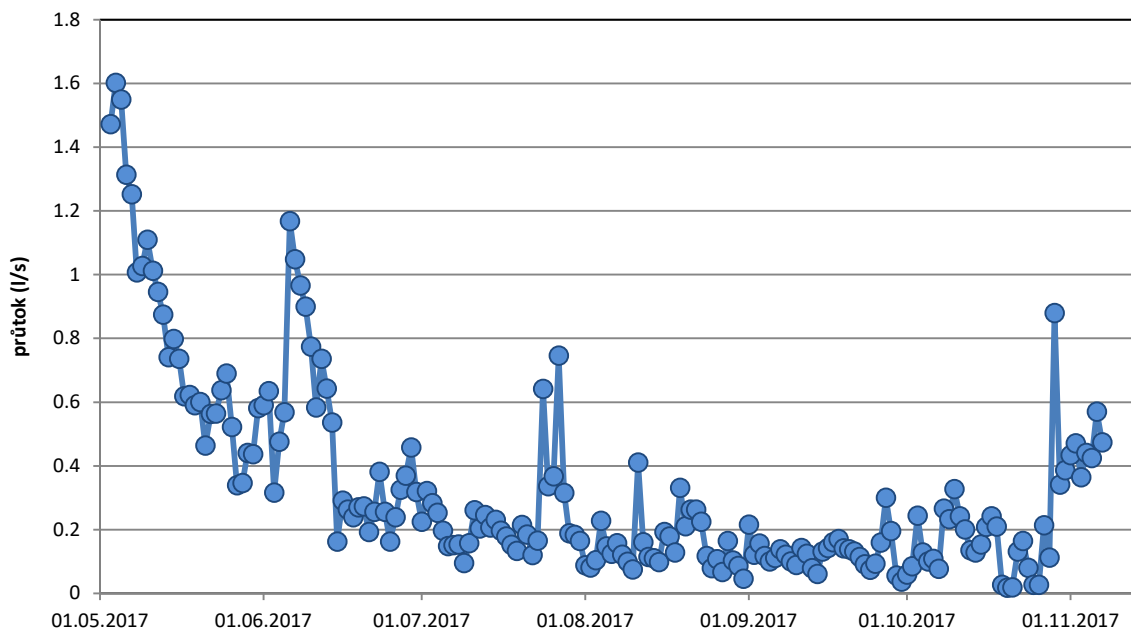
Obrázek 8 Hodnoty průměrných průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017

Kontinuální záznam vývoje průtoků

Datalogger s registrací a automatickým zasíláním změřených dat byl na lokalitě instalován na korytě pravostranného přítoku Strouhy těsně před soutokem s ní (MP 130Q3) a dále na bezejmenném povrchovém toku (MP 130Q16) v blízkosti průběhu lodhéřovského zlomu. Oba body byly použity pro registraci výšek hladin na instalovaných přelivech a byly použity pro výpočet průtoků na těchto bodech. Výšky hladin byly měřeny s hodinovou četností, pro další interpretace byly použity denní průměry vypočítané z těchto hodnot.

Průběh hodnot průtoků na bodu 130Q3 ukazuje následující [obrázek 9](#). Data byla měřena v období 3.5. – 7.11.2017. Hodnoty průtoků se pohybovaly v rozmezí 0,31 – 1,41 l/s. Průměrná hodnota průtoků ve sledovaném období byla 0,52 l/s a střední hodnota 0,45 l/s. V průběhu května docházelo k postupnému poklesu průtoků z 1 l/s na 0,32 l/s. Následovalo období nízkých průtoků, dlouhodobě kolem 0,32 l/s, přerušované krátkodobými několikanásobnými nárůsty hodnot. Tyto výkyvy byly vázány na období vydatnějších atmosférických srážek (např. srpen, září nebo konec října). Reakce na srážky jsou v řádu hodin, proto lze předpokládat, že tento rychlý nárůst tvoří především složka povrchového odtoku. V průběhu roku nedošlo k vyschnutí koryta monitorovaného přítoku. Stálost průtoků a kontinuální udržování průtoků kolem hodnoty 0,32 l/s i v období bez atmosférických srážek dokládají, že v tomto prostoru dochází k setrvalé drenáži podzemních vod a to i v období nízkých vodních stavů. Kontinuální sezónní nárůst hladin byl postupně zaznamenán od začátku října a pokračoval po mírné stagnaci na začátku listopadu, vše v důsledku na pokles aktivity vegetačního pokryvu a především chodu srážek s více deštivými dny, než v předcházejícím letním období.



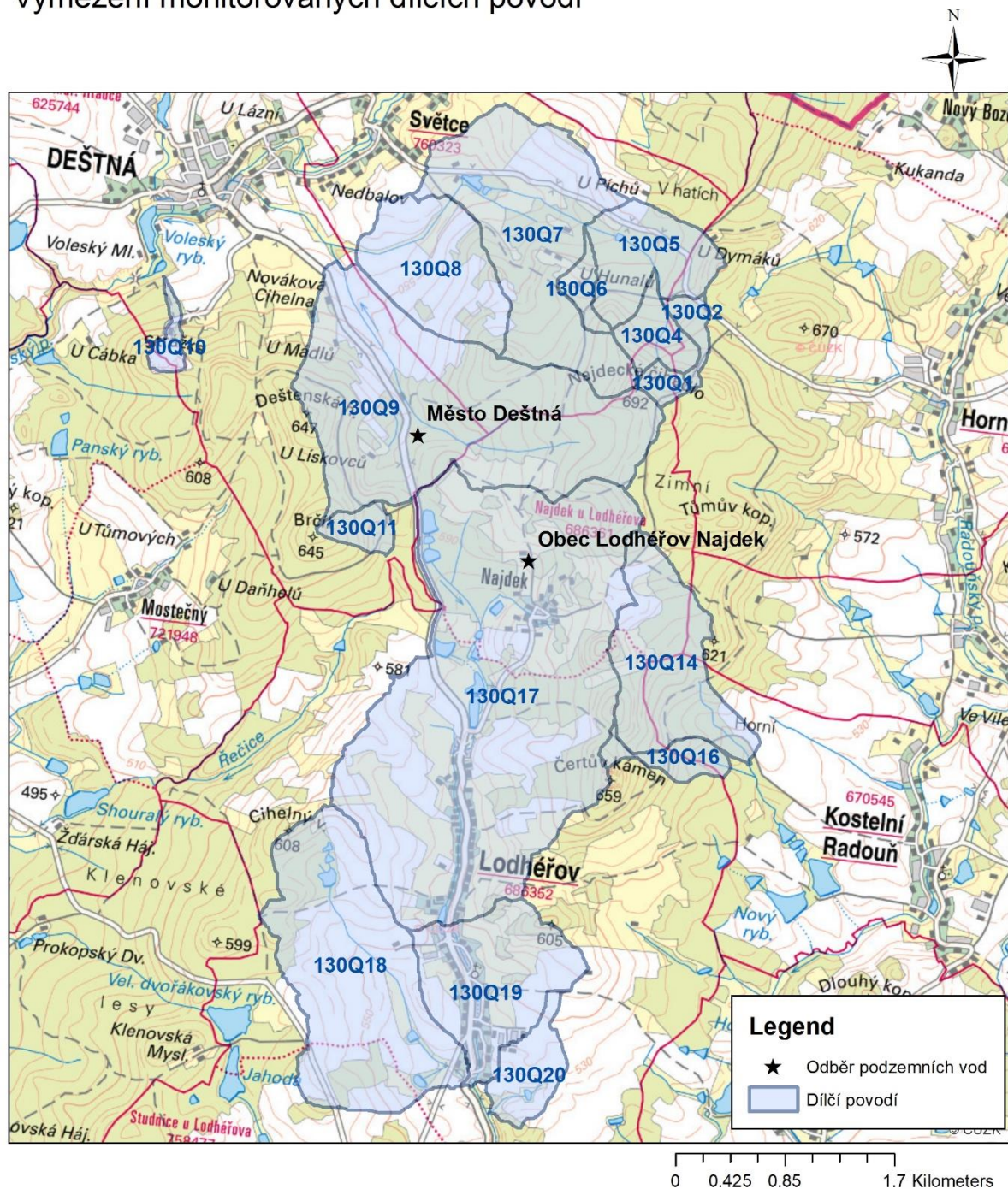


Obrázek 10 Vývoj průtoků na bodu 130Q16

Specifický odtok


Aby bylo možné objektivně posoudit prostorové rozložení odtoku vod z oblastí sledovaných MP, bylo nutné eliminovat hlavní faktor ovlivňující průtoky a tím je plocha povodí. Plochy povodí pro jednotlivé MP jsou znázorněny na [obrázku 11](#). Z něj je zřejmé, že počet vymezených povodí (16 povodí) nedopovídá počtu měrných profilů (20 MP) monitorovaných na lokalitě Čihadlo. Tento počet je nižší o povodí měrných profilů 130Q3, 130Q12, 130Q13 a 130Q15 u nichž nebylo možné kvůli přítomnosti plochému svahu v místě těchto bodů vymezit jejich hydrologická povodí. U povodí bodů 130Q9 a 130Q7 byla k naměřeným průtokům, od kterých je potom specifický odtok odvozen, přidána také hodnota odebíraného množství podzemních vod odpovídající průměru odběru pro měsíc v přechodím roce 2016 (data pro rok 2017 nejsou zatím uveřejněna), ve kterém bylo terénní měření prováděno. Údaje o odběru podzemních vod byly získány z webových stránek HEIS VÚV a jsou součástí přílohy. V povodí bodu 130Q9 se nachází vodní zdroj nazvaný v databázi odběru u výše jmenovaných webových stránek „Město Deštná“, v povodí 130Q17 je zdroj nazvaný „Obec Lodhěřov Najdek“. Pro představu o odběru podzemních vod těmito zdroji je zde udán průměrný roční odběr podzemních vod, který je pro zdroj „Město Deštná“ je 0,925 l/s a zdroj „Obec Lodhěřov Najdek“ 0,573 l/s.

Čihadlo: Vymezení monitorovaných dílčích povodí



Obrázek 11 Vymezení monitorovaných dílčích povodí na lokalitě Čihadlo

Specifické odtoky vycházející z průtoků naměřených v roce 2017 a z příslušných ploch povodí jsou znázorněny na [obrázku 12](#), na kterém jsou rozděleny do skupiny odpovídající mediánu stanovených specifických odtoků a do skupiny odpovídající prvnímu kvartilu specifických odtoků. S ohledem na rozložení dešťových srážek v průběhu

	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

jednotlivých etap terénního měření, lze považovat většinu naměřených průtoků za údaje jen mírně či vůbec ovlivněné povrchovým či hypodermickým odtokem. Specifické odtoky odpovídajících jejich mediánu jsou tak skupinou údajů charakterizujících celkový specifický odtok především podzemních a jen minoritně i povrchových vod. Jak je patrné z **obrázku 12**, mediány specifických odtoků se pohybují od 0,11 (bod 130Q6) do 3,35 (130Q4) l/s/km² se střední hodnotou okolo 1 l/s/km². Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků v roce 2017 je znázorněno na **obrázku 13**. Časová proměnlivost hodnot SO u všech měřených povodí je znázorněna na grafu a vyčíslena v tabulce, které jsou **součástí přílohy**.

Z **přílohy** je patrné, že se specifický odtok na lokalitě v průběhu roku 2017 pohyboval od -0,3 l/s/km² až po více než 10 l/s/km². Vysoké hodnoty SO mohou být ovlivněny povrchovým odtokem. Hodnota prvního kvartilu stanovených specifických odtoků je však zcela jistě hodnotou, odpovídající ryze specifickému podzemnímu odtoku neovlivněnému povrchovým či hypodermickým odtokem. Tyto hodnoty znázorněné na **obrázku 12** se pohybují od -0,1 (130Q8) do 2,6 (130Q4) l/s/km², přičemž záporné hodnoty bodu 103Q8 svědčí o částečné ztrátě drenážní funkce vodního toku v prostoru tohoto dílčího povodí, způsobené lokálním zvýšením hladiny povrchových vod nad hladinu vod podzemních.

Také neúplné zachycení podzemního odtoku, může být příčinou nízkých hodnot specifických podzemních odtoků. Jednou příčinou neúplného zachycení podzemního odtoku může být proudění podzemních vod paralelní s průběhem vodoteče v místě malých rozdílů hladin povrchových a podzemních vod, tedy v místě nevýrazného zahloubení vodoteče. Další příčinou může být vliv sestupného proudění podzemních vod uplatňující se zejména ve vrcholových partiích oblastí. Tím dochází k tomu, že vodotečí není zachycena všechna pozemní voda odtékající z měřeného povodí, protože část vod sestupuje vertikálním prouděním do hlubšího oběhu podzemních vod. Příčinu nízkých hodnot SPO není tedy možné definovat jednoznačně, avšak s ohledem na výškovou pozici měřených bodů v oblasti a znalost terénních poměrů (zahloubení koryta, výskyt kvartérních akumulací či podmáčených míst apod.) lze odhadnout hlavní příčinu snížené hodnoty specifického podzemního odtoku (SPO) z některých měřených povodí. Nízké hodnoty SPO pohybující se od 0,1 do 0,5 l/s/km² byly zaznamenány u dílčích povodí 130Q5, 130Q6, 130Q7, 130Q14 nebo 130Q11. Snížené hodnoty jsou zřejmě u povodí 130Q5, 130Q7 a 130Q14 způsobeny neúplným zachycením podzemního odtoku, u 130Q6 nadhodnocenou plochou povodí či neúplným zachycením podzemního odtoku a u povodí 130Q11 jsou na měrném profilu zřejmě zachyceny jen podzemní vody velmi mělkého oběhu.

Nejvyšší hodnoty SPO byly zaznamenány u povodí bodů 130Q4 (2,64 l/s/km²), 130Q16 (1,62 l/s/km²), 130Q17 (1,41 l/s/km²), 130Q9 (1,12 l/s/km²) a 130Q10 (1,02 l/s/km²) a 130Q1 (0,88 l/s/km²).

Body 130Q17, 130Q19 a 1309Q leží na Lodhěřovském potoce, který je hlavní osou drenáže velké části pozorovaného území. Příčinou zvýšené hodnoty SPO je zřejmě značné zachycení podzemního odtoku a to i oběhu hlubších podzemních vod. Nejvyšší hodnotu SPO 1,41 l/s/km² zjištěnou na tomto potoce u bodu 130Q17 lze tedy nejspíše považovat za hodnotu reprezentující SPO v oblasti v roce 2017.

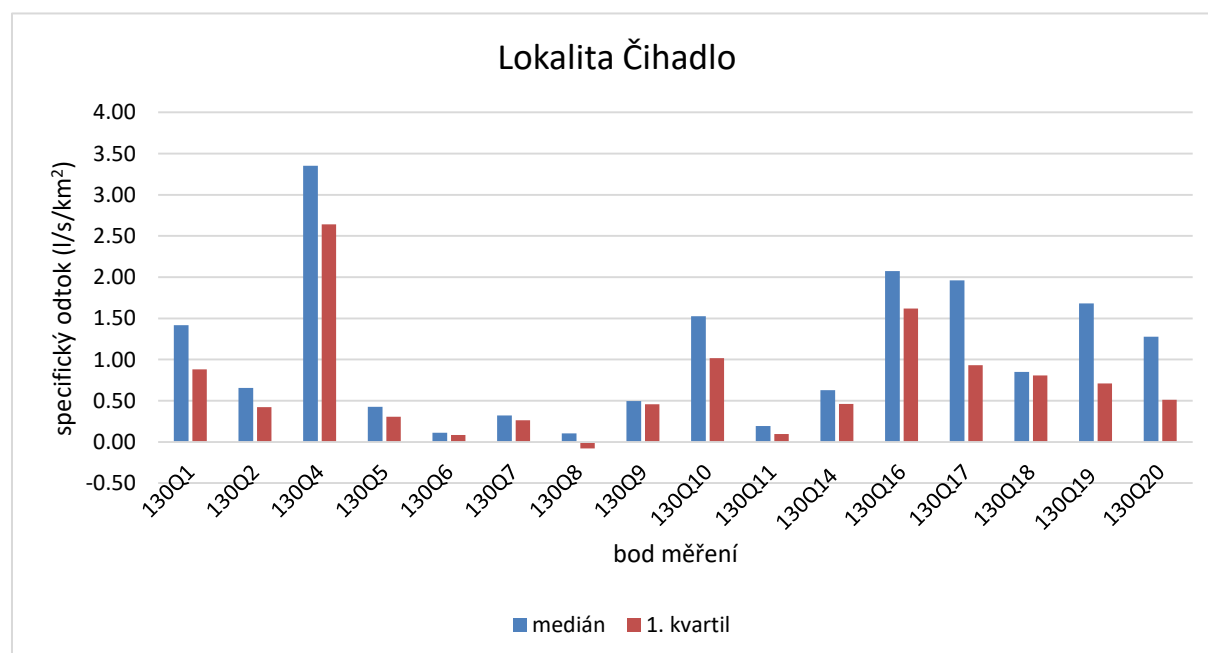
Nejvyšší hodnota SPO byla zjištěna u MP 130Q4, jehož povodí pokrývá severní svah Najdeckého Čihadla, nejvyššího vrcholu v oblasti. I přes značně vysokou polohu tohoto

dílčího povodí zde dosahuje SPO ve srovnání s ostatními povodími velice vysokých hodnot a to 2,64 l/s/km². Vysoký SPO je zde způsoben geologickou stavbou povodí protnutého zlomem směru SZ-JV, na který zde jsou vázány četné přítoky podzemních vod do vodoteče identifikované během zimní termometrie 2017 ([Kuchovský et al. 2017](#)). Lze předpokládat, že podél zlomu dochází k soustřednému proudění podzemních vod, přičemž při přesahu zlomu přes vymezenou plochu hydrologického povodí bodu 130Q4 lze předpokládat vyšší plochu jeho hydrogeologického povodí. Podobně ovlivněno může být rovněž povodí bodu 130Q1, které se rovněž vykazuje zvýšenou hodnotou SPO (0,88 l/s/km²), obzvláště s přihlédnutím k vrcholové pozici tohoto povodí, kde by měly být drénovány jen vody nejmělkého podzemního oběhu.

Druhá nejvyšší hodnota SPO 1,62 l/s/km² byla stanovena pro dílčí povodí bodu 130Q16, které se nachází v oblasti geologické stavby porušené opět zlomem směru SZ-JV v jehož okolí bylo během zimní termometrie nalezeno několik výrazných přítoků podzemních vod. To v souvislosti s vysokým SPO svědčí o možné výraznější nesrovnalosti mezi velikostí hydrologického a hydrogeologického povodí způsobené přetokem vod podél zlomu.

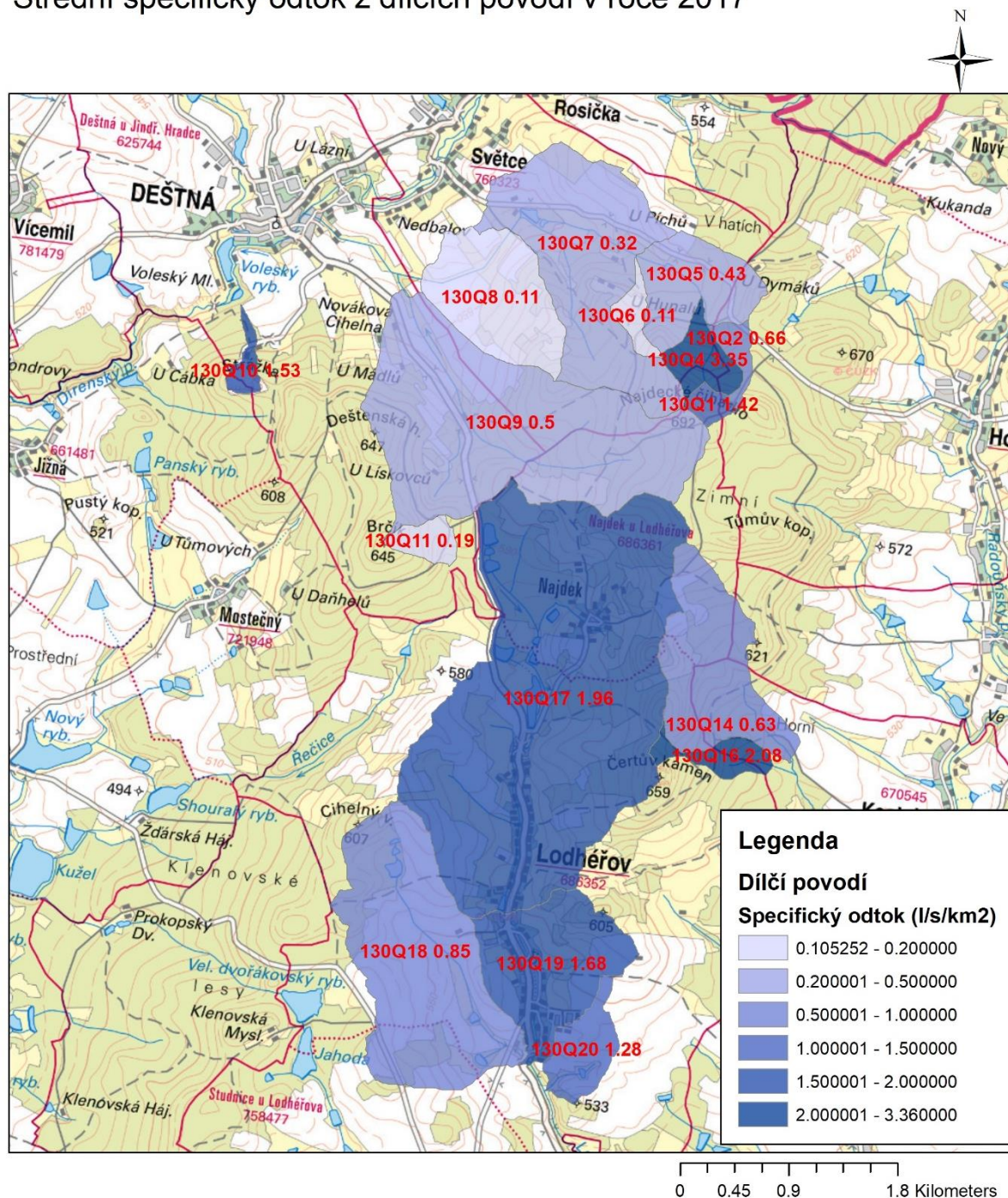
Dalším bodem se zvýšenou hodnotou SPO je bod 130Q10 (1,02 l/s/km²), který se nachází na hraně svahu nad Dírenským potokem. Značnou část povodí tohoto bodu tvoří lom na kámen. To by mohlo být příčinou vyšších hodnot SPO z tohoto povodí, s ohledem na zvýšenou možnost infiltrace podzemních vod v oblasti se skrytými zeminami.

Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků v roce 2017 je znázorněno na [obrázku 14](#).

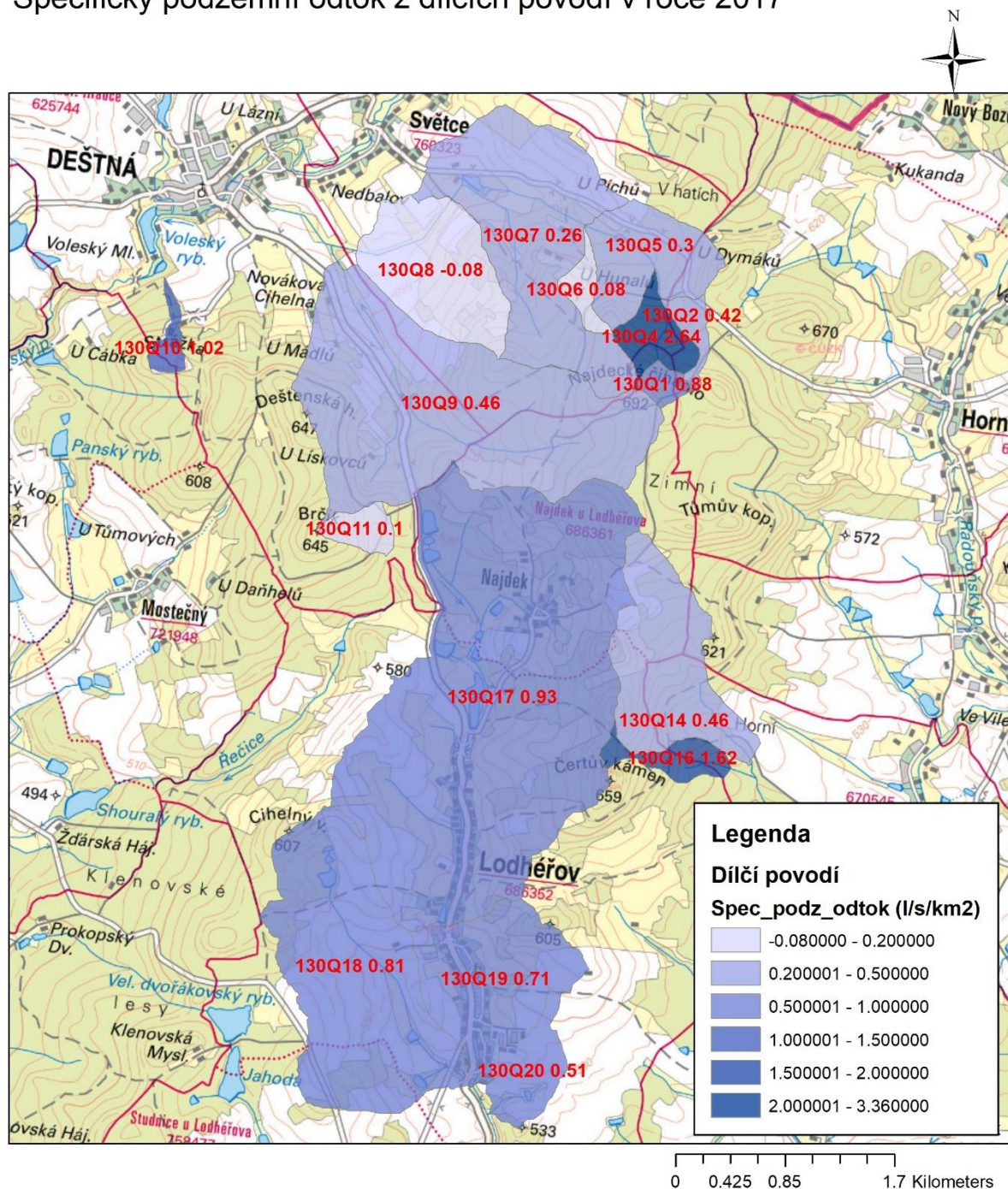


Obrázek 12 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

Čihadlo:
Střední specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017



Obrázek 13 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

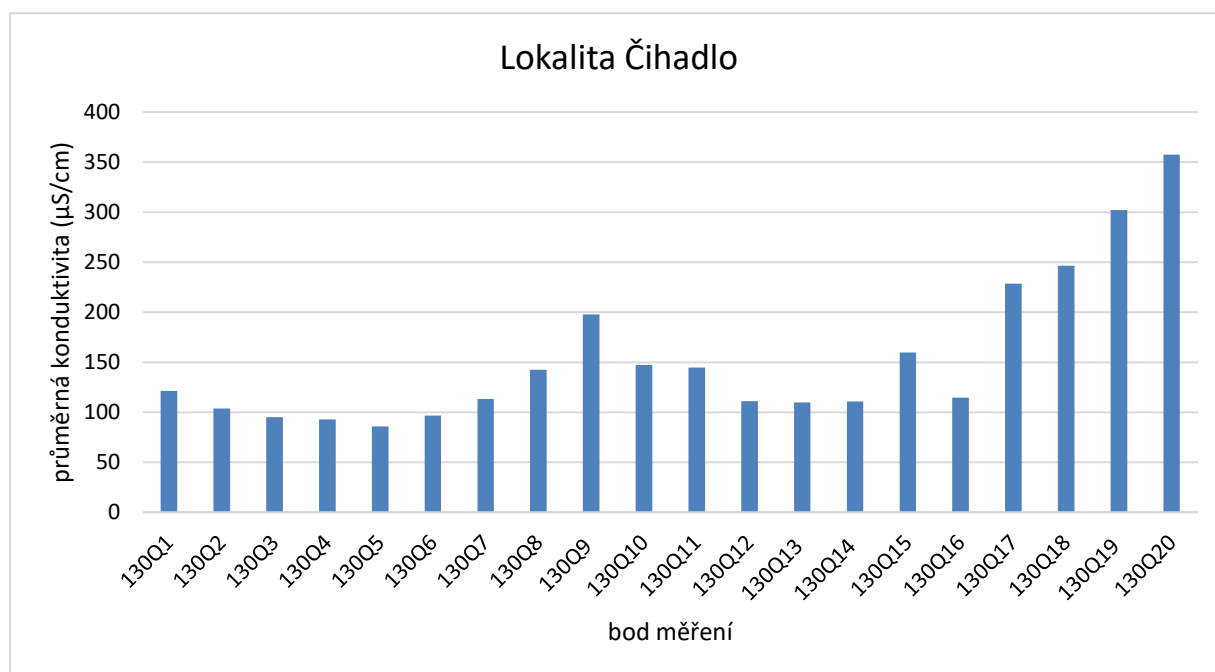
Čihadlo:
Specifický podzemní odtok z dílčích povodí v roce 2017


Obrázek 14 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

4.1.3 Režim fyzikálně-chemických parametrů vod

Kromě průtoků, byly během všech osmi terénních etap měřeny také hodnoty fyzikálně-chemických parametrů vod protékajících jednotlivými měrnými profily jako je elektrická konduktivita (dále jen konduktivita), teplota, oxidačně-redukční potenciál Eh a pH. Všechny hodnoty těchto parametrů naměřené v průběhu roku 2017 jsou součástí příloh, ve kterých jsou vyčísleny nejen formou tabulek (**tabulkové přílohy**), ale také zobrazeny ve formě grafů (**grafické přílohy**).

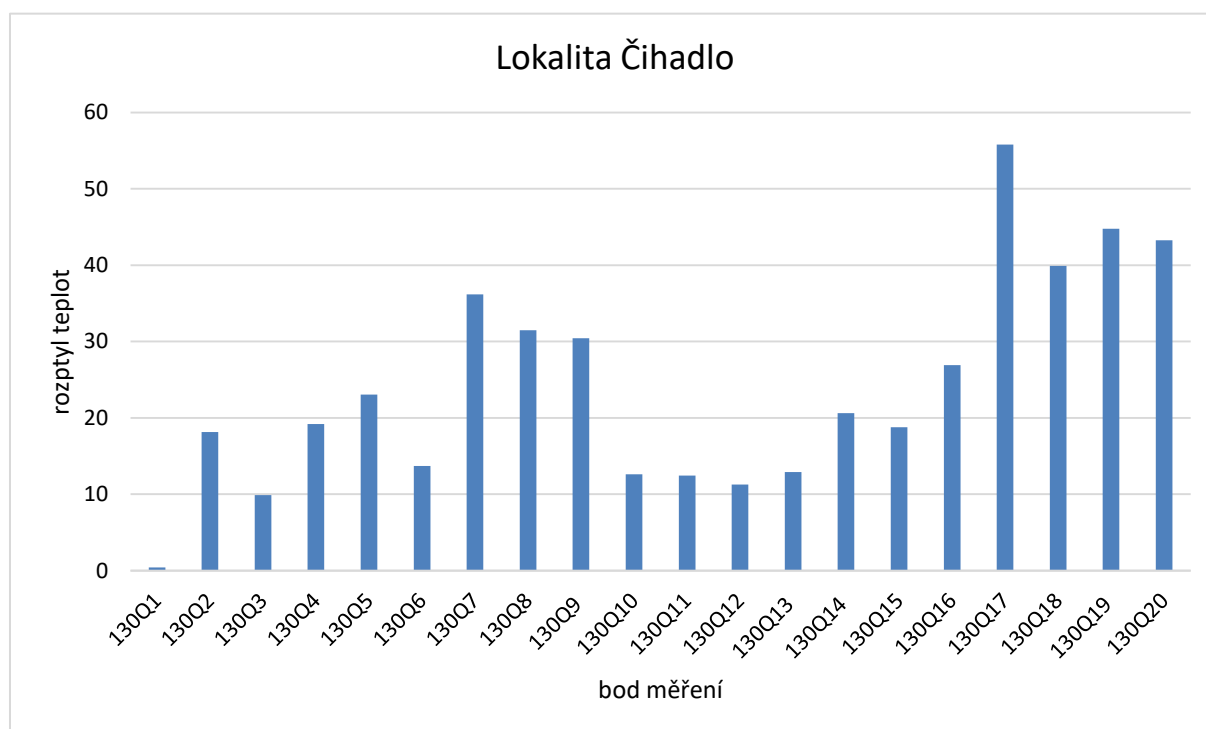
Hodnoty naměřených konduktivit se na lokalitě Čihadlo (**obr. 15**) pohybují od 86 (130Q5) do 358 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (130Q20). Při srovnání rozložení průměrných konduktivit s rozložením průtoků, lze pozorovat pozitivní korelaci. Ta vyplývá z toho, že MP s vyššími průtoky jsou situovány v nižších partiích vodních toků, tedy v údolích s lidskými aglomeracemi především způsobujícími zvýšení konduktivity vod. Nejvyšší hodnoty konduktivit zjištěné u bodů 130Q19 a 130Q20 jsou tak v místech pod zaústěním odtoku z čistírky odpadních vod v jižní části obce Lodhéřov. Hodnoty konduktivit pohybující se v intervalu 86 až 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lze považovat za hodnoty jen minimálně ovlivněné lidskou činností. Jedna z nejnižších průměrných konduktivit náleží také MP 130Q1, 130Q2, 130Q4, 130Q5 a 130Q6, které se nacházejí v oblasti s výskytem několika přítoků podzemních vod identifikovaných během zimní termometrie jako nejteplejší a tedy přítoky drénující hlubším oběh podzemních vod. Vzhledem k nízké konduktivě, však bude tento oběh relativně rychlý, protože v průběhu zdržení vod v horninovém prostředí nedochází ke zvýšení mineralizace podzemních vod, která by byla doložena zvýšenou konduktivitou.



Obrázek 15 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů

Teplota podzemních vod je výrazně ovlivněna vývojem teploty ovzduší v průběhu roku. Z tohoto důvodu více o režimu podzemních vod vypovídá proměnlivost teploty měřených vod, protože kolísání teplot vod klesá s rostoucí intenzitou a hloubkou přítoku podzemních vod, což může vypovídat o charakteru proudění ve studovaném povodí. Proměnlivost teploty vod je však ve skupině vod měřených na lokalitě Čihadlo ovlivněna v první řadě charakterem místa měření, tedy tím jedná-li se o pramen, jehož voda nebyla doposud vystavena venkovním teplotám, nebo voda ve vodním toku, již delší dobu vystavená venkovním teplotám.

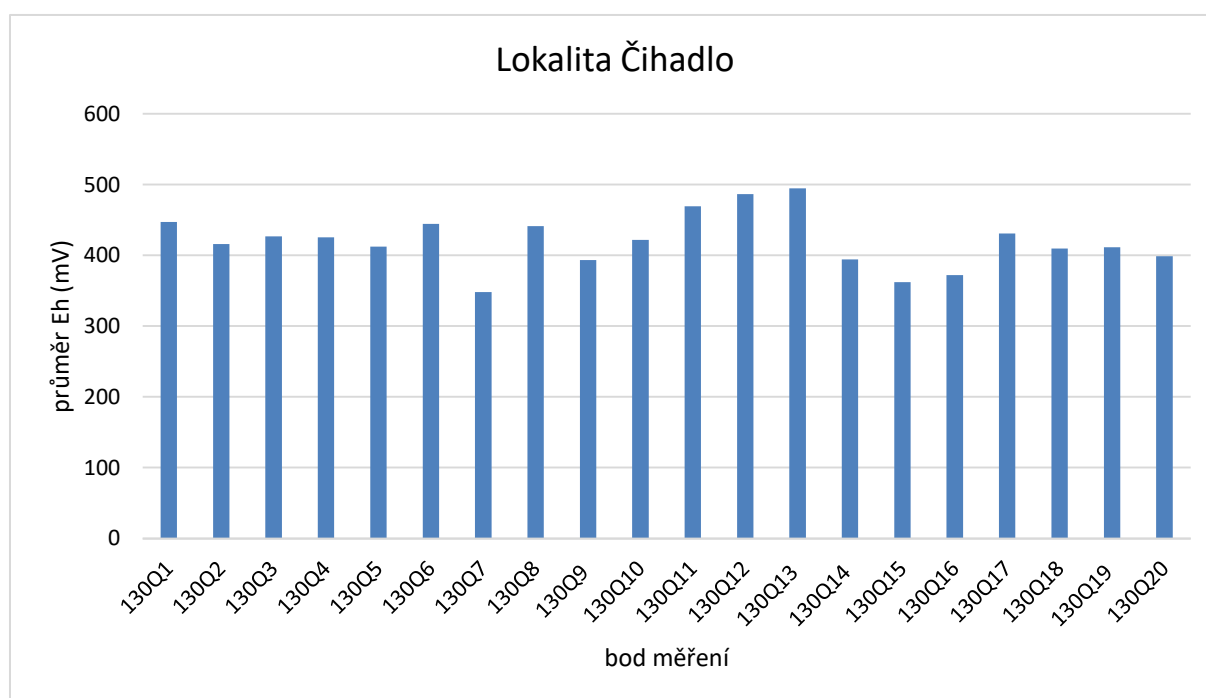
Proměnlivost teploty vod vyjádřená rozptylem naměřených hodnot je znázorněna na **obrázku 16**. Z něj vyplývá, že nejstabilnější teplotu mají vody bodů 130Q1, 130Q10, 130Q11, 130Q12 a 130Q13, které jsou právě tvořeny prameny nebo přetokem z vrtů, které jsou součástí vodních zdrojů (130Q12 a 130Q13). V rámci skupiny pramenů je však zřejmé, že vody pramene 1310Q1 v jehož povodí se nachází zlom výrazně ovlivňující proudění podzemních vod, je pozoruhodný právě výrazně nejnižším rozptylem teplot, poukazujícím na intenzivní proudění indukované přítomností tektonických poruch diskutovaných podrobněji v **Kuchovském et al. 2017**.



Obrázek 16 Rozptyl teploty vod v místech měrných profilů

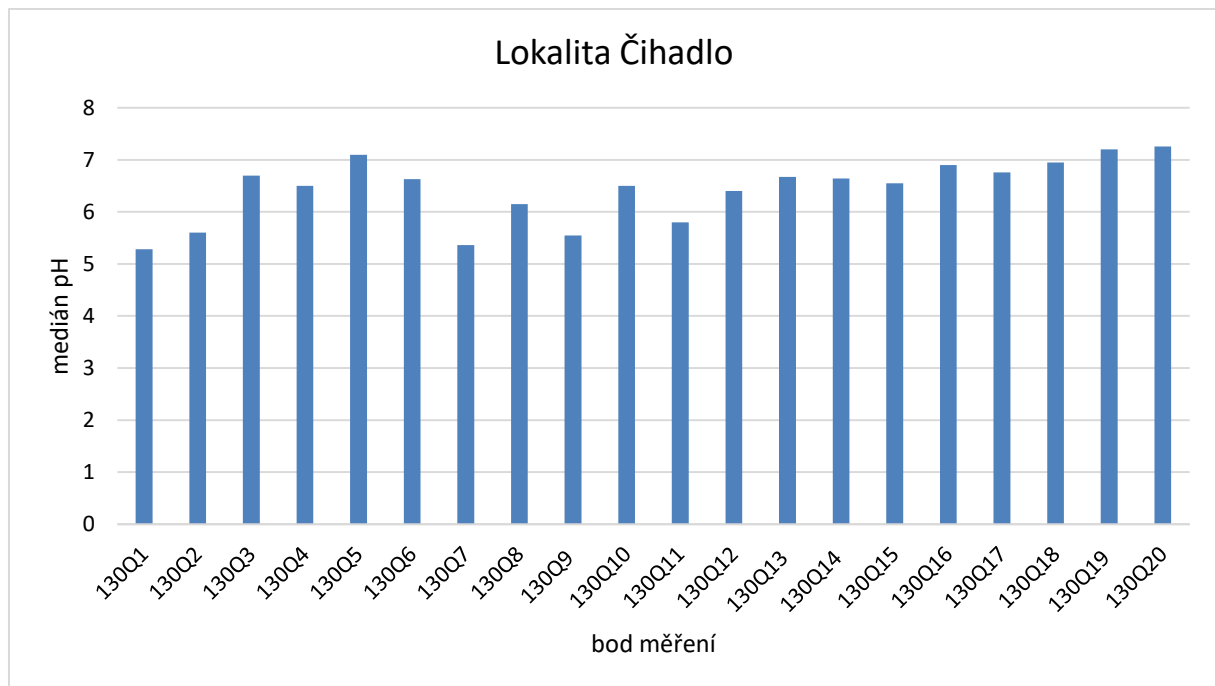
Vody všech měrných profilů jsou podle všech naměřených hodnot oxidačně-redukčního potenciálu Eh vždy vyššími než 300 mV (**obr. 17**) vodami tvořícími prostředí s oxidačními schopnostmi. Průměrně se tyto hodnoty pohybují od 348 do 495 mV (vždy přepočteno na SHE). Nejnížší hodnoty Eh byly naměřeny u MP 130Q7, 130Q15 a 130Q16. Nižší hodnota Eh u bodů 130Q7 a 130Q15 je zřejmě způsobena zemědělskou činností,

protože část jejich povodí je tvořena právě zemědělsky využívanou plochou. Nižší hodnota Eh u bodu 130Q16 je pak dána bažinatým charakterem oblasti tohoto MP, kde je půdní pokryv bohatý na organický materiál, při jehož rozkladu dochází ve vodě ke spotřebě elektronových akceptorů a tedy i ke snížení oxidačně-redukčního potenciálu.



Obrázek 17 Průměr Eh vod v místech měrných profilů

Rozpětí mediánů hodnot pH jednotlivých MP (**obr. 18**) se na lokalitě Čihadlo pohybuje od 5,3 (130Q1) do 7,3 (130Q20). Nízké hodnoty pH ve vodách pramenů (130Q1, 130Q2 či 130Q11) jsou způsobeny jejich průchodem půdním profilem a tedy i sycením půdním CO₂ a doposud krátkým kontaktem pramenních vod s dnovými sedimenty, které jinak tuto běžnou mírnou aciditu vod zvyšují za rozpouštění karbonátů či živců obsažených ve dnových sedimentech. Z tohoto důvodu je pak hodnota pH u vod, které již delší dobu proudí vodním korytem až mírně alkalická, tak jako tomu je u MP situovaných v nižších partiích vodních toků ve studované oblasti jako jsou body 130Q17, 130Q18, 130Q19 či 130Q20.



Obrázek 18 Medián pH vod v místech měrných profilů

4.1.4 Hydrochemie vod

Dne 8. 11. 2017 bylo na lokalitě Čihadlo provedeno vzorkování vod na deseti vybraných a v průběhu roku 2017 sledovaných měrných profilů. Během tohoto dne se občas vyskytovalo jemné mrhnutí, které však nebylo dostatečné k tomu, aby došlo ke zformování povrchového odtoku, který by chemické složení vod ovlivnil. To ostatně dokládají hodnoty konduktivity, které nejsou během této etapy nižší než v průběhu etap předchozích ([příloha](#)).

Vybrané MP jsou znázorněny na [obr. 19](#). Výběr míst odběru podzemních vod pro účely chemické analýzy proběhnul tak, aby byla vzorkováním plošně pokryta celá oblast režimního měření a také tak, aby ve vybraných bodech nechyběly přítoky podzemních vod, které byly během termometrie označeny za přítoky vázané na vyvinutá puklinová pásma, ale také přítoky charakterizující průměrné chemické složení vod větších povodí.

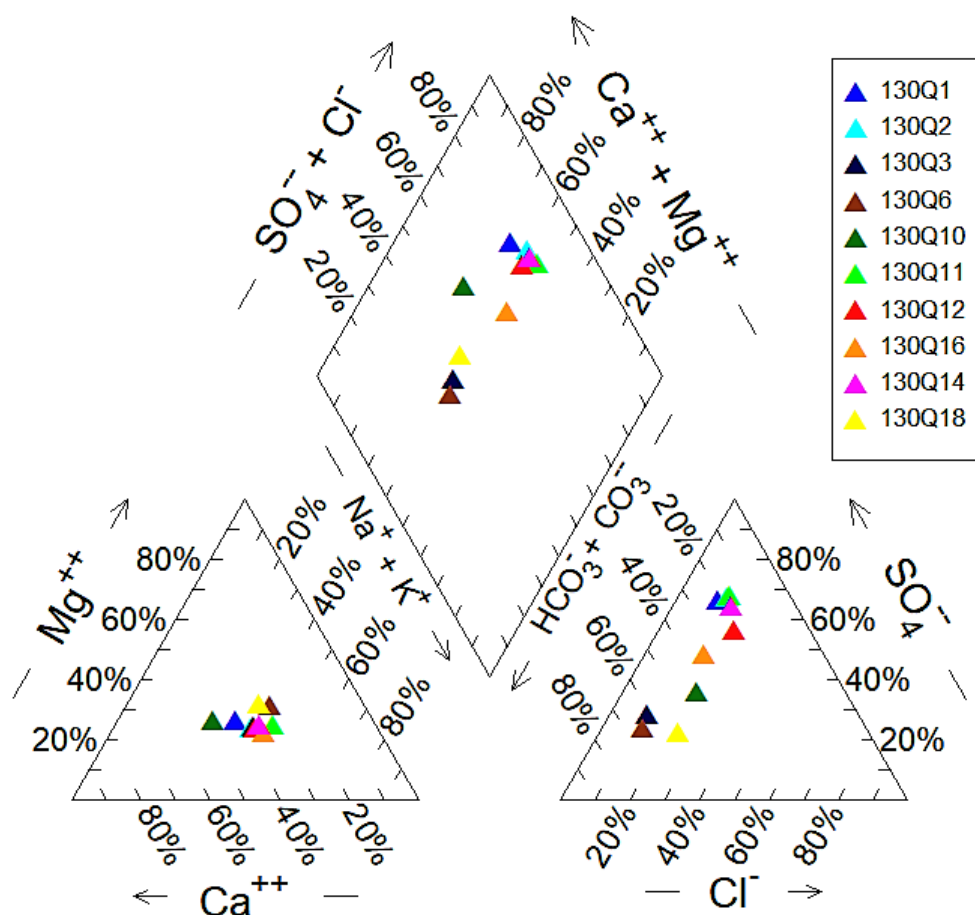
Čihadlo:
Místa vzorkování vod na chemickou analýzu



Obrázek 19 Místa odběru vod na chemickou analýzu

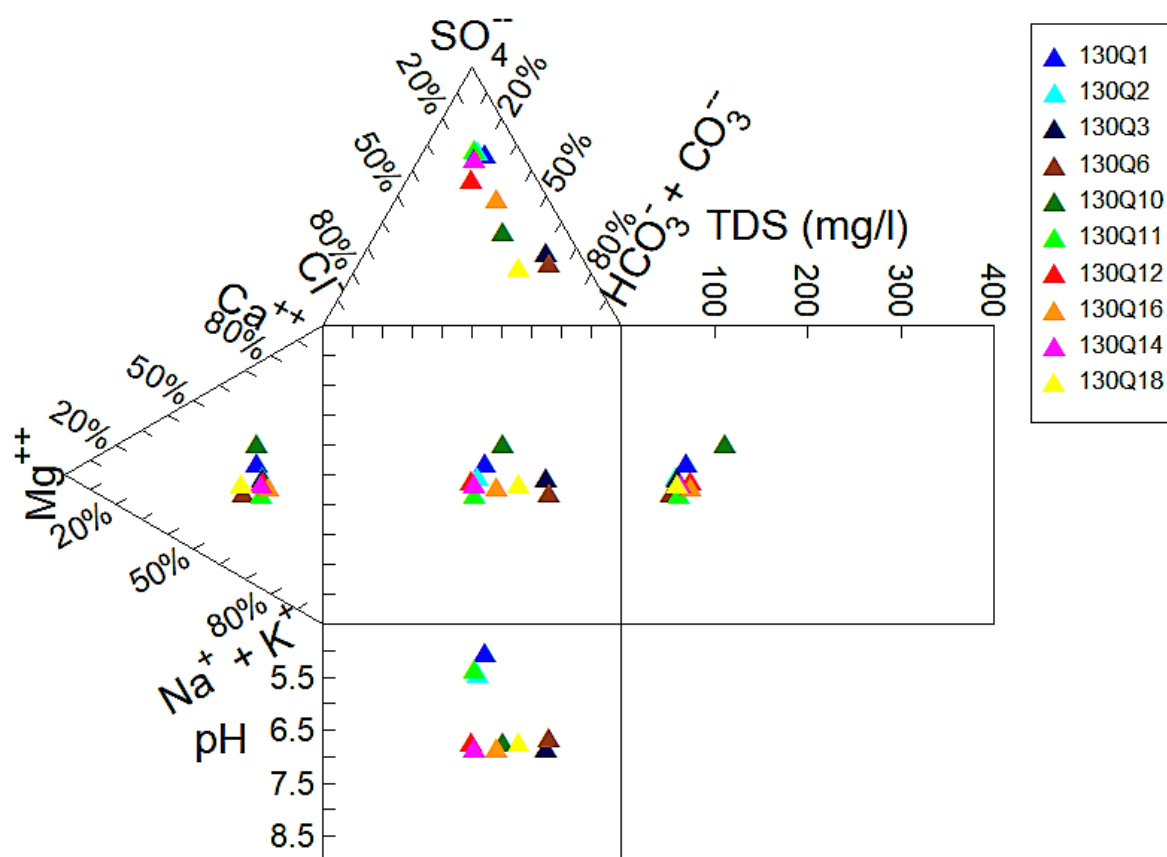
Výsledky chemických analýz vod byly vyneseny do Piperova (Piper 1944) a Durovova (Durov 1948) klasifikačního diagramu. Z Piperova diagramu (obr. 20) je zřejmé, že vzorkované vody jsou charakteristické dominancí Na a Ca kationtů a HCO_3 a SO_4 aniontů. Z hlediska kationtů dominují ve vzorkovaných vodách Na a Ca ionty, nezanedbatelně je

zastoupen také Mg. Vody jsou však výrazněji protaženy podél linie aniontů zodpovědné za zastoupení hydrogenuhličitanů a síranů. Právě zastoupení těchto aniontů je tedy hlavní charakteristikou chemického složení jednotlivých vzorků vod. Vody na lokalitě Čihadlo tak lze charakterizovat jako vody hydrochemického typu NaCa(Mg)-HCO₃ až vody NaCa-SO₄.



Obrázek 20 Piperův klasifikační diagram

Podle Durovova diagramu znázorněného na [obrázku 21](#) není zřejmá závislost mezi poměry jednotlivých iontů a celkovou mineralizací vod. Ta se pohybuje u většiny vzorků od 54 do 74 mg/l, pouze vzorek odebraný v bodě 130Q10 má vyšší mineralizaci 109 mg/l. I přes to lze všechny vzorky vod označit za vody s nízkou mineralizací, svědčící o relativně krátké době zdržení podzemních vod v horninovém prostředí.

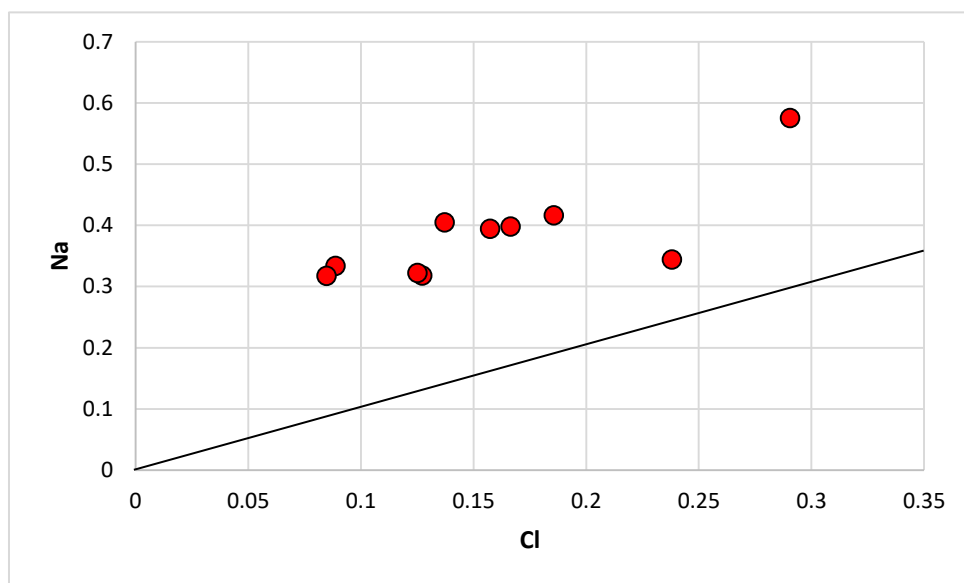


Obrázek 21 Durovův klasifikační diagram

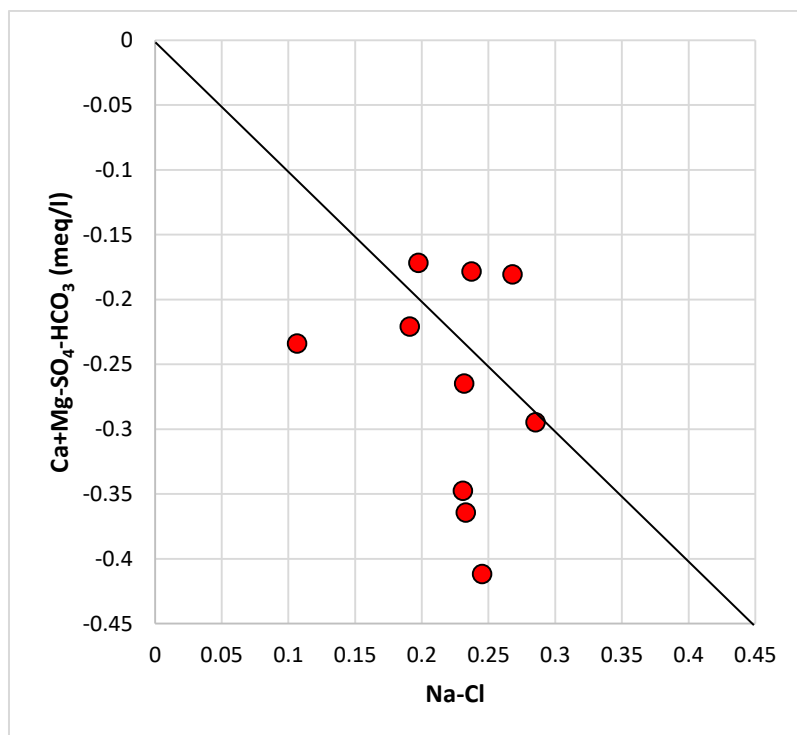
Kromě dvou vzorků vod (130Q10 a 130Q1) se všechny vzorky vyznačují dominancí Na iontů. Původ těchto iontů nespočívá v kontaminaci vod způsobenou rozpouštěním NaCl, jak naznačuje **obrázek 22** na kterém je vyneseno poměr mezi ionty Na a Cl a který by byl v případě rozpuštění NaCl roven jedné. Tento poměr je však u vzorků vod průměrně 2,6, což dokládá jiný zdroj Na. Vzhledem k nízké mineralizaci dokládajících kratší dobu zdržení podzemních vod v horninovém prostředí, zřejmě nai iontová výměna nebude hlavní příčinou časté převahy Na kationtů. To, že iontová výměna není hlavním zdrojem Na, dokládá **obrázek 23** s vneseným poměrem mezi Ca+Mg-HCO₃-SO₄ a Na-Cl, navržený Fisherem a Mullicanem (1997) jako poměr identifikující vliv iontové výměny na chemické složení vod. V případě dominance iontové výměny na sloužení vod, by vzorkované vody ležely na lineární spojnici se sklonem -1, což však u všech vod odebraných na lokalitě není pozorovatelné. Na této linii nebo v její těsné blízkosti leží vody pramenů 130Q1, 130Q2 a 130Q10, které jsou zároveň body, u kterých byla během zimní termometrie zjištěna vyšší teplota dokládající jejich hlubší oběh podzemních vod. U ostatních vzorků bude zřejmě dalším procesem způsobujícím výrazné zastoupení Na iontů ve složení vod také rozpouštění živců obsahujících sodík (albit), které jsou hojně obsaženy jak v matečných horninách, tak ve dnových sedimentech vodních toků a během kterého dochází k uvolňování Na a HCO₃ iontů

do vody. Při hydrolyze živců (např. anortit) či slíd podporované protolýzou rozpuštěné kyseliny uhličitě vznikající z rozpuštěného CO_2 , dochází také k uvolňování iontů Ca a Mg, které jsou rovněž hojně zastoupeny ve vzorcích odebraných vod.

Hlavní posun v chemickém složení mezi jednotlivými vzorky vod lze pozorovat z hlediska zastoupení aniontů HCO_3 a SO_4 , přičemž původ síranů je možné hledat v oxidaci sulfidů, které jsou součástí horninového podloží, kterým vody protékají.



Obrázek 22 Poměr iontů Na k Cl

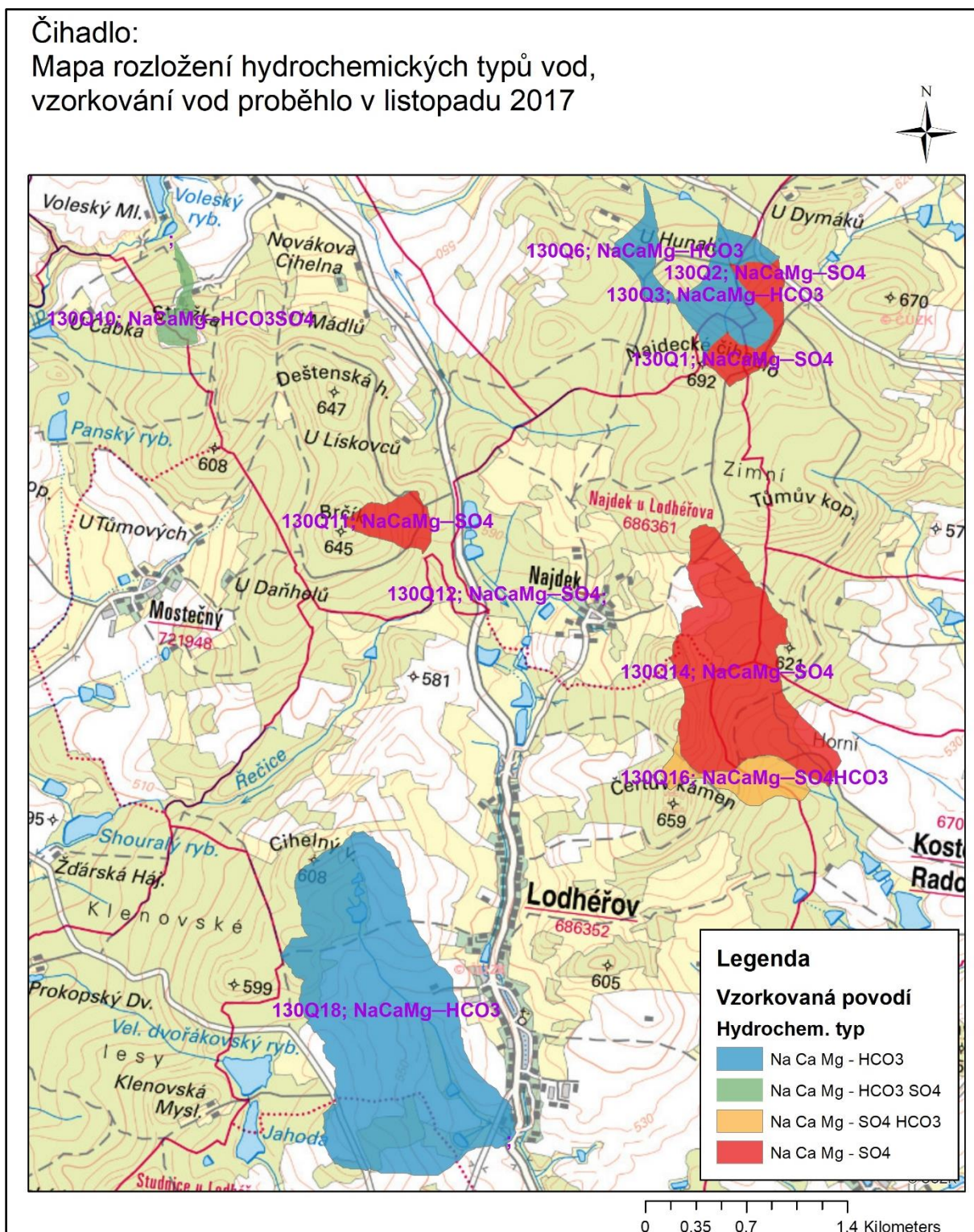


Obrázek 23 Poměr mezi kationty a anionty indikující kationtovou výměnu


Prostorové rozložení hydrochemických typů vod

Představu o rozložení jednotlivých hydrochemických typů vod na lokalitě Čihadlo poskytuje [obrázek 24](#), na kterém jsou vyznačena dílčí povodí náležící jednotlivým MP, ze kterých byly odebrány vzorky vod na chemickou analýzu. Rozlišení jednotlivých hydrochemických typů je v mapě založeno výhradně na dominanci aniontů v jednotlivých vzorcích vod, která poskytuje lepší rozlišovací kritérium mezi vzorkovanými vodami, než poměry mezi kationty, kde rozdíly mezi vzorky vod nejsou tak výrazně odlišné.

Čihadlo:

 Mapa rozložení hydrochemických typů vod,
vzorkování vod proběhlo v listopadu 2017



Obrázek 24 Prostorové rozložení hydrochemických typů vod

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

4.1.5 Shrnutí výsledků

Zpracováním dat získaných měřeními a vzorkováním byla získána představa o režimu vod na lokalitě Čihadlo. Měřeními průtoků a vymezením hydrologických ploch povodí byly stanoveny specifické odtoky, jejichž medián lze s přihlédnutím k rozložení srážek v průběhu terénních etap měření považovat za hodnotu téměř výhradně spojenou s podzemním odtokem. 1. kvartil stanovených SO je pak jistě hodnotou reprezentující pouze podzemní odtok z vymezených povodí. Hodnota 1. kvartilu specifických odtoků zřejmě odpovídá spíše nižším specifickým podzemním odtokům. Střední hodnota specifického podzemního odtoku v roce 2017 se tak bude nacházet někde v rozmezí mezi mediánem a 1. kvartilem specifických odtoků. Analýzou dat bylo prokázáno, že na některých profilech není zachycen veškerý odtok podzemních vod z povodí, někde dokonce dochází ke ztrátám vod z vodoteče. Jako reprezentativní údaje charakterizující hodnotu SPO na lokalitě v roce 2017 lze tedy považovat interval SPO 1,41 do 2,42 l/s/km² odpovídající povodí bodu 130Q17.

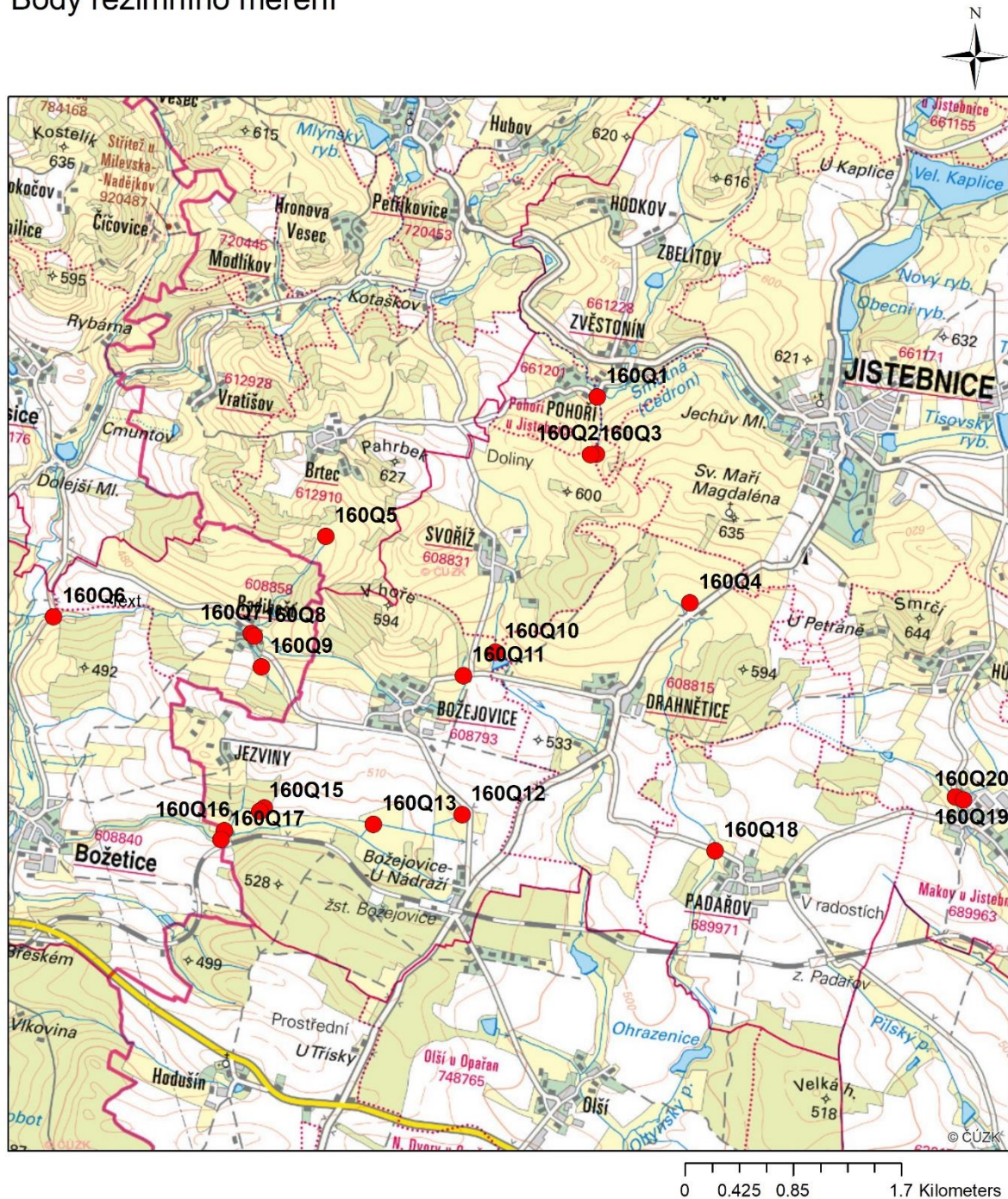
Z hlediska prostorového rozložení SPO, představuje významnou odchylku v podzemních odtocích severní svah elevace Najdeckého čihadla, kde jsou stanovené hodnoty SPO až výrazně vyšší v porovnání s odtoky, stanovenými v ostatních částech lokality. Hodnota mediánu a prvního kvartilu se zde u povodí bodu 130Q4 pohybuje od 2,64 do 3,35 l/s/km². Vysoké hodnoty jsou zde zřejmě spojeny s přítomností zlomu, zachycujícího značnou část oběhu podzemních vod. Hlubší a intenzivní proudění podzemních vod v této oblasti dokládají také ostatní měřené parametry, jako je nejvyšší teplota přítoků podzemních vod identifikovaná během zimní termometrie v tomto prostoru, nízká rozkolísanost teploty vod v průběhu roku a chemismus vod ovlivněný iontovou výměnou spojenou s delší dobou zdržení podzemních vod v horninovém prostředí.

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

4.2 Lokalita Magdaléna

V průběhu ledna až listopadu roku 2017 bylo v průběhu osmi terénních etap (31. 1., 11. 4., 4. 5., 14. 6., 20. 7., 29. 8., 30. 9 a 8. 11.) na dvaceti místech v oblasti lokality Magdaléna (**obr. 25**) realizováno měření průtoků (profil 160Q5 reprezentuje měření hladiny podzemních vod na vrtu) a fyzikálně-chemických parametrů. Místa měření byla vybrána tak, aby byla co nejlépe zachycena variabilita sledovaných parametrů v prostoru této lokality.

Magdaléna:
Body režimního měření



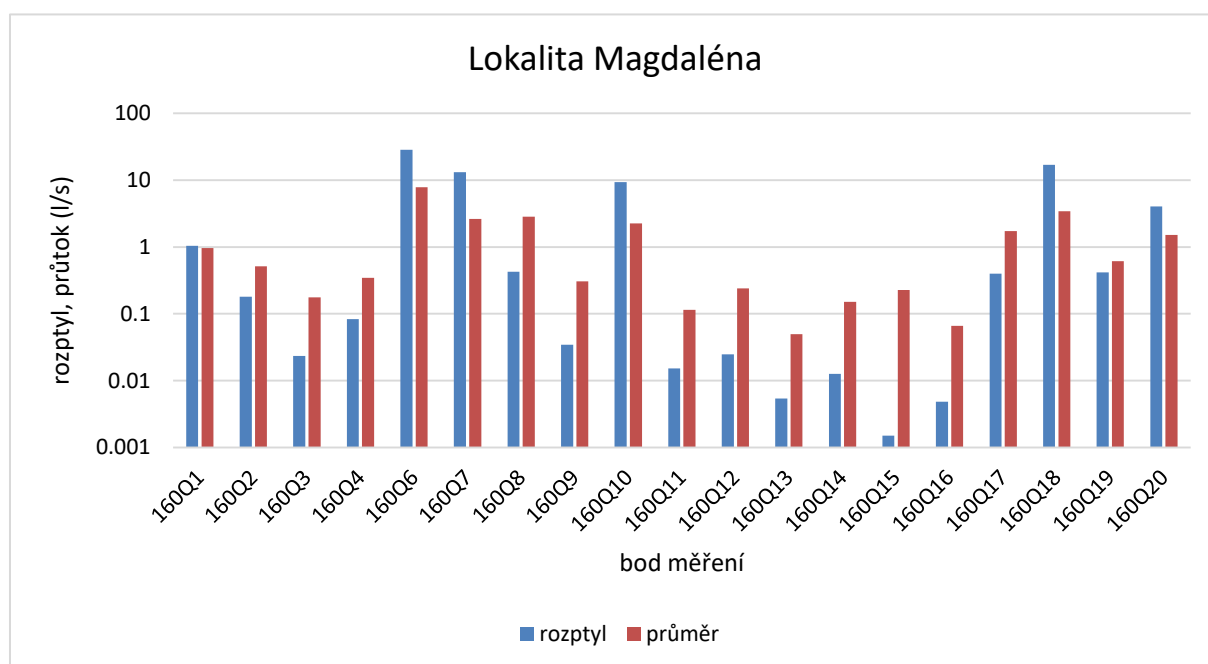
Obrázek 25 Poloha měrných profilů na lokalitě Magdaléna

4.2.1 Srážkové poměry v průběhu etap terénních měření

Dešťové srážky mohou ovlivňovat měřené parametry, a proto je na [obrázku 26](#) znázorněno rozložení denních dešťových srážek během roku 2017. Údaje o dešťových srážkách jsou převzaty z nejbližší srážkoměrné stanice Kocelovice, která je součástí mezinárodní sítě

Ověřením absence odběrů podzemních vod, které by přesahovaly 500 m³/měsíc (www.heis.vuv.cz), byla vyloučena možnost snížení naměřených hodnot průtoků jímáním vodních zdrojů.

Hodnoty všech naměřených průtoků jsou popsány v podobě grafů a tabulek, které jsou součástí **grafické a tabulkové přílohy**. Z nich vyplývá, že absolutní rozpětí průtoků se na sledovaných MP v průběhu roku 2017 pohybovalo od 0 do 17,9 l/s. Z rozložení vývoje průtoků v čase je zřejmé, že maximálních hodnot průtoků bylo na téměř všech MP dosaženo během jarního měření s maximálními hodnotami v dubnu, zatímco nejnižších hodnot průtoků bylo dosaženo během letních a podzimních měsíců. Na několika měrných profilech bylo dokonce pozorováno dočasné úplné vyschnutí jejich vodních toků. Jedná se o MP 160Q1, 160Q10, 106Q11, 160Q13 a 160Q16. V průběhu posledního listopadového, bylo zaznamenáno zvýšení průtoků. Zaznamenaný trend ve vývoji průtoků v průběhu kalendářního roku je v souladu s obvyklým vývojem průtoků na vodních tocích v našich klimatických podmínkách. Výraznou výjimkou je vývoj vydatnosti pramene 160Q14, jehož vydatnosti po dobu celého sledovaného období v roce 2017 rostou. Vysvětlením může být vazba tohoto pramene na hlubší oběh podzemních vod, kde musí být retardace mezi doplněním podzemních vod a odezvou na změnu vydatnosti velice dlouhá.



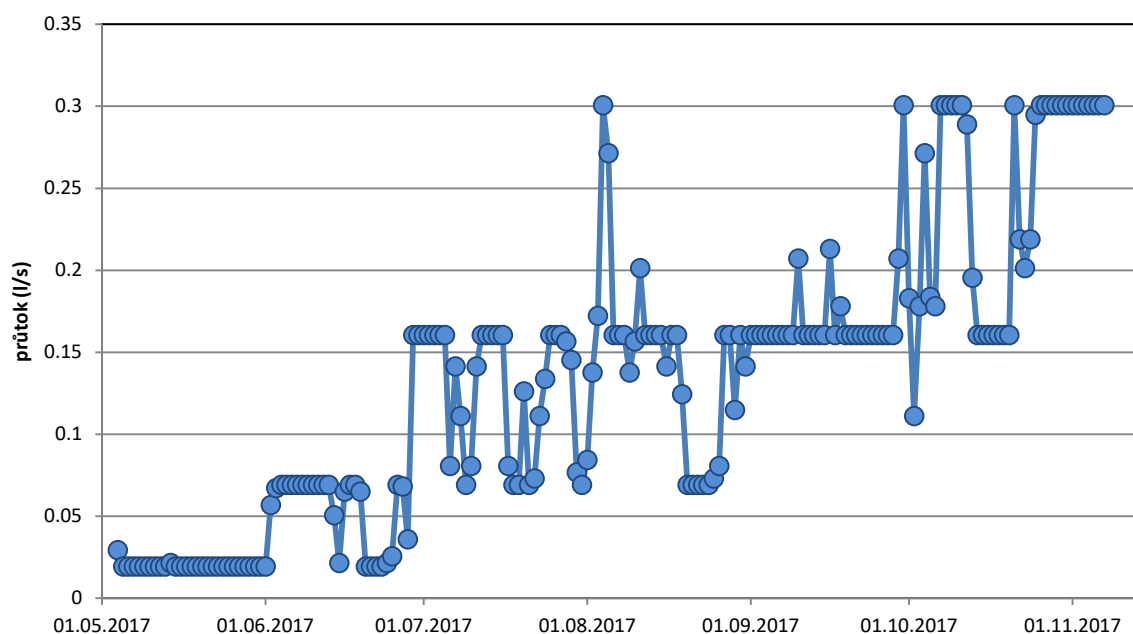
Obrázek 27 Hodnoty průměrných průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017

Kontinuální záznam vývoje průtoků a hladin

Datalogger s registrací a automatickým zasíláním změřených dat byl na lokalitě instalován v místě výrazného pramene s unikajícími bublinami plynů, při jižním okraji masivu (160Q14), který byl teplotně nejvíce anomálním bodem identifikovaným na lokalitě při termometrických

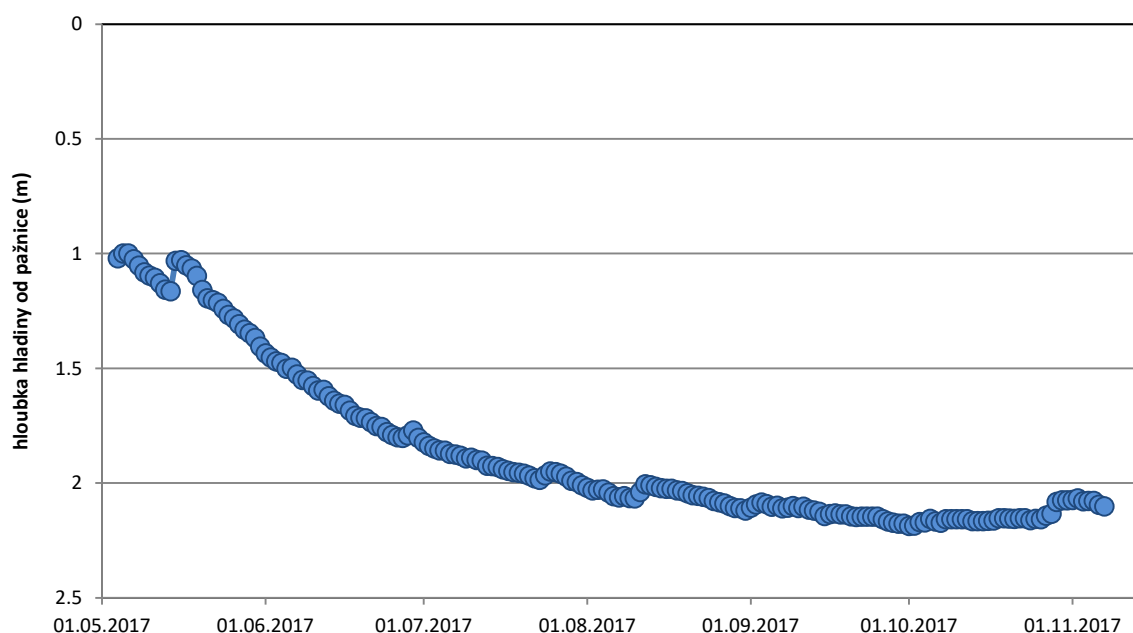
měřeních, s předpokladem drenáže hlubšího oběhu podzemních vod. Měřena byla výška hladiny na přelivu a z ní byl následně vypočítán průtok. Dalším monitorovaným bodem byl hydrogeologický vrt situovaný 700 m jižně od obce Brtec v blízkosti potoka, který je jediným pravostranným přítokem Radihošťského potoka (160Q5). Na tomto bodu byla monitorována hloubka hladiny podzemní vody, která byla přepočítána na hloubku hladiny od odměrného bodu, kterým byla nejvyšší část pažnice vrtu. Výšky hladin byly měřeny s hodinovou četností, pro další interpretace byly použity denní průměry vypočítané z těchto hodnot.

Průběh hodnot průtoku na bodu 160Q14 ukazuje následující **obrázek 28**. Data byla měřena v období 4.5. – 7.11.2017. Hodnoty průtoků se pohybovaly v rozmezí 0,02 – 0,3 l/s. Průměrná hodnota průtoku ve sledovaném období byla 0,13 l/s a střední hodnota 0,16 l/s. V průběhu sledovaného období docházelo na tomto prameni ke zcela odlišnému trendu vývoje průtoků ve srovnání se všemi ostatními monitorovanými objekty. Nejnižší průtoky byly zjištěny v květnu, po jejich stagnaci do června došlo následně k mírnému nárůstu průtoků a k dalšímu pozvolnému nárůstu docházelo prakticky v průběhu celého sledovaného období. Vydatné srážky se podílely na krátkodobých nárůstech a následných poklesech (např. začátek srpna), celkový trend nárůstu průtoku je však zcela zjevný. Trend byl ověřen i při kontrolních terénních výjezdech na lokalitu v průběhu sledovaného období. Z tohoto chodu průtoků lze usuzovat, že pramen odvodňuje hlubší puklinový oběh v masivu, který má odlišný režim ve srovnání s mělkým oběhem v přípovrchové zóně masivu. V takovém případě by hlubší zvodeň vykazovala velmi dlouhou retardaci reakce na jarní období s vyšší infiltrací ve srovnání se zbytkem roku (až 6 měsíců).



Obrázek 28 Vývoj průtoků na bodu 160Q14

Sezónní trend hladiny podzemní vody na monitorovaném vrtu ukazuje následující **obrázek 29**. Hloubka hladiny od odměrného bodu se pohybovala od 0,99 do 2,19 m, rozkvyv hladiny byl tedy 1,19 m. Průměrná hodnota hloubky hladiny byla 1,86 m, střední hodnota 2,02 m. Z hlediska vývoje hladiny v čase docházelo na počátku sledovaného období k mírnému krátkodobému nárůstu hladiny v reakci na vydatnější srážky, nástup dosáhl hodnoty 0,14 m. Následně docházelo k pozvolnému setrvalému poklesu hladiny prakticky až do počátku října. Pokles hladiny byl jen v pěti případech přerušen mírným jedno až třídenním nástupem hladiny v důsledku reakce na vydatnější srážky, nástupy dosahovaly hodnot jen 3 cm. V průběhu října byl pozorován prakticky setrvalý trend hladiny, s hloubkou kolem 2,15 m, následovaný nástupem hladiny v reakci na srážky na konci října o v rozmezí 2,14 – 2,16 m. Až na konci října se projeví vydatnější trvalé srážky, které způsobily nástup hladiny o 0,08 m. Vrt monitoruje stav hladiny podzemní vody ve svahových sedimentech. Přestože je v blízkosti monitorovaného vrtu drobný povrchový tok, který jako lokální erozní báze stabilizuje úroveň hladiny podzemní vody, prokazuje zjištěný trend hladiny v pozorovaném vrtu, že i v mělké zvodni dochází ke kolísání hladiny podzemní vody. Rozkvyv hladiny 1,19 m je poměrně nízký a je dán právě přítomností vrtu v blízkosti povrchového toku v místě lokální drenáže podzemních vod. Celkový pokles úrovně hladiny podzemní vody byl v pozorovaném období 1,08 m.

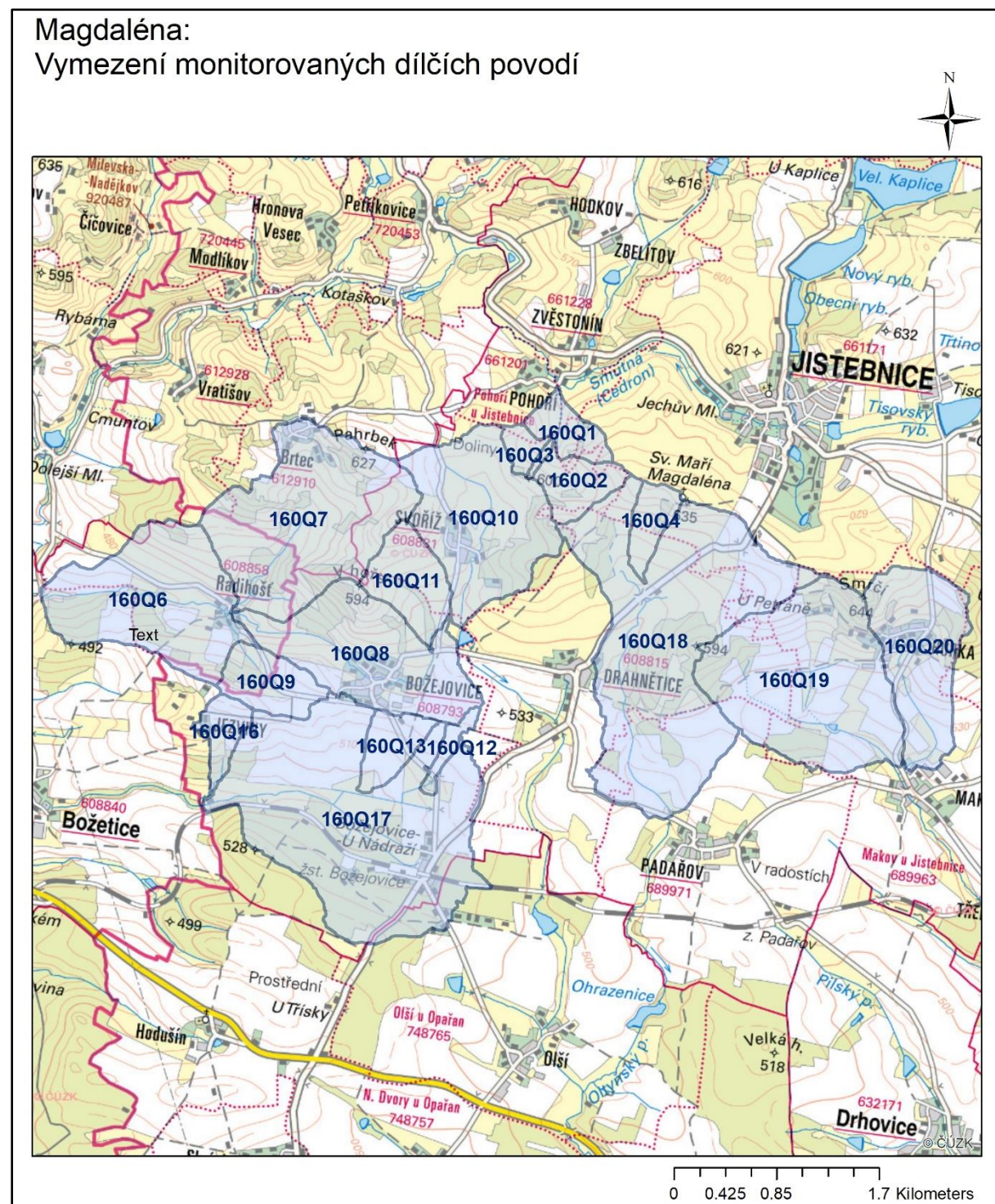


Obrázek 29 Vývoj hladiny na bodu 160Q5


Specifický odtok

Srovnání jednotlivých měrných profilů z hlediska jejich průtoků je možné po jejich přepočtu na specifické odtoky zohledňující velikost plochy povodí příslušející jednotlivým MP. Tyto plochy povodí vymezené nástroji GIS jsou znázorněny na **obrázku 30**. Plochu povodí nebylo kvůli ploché morfologii terénu možné vymežit u pramenů 160Q14 a 160Q15. Plocha povodí

dále nebyla vymezena pro MP 160Q5, který reprezentuje měření hladiny podzemních vod ve vrtu. Ploch s vymezeným povodím je tedy celkem 17.

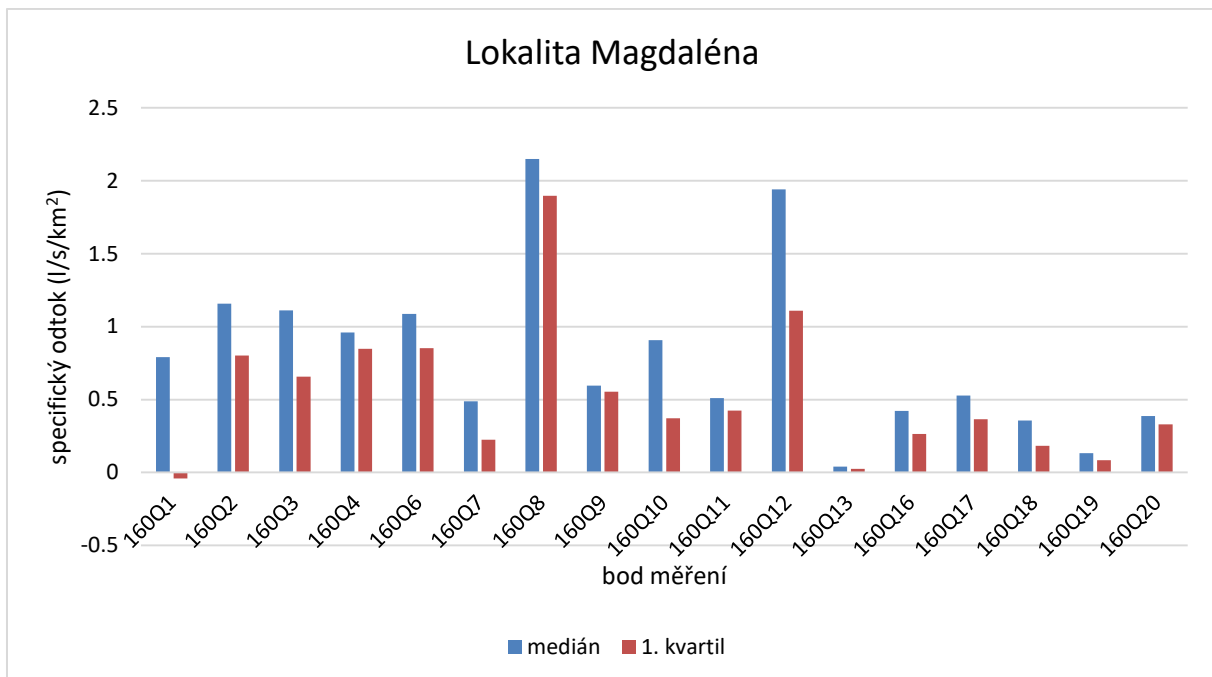


Obrázek 30 Vymezení monitorovaných dílčích povodí

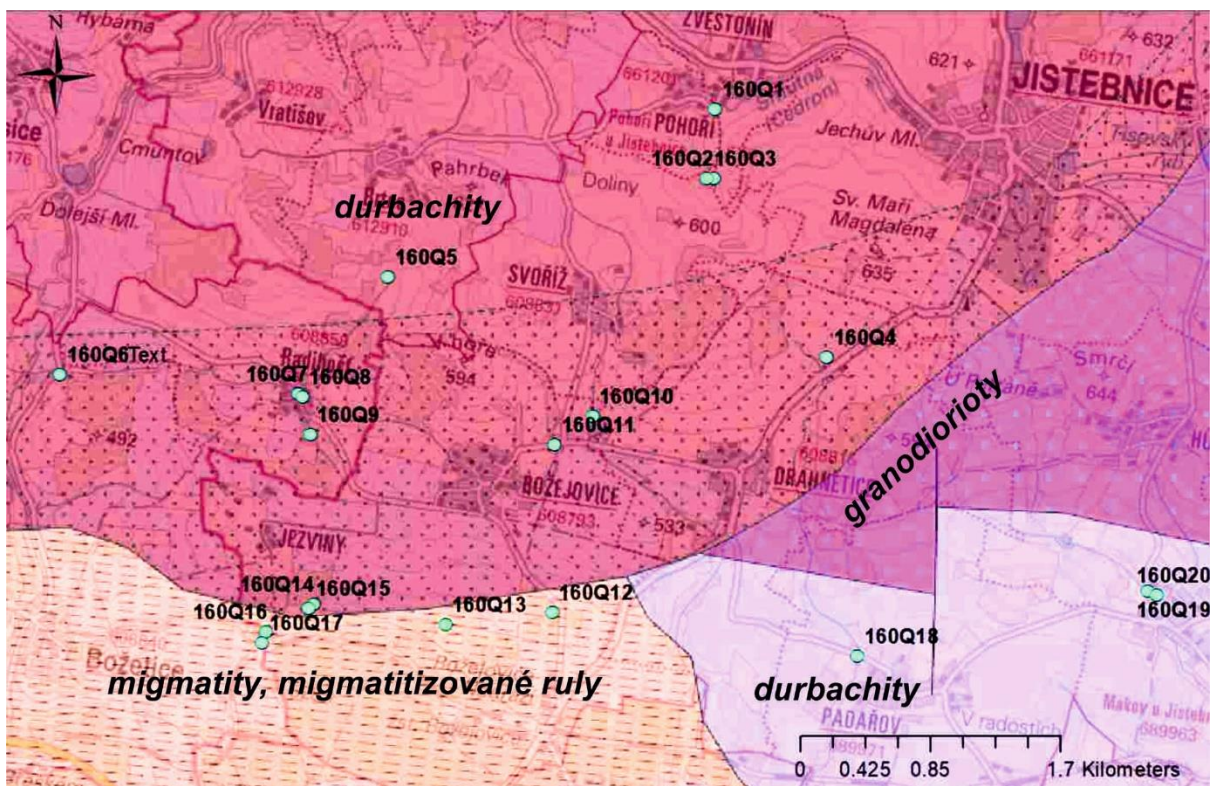
 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		216/2018

Hodnoty naměřených specifických odtoků jsou znázorněny na **obrázku 31**, na kterém jsou rozděleny do skupiny odpovídající mediánu stanovených specifických odtoků a do skupiny odpovídající prvnímu kvartilu specifických odtoků. S ohledem na rozložení dešťových srážek v průběhu jednotlivých etap terénního měření, lze považovat většinu naměřených průtoků za údaje jen mírně či vůbec ovlivněné povrchovým či hypodermickým odtokem. Specifické odtoky odpovídající jejich mediánu jsou tak skupinou údajů charakterizujících celkový specifický odtok především podzemních a jen minoritně i povrchových vod. Jak je patrné z **obrázku 31**, mediány specifických odtoků se pohybují od 0,04 (bod 160Q13) do 2,15 (160Q8) l/s/km² se střední hodnotou cca 0,5 l/s/km². Na **obrázku 32** je znázorněno prostorové rozložení mediánu specifických odtoků stanovených pro jednotlivá dílčí povodí v roce 2017. Časová proměnlivost hodnot SO u všech měřených povodí je znázorněna na grafu a vyčíslena v tabulce, které jsou **součástí přílohy**. Z ní je zřejmé, že se specifický odtok na lokalitě pohyboval v průběhu roku v rozmezí od -1,3 do 7,3 l/s/km². V době měření průtoků, vyjma posledního listopadového měření, kdy občas drobně mrholilo, nepršelo. Většinou ani několik dní před terénní etapou nedocházelo ke srážkovým událostem. Medián stanovených SO tak lze považovat za hodnotu ovlivněnou zřejmě jen minimálně složkami povrchového a hypodermického odtoku. Nejvyšších hodnot dosáhl medián SO na bodech 160Q8 (2,14 l/s/km²) a 160Q12 (1,94 l/s/km²). Vyšší hodnota SO u povodí 160Q12 může být způsobena nesouladem mezi plochou hydrologického a hydrogeologického povodí, protože se jedná o oblast s drenáží vod situovanou na svahu s poměrně nevýraznou morfologií terénu. Zároveň se jedná o prostředí v blízkosti kontaktu dvou typů hornin a to syenitů a metamorfovaných hornin, takže zvýšená hodnota SO může být zároveň způsobena přítokem podzemních vod podél tohoto kontaktu (**obr. 33**). Vyšší hodnota SO u bodu 160Q8 zřejmě souvisí nižší s výškovou polohou tohoto dílčího povodí, díky které je zřejmě mnohem více zachycen podzemní odtok hlubšího oběhu podzemních vod. Hodnota mediánu SO z tohoto povodí odpovídající 2,14 l/s/km² by tedy mohla být považována za hodnotu reprezentující střední SO v oblasti lokality Magdaléna. Tento odtok by vzhledem k minimálnímu výskytu dešťových srážek v průběhu před jednotlivými etapami terénních měření i v průběhu etap mohl být považován za hodnotu reprezentující podzemní odtok.


Hodnota 1. kvartilu stanovených specifických odtoků je zcela jistě hodnotou odpovídající pouze podzemnímu odtoku. Tyto hodnoty znázorněné na **obrázku 31** se pohybují od -0,04 do 1,9 l/s/km² a lze je považovat za hodnoty nižších podzemních odtoků panujících na lokalitě v průběhu roku 2017. Nízké hodnoty SPO dosahujících až záporných hodnot jsou způsobeny ztrátou vod z vodoteče, ke které dochází v případě vzduť hladiny povrchových vod nad hladinu okolních vod podzemních. Nízké hodnoty SO a SPO jsou tedy spíše projevem nedostatečného zachycení odtoku, než projevem např. nevhodných infiltračních poměrů na lokalitě.



Obrázek 31 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

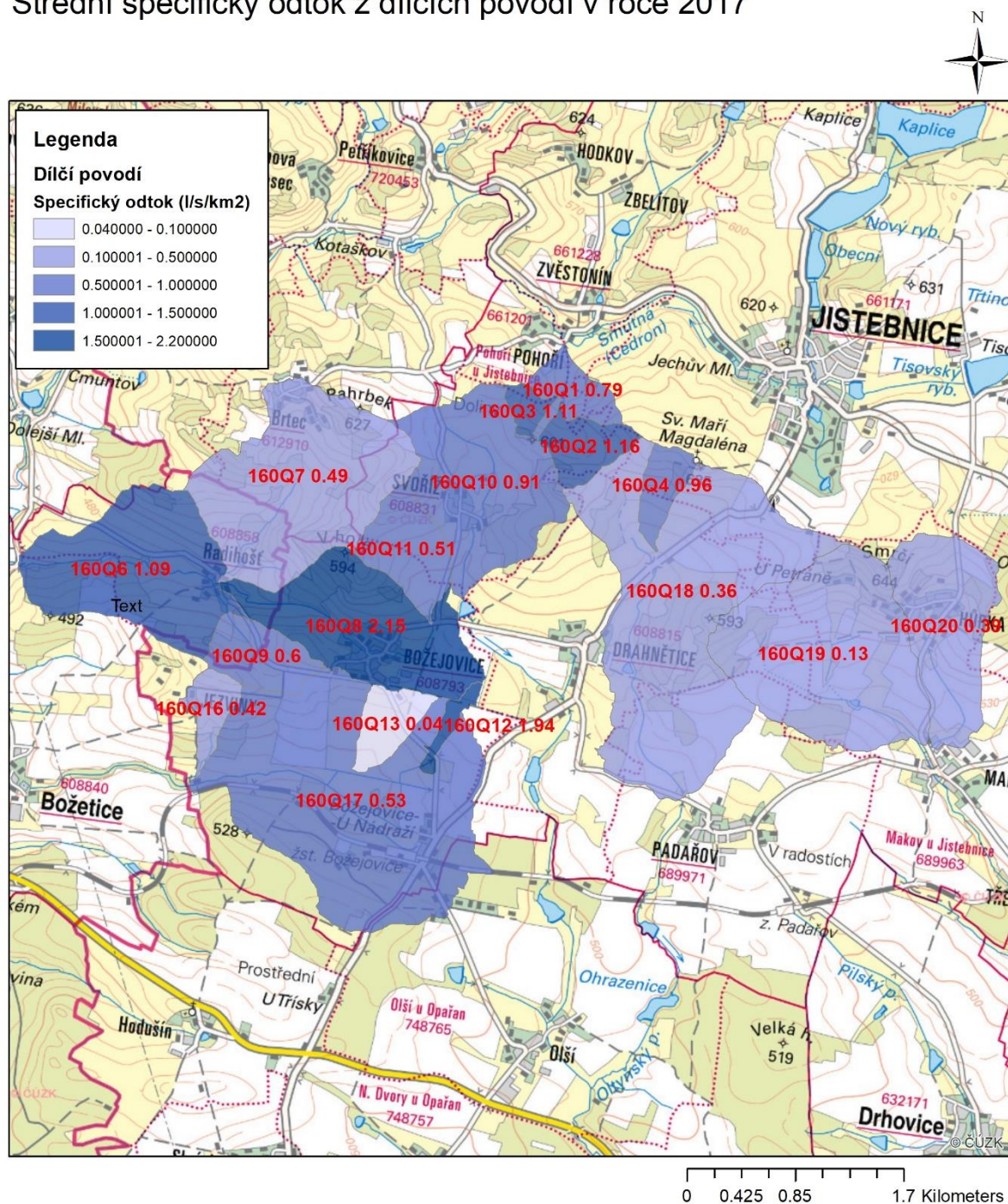


Obrázek 32 Pozice měrných profilů ve vztahu k jejich geologickému podloží (geologický podklad převzat od www.geology.cz)

 SÚRAO	<i>Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka</i>	Evidenční označení:
		216/2018

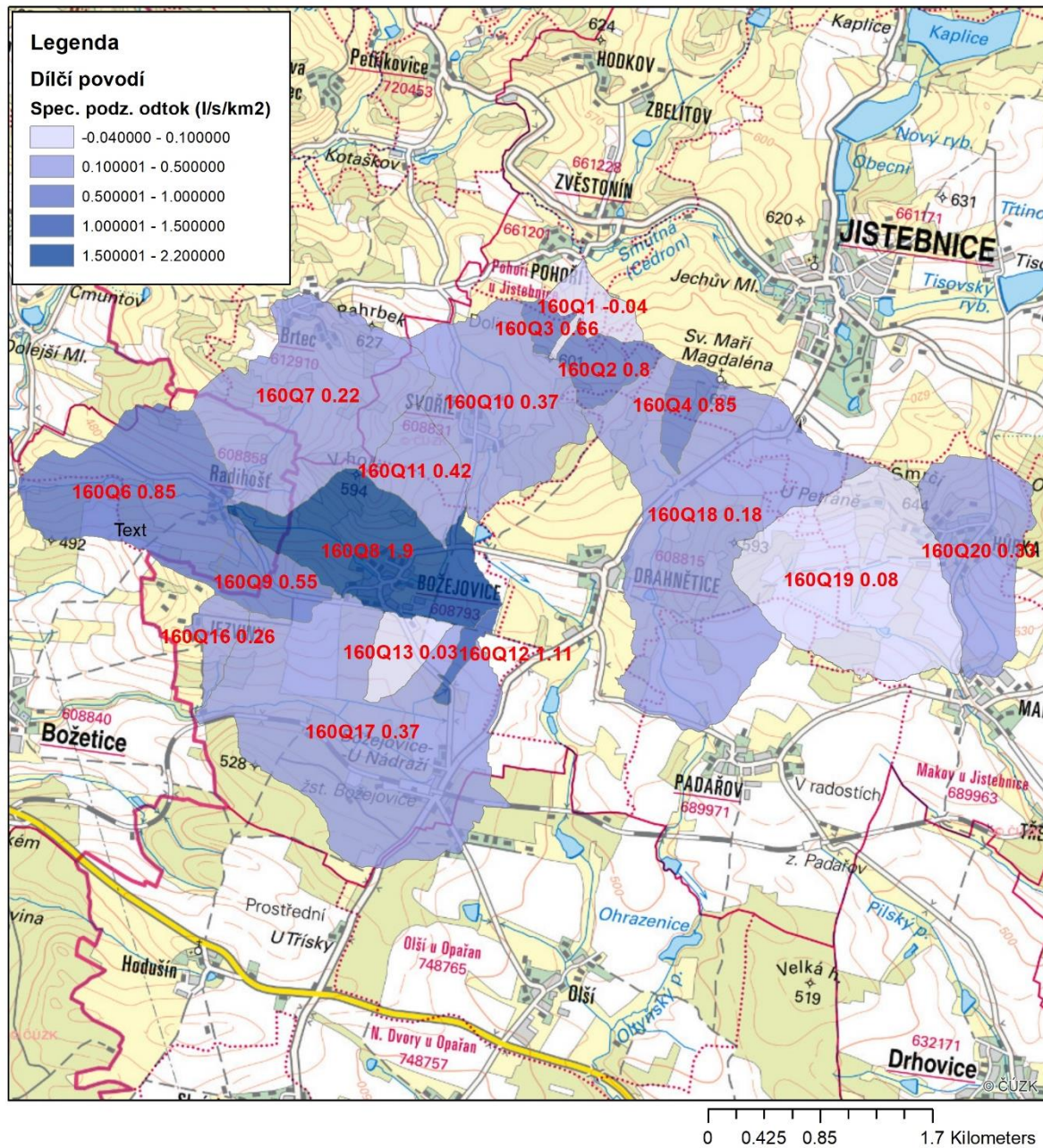
Prostorové rozložení mediánu a prvního kvartilu specifických odtoků stanovených na 17 měrných profilech v roce 2017 znázorňují **obrázky 33 a 34**. Z mapy specifického podzemního odtoku je zřejmé, že nejvyšší podzemní odtoky se vyskytují v oblasti obce Božejovice (160Q8) a západně od ní (160Q9). Zvýšené podzemní odtoky lze pozorovat také na svazích ukloněných k říčce Smutná (160Q3 a 160Q2). Určit příčiny zvýšeného SPO v těchto povodích (160Q8, 160Q9, 160Q3 a 160Q2) nejde spolehlivě definovat určit, avšak společný rys těchto povodí, kterým je vyšší výskyt výraznějších přítoků podzemních vod identifikovaných v průběhu zimní termometrie, poukazuje na vliv geologické stavby umožňující zvýšený SPO v těchto povodích.

Magdaléna:
Střední specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017



Obrázek 33 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

Magdaléna:
Specifický podzemní odtok z dílčích povodí v roce 2017

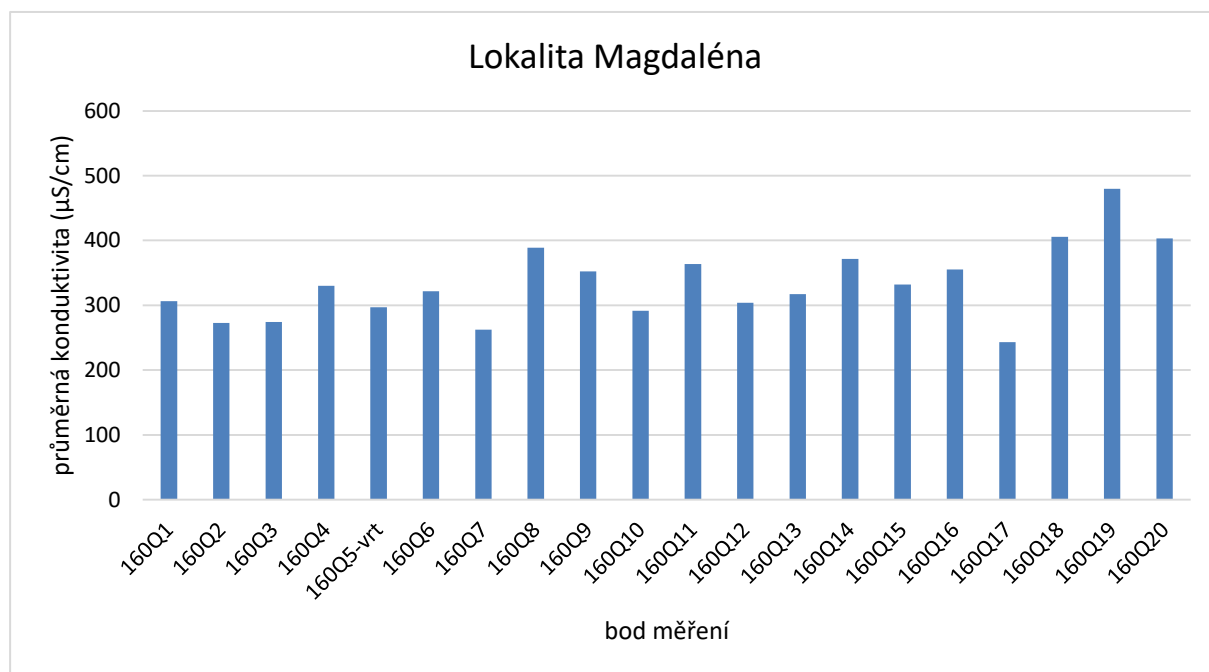


Obrázek 34 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

4.2.3 Režim fyzikálně-chemických parametrů vod

Společně s průtoky byly na lokalitě Magdaléna měřeny rovněž fyzikálně-chemické parametry jako je konduktivita, teplota, Eh a pH. Naměřené hodnoty těchto parametrů jsou součástí tabulek a grafů umístěných v [příloze](#).

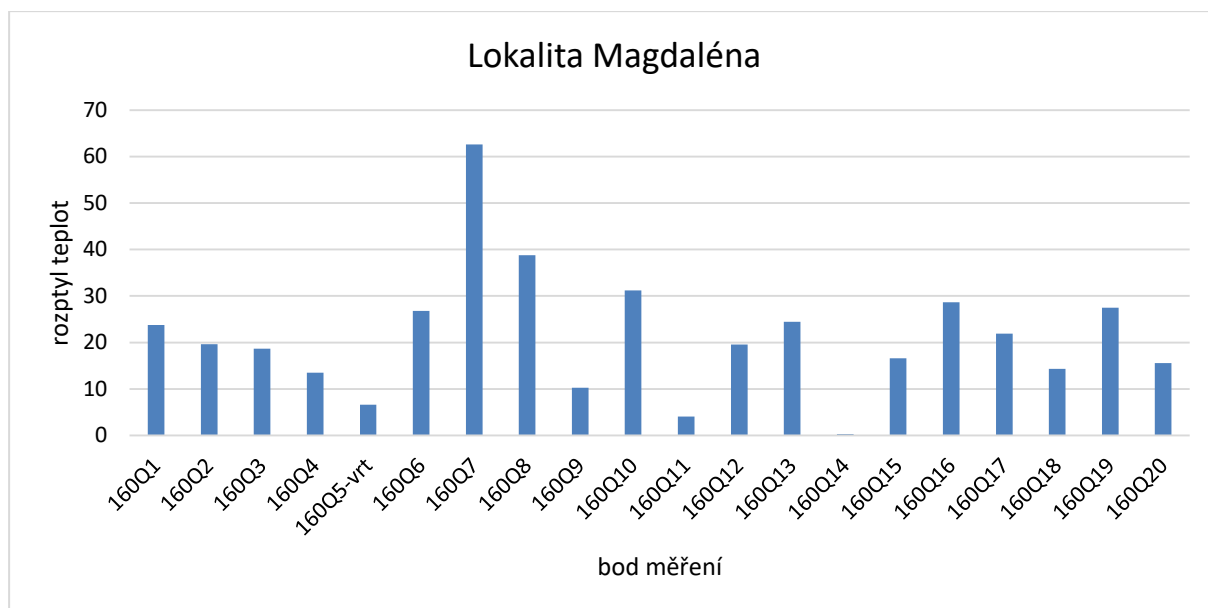
Hodnoty elektrické konduktivity naměřené na lokalitě ([obr. 35](#)) se pohybují od 243 (160Q18) do 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (160Q19). Hodnoty konduktivit přesahují u většiny MP 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Takto relativně vysoké hodnoty budou způsobeny lidským osídlením a zemědělskou činností, která je díky minimálnímu lesnímu pokryvu na lokalitě Magdaléna plošně značně rozšířená.



Obrázek 35 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů

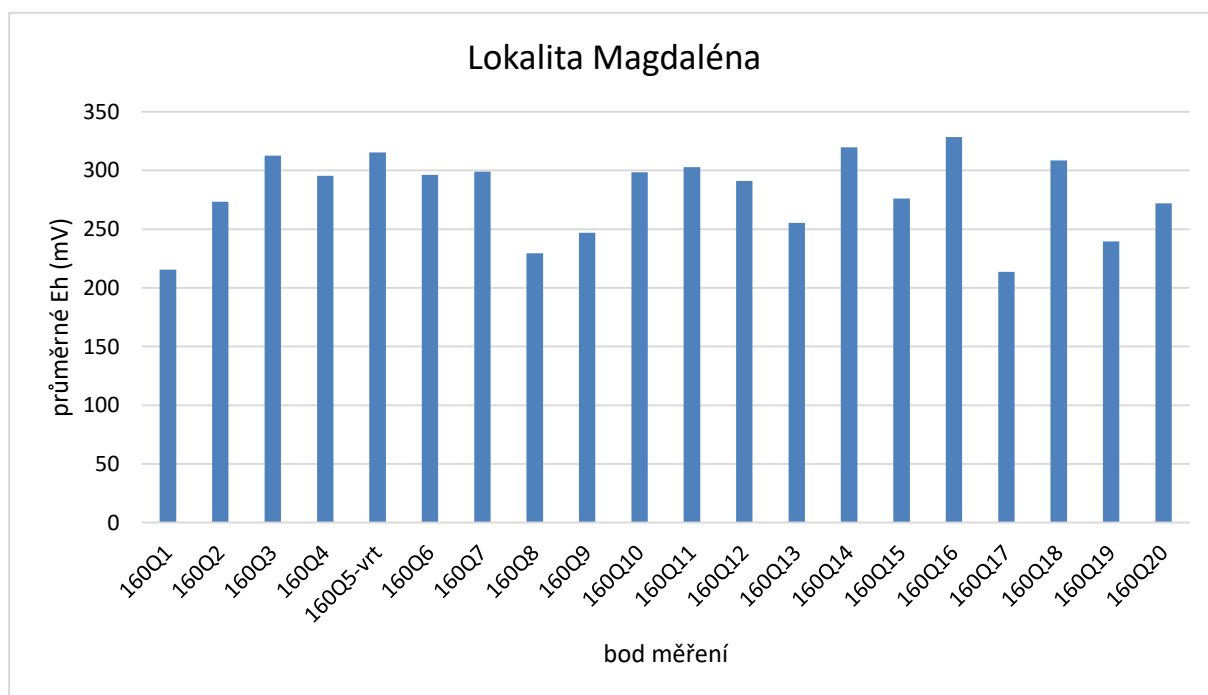
Na [obrázku 36](#) je znázorněn rozptyl teploty vod během roku 2017. Zdaleka nejnižší rozptyl teplot lze pozorovat u pramene 160Q14. Tento pramen, na kterém byla během zimní termometrie identifikována nejvyšší teplota ze všech nalezených přítoků podzemních vod, se vykazuje rovněž nejnižším rozptylem měřených vydatností. Stabilita těchto parametrů tak svědčí o drenáži hlubšího a relativně intenzivního oběhu podzemních vod, kde je vývěr podzemních vod spojen s kontaktem syenitů s metamorfovanými horninami, které zřejmě na oběh podzemních vod působí jako těleso s nižšími charakteristikami propustnosti.

Nízké hodnoty rozptylu teplot náležejí také podzemním vodám měřeným ve vrtu 160Q5. Zde je nízký rozptyl teplot způsoben omezeným kontaktem podzemních vod s venkovními teplotami. Nízká hodnota rozptylu teploty vod MP 110Q11 vytékajících z pramene může být způsobena pouze absencí měření teploty vod v letních měsících, během kterých došlo k vyschnutí vod v tomto místě.



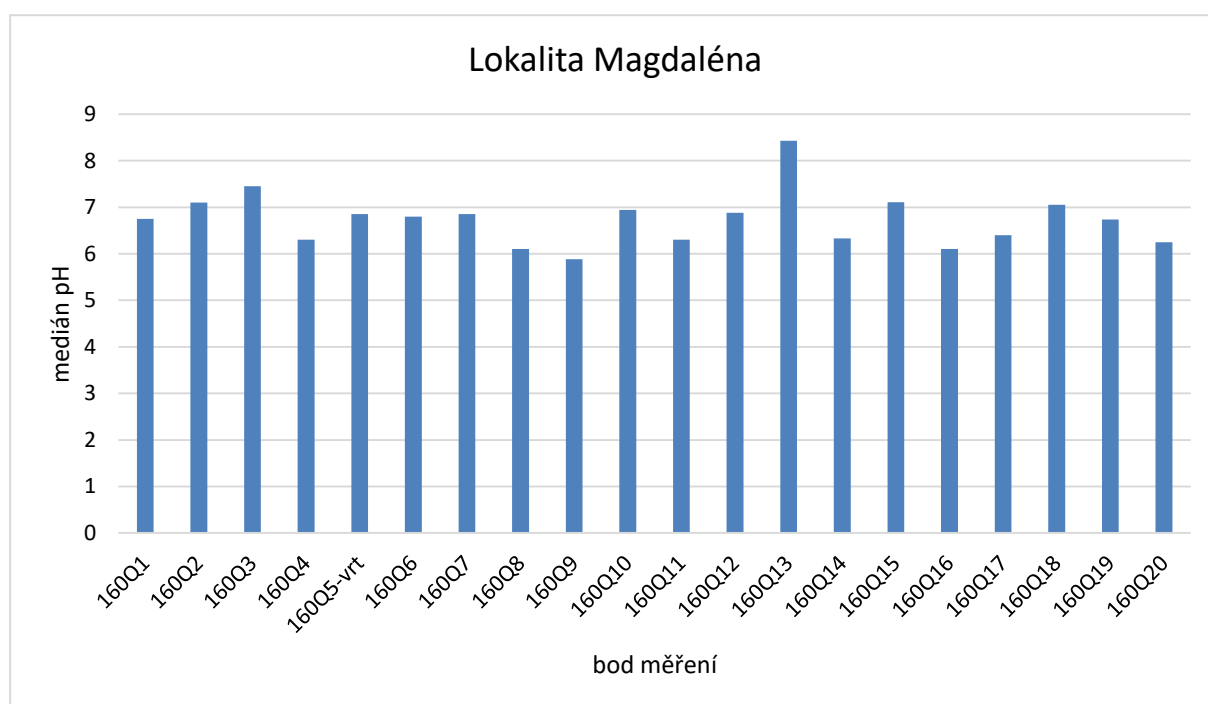
Obrázek 36 Rozptyl teploty vod v místech měrných profilů

Průměrné hodnoty Eh na žádném z měřených bodů na lokalitě Magdaléna neklesají pod 200 mV (**obr. 37**). Průměrné hodnoty Eh u všech MP dokládají prostředí s oxidačními poměry. Přesto lze tyto hodnoty považovat za nižší, ve vodním prostředí zřejmě dochází k intenzivnější spotřebě elektronových akceptorů spojené s přínosem kontaminace pocházející ze zemědělské činnosti, jejímž vlivem jsou na lokalitě pozorovatelné také hodnoty zvýšené konduktivity. Při podrobnějším pohledu na všechny hodnoty naměřené v průběhu roku 2017 (**příloha**) je zřejmé, že v průběhu letních a podzimních měsíců dochází s poklesem průtoků k poklesu Eh až na hodnoty kolem 100 až 180 mV.



Obrázek 37 Průměr Eh vod v místech měrných profilů

Pozorované rozpětí mediánů hodnot pH (**obr. 38**) se na lokalitě pohybuje od 5,9 (160Q9) do 8,4 (160Q13). Nízké pH pohybující se kolem hodnoty 6 náleží vodám pramenů nebo částem vodních toků měřených teprve v krátké vzdálenosti od pramene vodoteče (160Q4, 160Q8, 160Q9 či 130Q11, 160Q14, 160Q16). Nižší hodnota pH je u těchto vod způsobena doposud jen krátkým kontaktem vod s atmosférickým kyslíkem a dnovými sedimenty vodních toků, které mírnou aciditu vod snižují za rozpouštění živců a karbonátů. Nejvyšší hodnota pH náleží MP 160Q13, který je charakteristický zcela nejnižší hodnotou průtoků. Nízká dynamika proudící vody tak zřejmě poskytuje dostatek času k reakci vod vedoucí ke zvýšení pH.



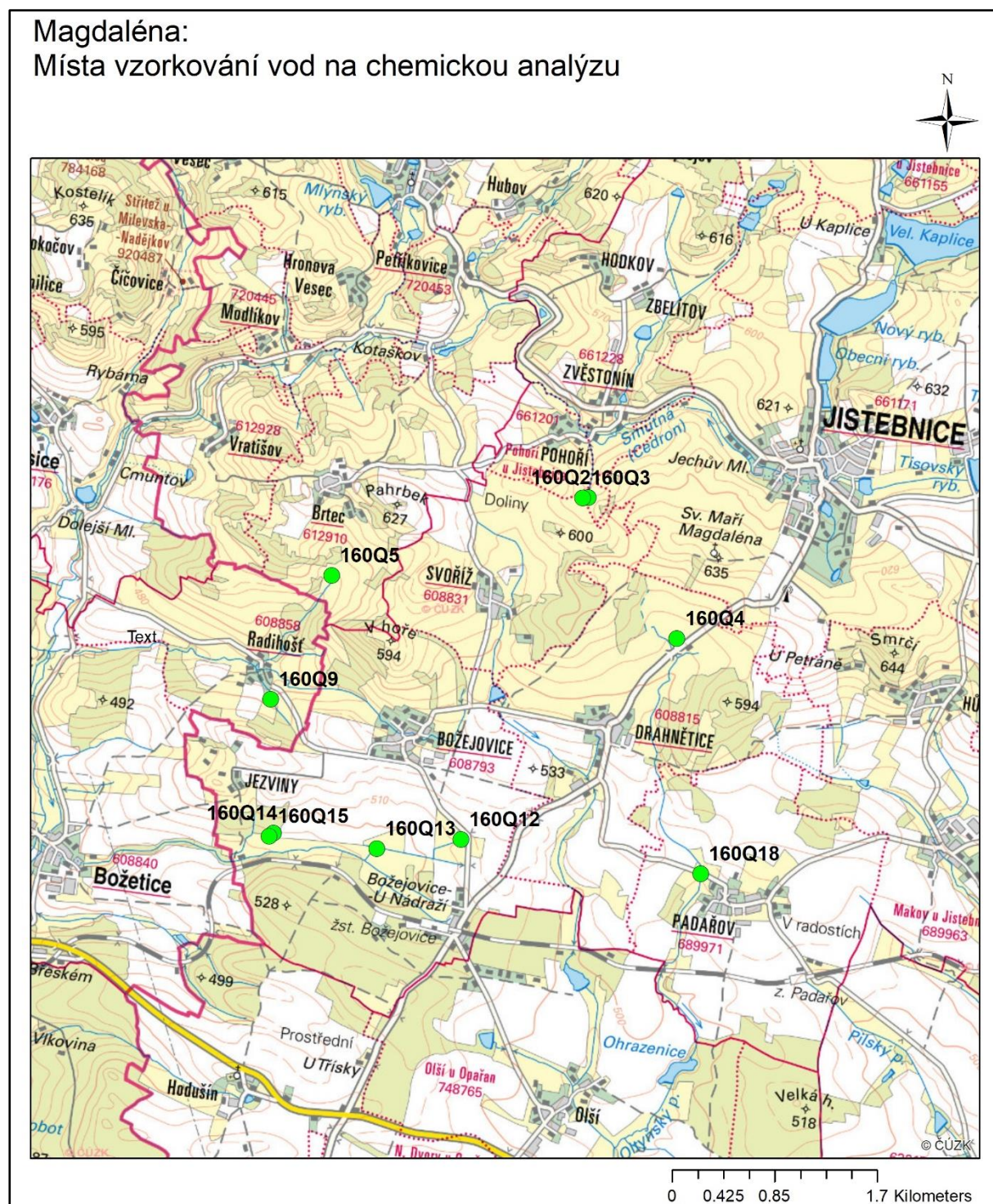
Obrázek 38 Medián pH vod v místech měrných profilů

4.2.4 Hydrochemie vod

Dne 8. 11. 2017 bylo na lokalitě Magdaléna provedeno vzorkování vod na deseti vybraných a v průběhu roku 2017 sledovaných měrných profilů. Během tohoto dne se vyskytovalo občasné mírné mrholení, které však nebylo dostatečné k tomu, aby došlo ke zformování povrchového odtoku, který by chemické složení vod ovlivnil. To ostatně dokládají hodnoty konduktivity, které nejsou během této etapy nižší než v průběhu etap předchozích, takže lze předpokládat, že nedošlo k bezprostřednímu naředění vod srážkovými vodami. (**příloha**).

Vybrané MP jsou znázorněny na **obr. 39**. Výběr míst odběru podzemních vod pro účely chemické analýzy proběhnul tak, aby byla vzorkováním plošně pokryta celá oblast režimního měření a také tak, aby ve vybraných bodech nechyběly přítoky podzemních vod, které byly během termometrie označeny za přítoky vázané na kontakty litologicky odlišných typů hornin, ale také přítoky charakterizující průměrné chemické složení vod větších částí povodí.

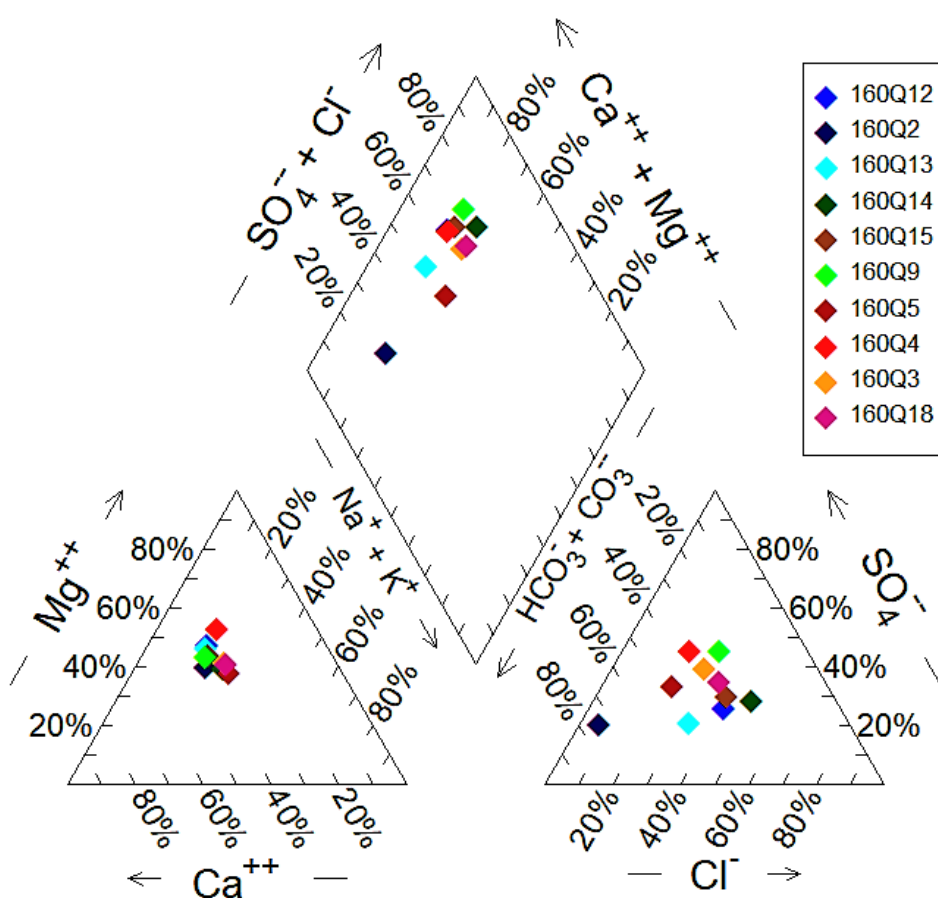
Magdaléna: Místa vzorkování vod na chemickou analýzu



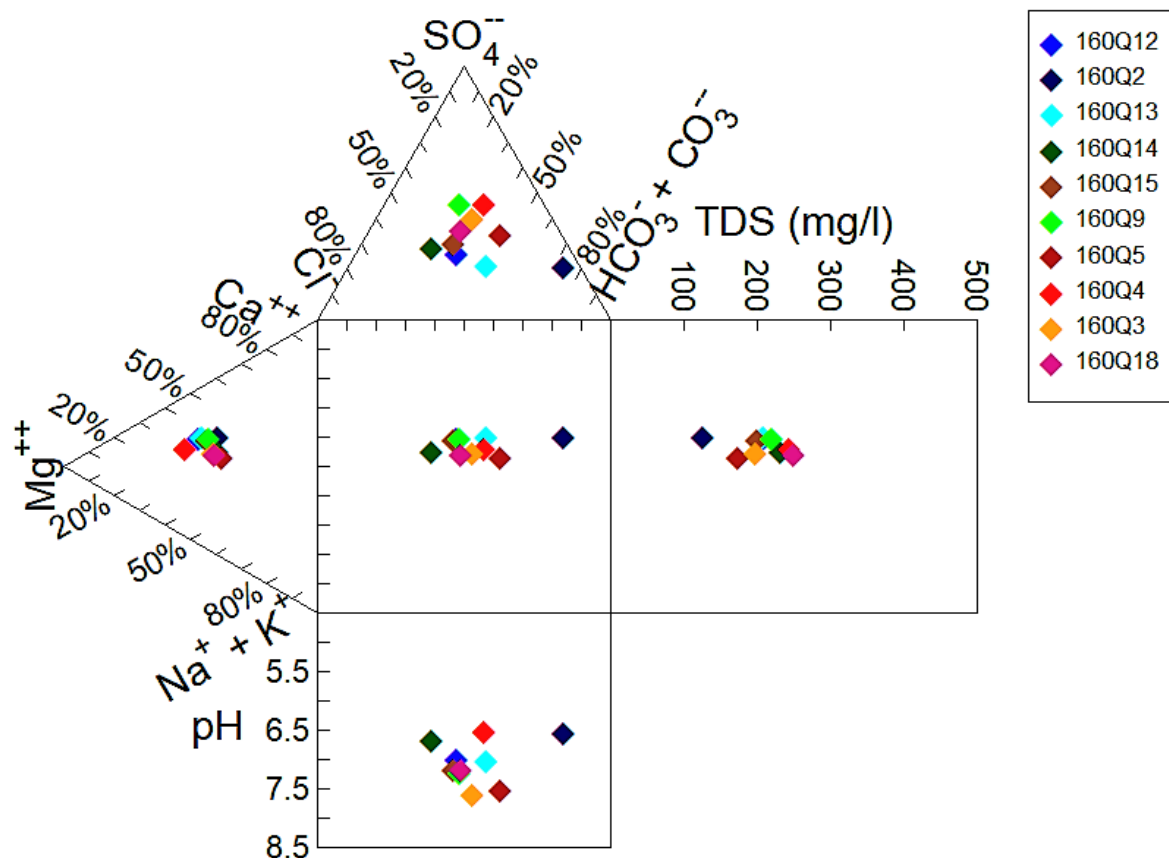
Obrázek 39 Místa odběru vod na chemickou analýzu

Základní chemické složení vod vzorkovaných na lokalitě Magdaléna je znázorněno pomocí Piperova (Piper 1944) a Durovova (Durov 1948) klasifikačního diagramu (**obrázek 40 a 41**). Z pozice jednotlivých vzorků vod na těchto diagramech je zřejmé, že v nich dominují kationty především Mg, méně Ca a anionty v pořadí HCO_3 , SO_4 a Cl. Právě podél linie aniontů jsou vzorky vod v centrální část Piperova diagramu nejvíce roztaženy, nejedná se však o výraznou dominanci jednoho aniontu, ale o různé podstatné zastoupení všech

hlavních aniontů. Výjimkou je vzorek vody z bodu 160Q2, u kterého jednoznačně dominuje HCO_3 . Tento vzorek se vyznačuje také nejnižší mineralizací (**obr. 41**). Hydrochemický typ tohoto vzorku, který lze označit jako CaMg-HCO_3 tak svým charakterem odpovídá podzemním vodám mělkého oběhu. Vody MP 160Q13 a 160Q15 lze označit za vody MgCa-HCO_3 , kde však již dominance hydrogenuhličitanů není natolik výrazná. Významně jsou u vody 160Q13 zastoupeny také anionty chloridu a u vody 160Q15 anionty síranů. Vzorek 160Q5 je pak přechodem mezi vodami HCO_3 a SO_4 . Ostatní vzorky spadají do oblastí dominance Mg kationtů a SO_4 a Cl aniontů a tvoří tedy vody typu $\text{MgCa-SO}_4\text{HCO}_3$ až MgCa-ClSO_4 . Zvláštním složením způsobeným zřejmě ovlivněním vod lidskou činností jsou vody vzorků 160Q12 a 160Q13, které by se dalo označit jako vody MgCa-ClHCO_3 a $\text{MgCa-HCO}_3\text{Cl}$. Nejnižší zastoupení aniontů HCO_3 lze pozorovat u vod 130Q14 a 160Q9, které zároveň náležejí vodám s nejvyšší teplotou identifikovanou v průběhu zimní termometrie.



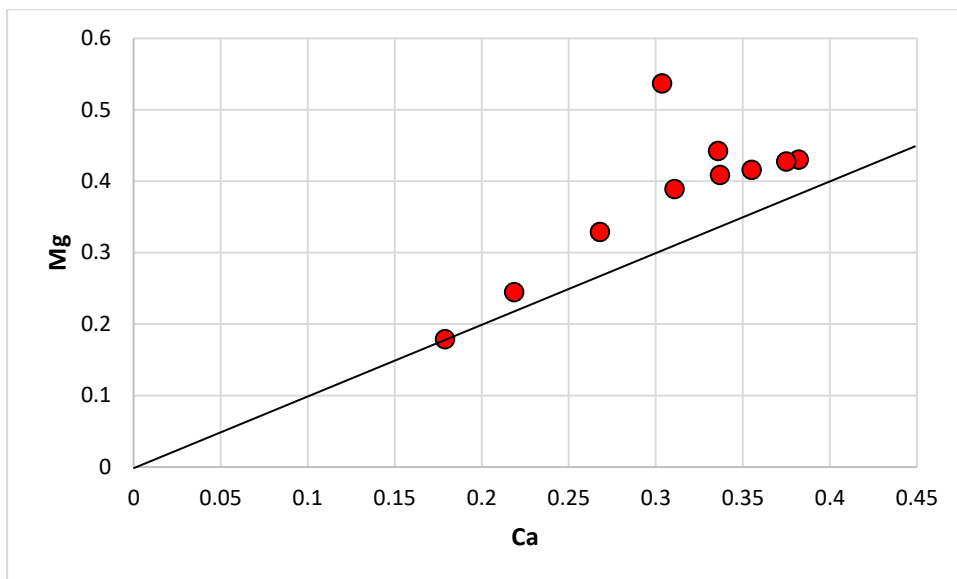
Obrázek 40 Piperův klasifikační diagram



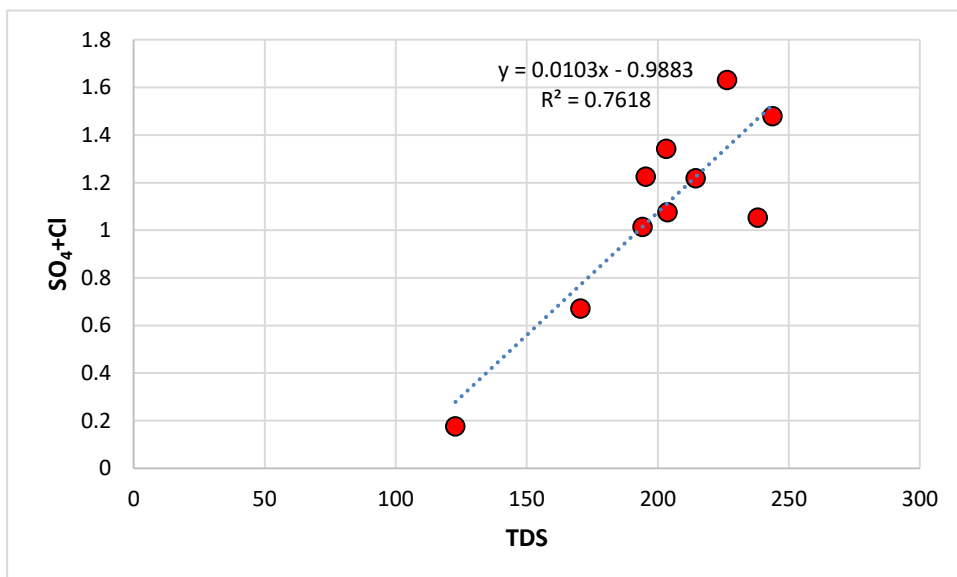
Obrázek 41 Durovův klasifikační diagram

Vody lokality Magdaléna se vyznačují značným zastoupením kationtů MG, ve většině případů dominujícího nad kationty Ca (obr. 42).

Z hlediska mineralizace patří vzorky vod k vodám spíše s nižší až střední mineralizací pohybující se od 123 do 243 mg/l. Mezi hodnotou mineralizace a zastoupením aniontů SO_4 a Cl je pozorovatelná jasná závislost (obr. 43). To poukazuje buďto na s mineralizací rostoucí dobu zdržení podzemních vod v horninovém prostředí, nebo na rostoucí stupeň ovlivnění původního chemického složení podzemních vod lidskou činností, kterým jsou do vodního prostředí uvolňovány anionty SO_4 a Cl.




Obrázek 42 Poměr mezi ionty Mg a Ca


 Obrázek 43 Závislost aniontů SO₄ a Cl na celkové mineralizaci (TDS)

Prostorové rozložení hydrochemických typů vod

Prostorové rozložení hydrochemických typů vyskytujících se na lokalitě Magdaléna je znázorněno na [obrázku 44](#). Rozlišení jednotlivých hydrochemických typů je v mapě založeno na dominanci aniontů ve vzorcích vod, z důvodu větších rozdílů v zastoupení hlavních aniontů v porovnání se rozdíly v zastoupení kationtů. Z plošného rozšíření jednotlivých hydrochemických typů vod je zřejmé, že nejrozšířenějším typem vod jsou vody MgCa-SO₄Cl.

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

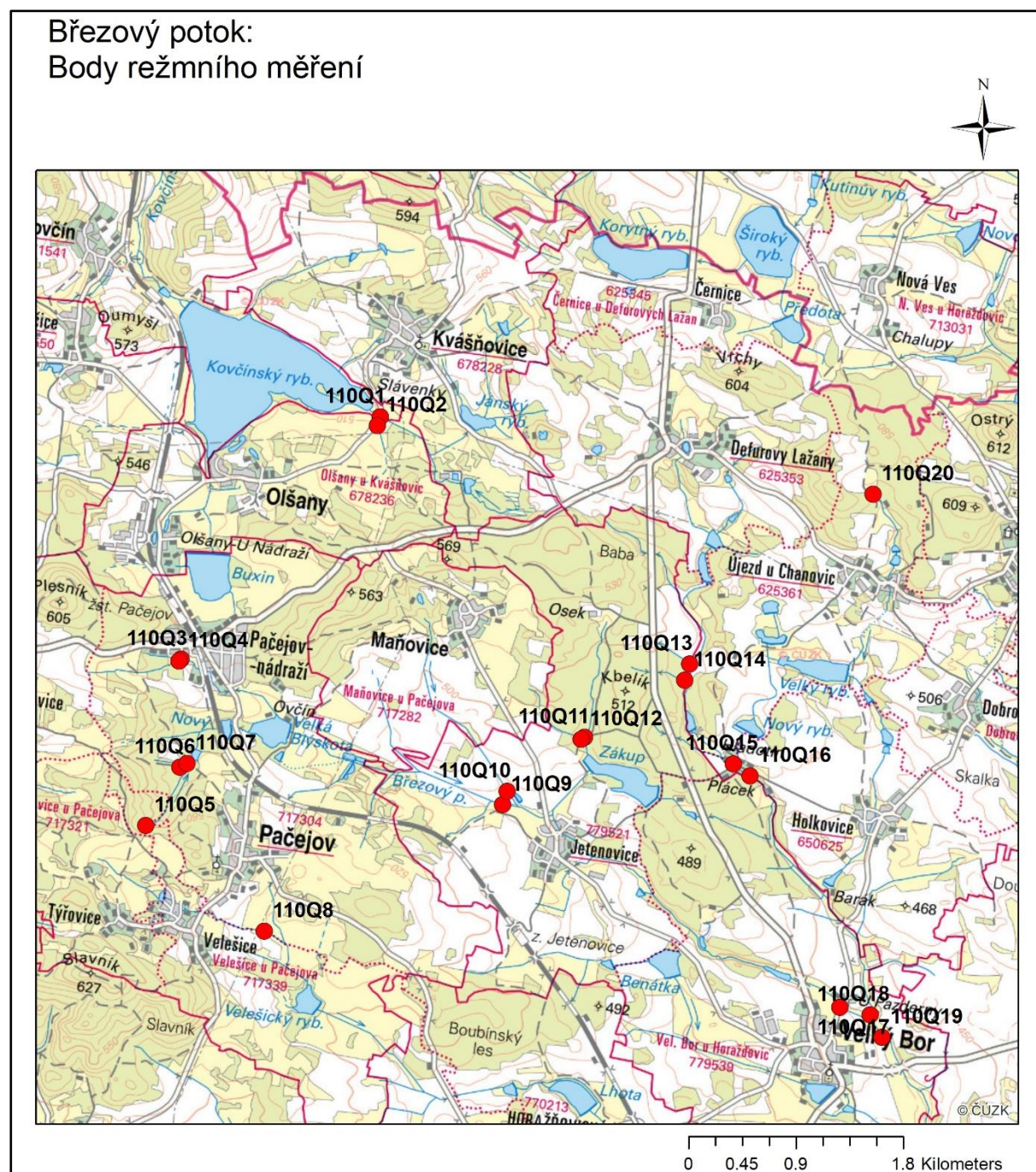
4.2.5 Shrnutí výsledků

Specifický odtok vod z lokality Magdaléna charakterizuje medián pro povodí MP 160Q8, odpovídající hodnotě 2,14 l/s/km², přičemž 1. kvartil specifického odtoku je u tohoto povodí 1,9 l/s/km². Interval 1,9 až 2,14 l/s/km² lze s přihlédnutím k minimálnímu vlivu povrchového odtoku na průtoky měřené během osmi terénních etapách považovat za střední až nižší rozpětí specifického podzemního odtoku na lokalitě v roce 2017.

Zvýšené hodnoty konduktivity poukazují na vliv lidské, zejména zemědělské činnosti na složení vod. Hodnoty naměřených teplot pak, poukazují zejména na výrazný MP 160Q14, jehož rozptyl teplot je velmi nízký, což svědčí o intenzitě a hloubce oběhu podzemních vod drénovaných tímto pramenem. Pozice tohoto pramene na svahu v prostředí kontaktu syenitů s metamorfovanými horninami, jejichž kontakt je situován morfologicky níže, podporuje hypotézu vhodnějších podmínek pro proudění podzemních vod v tělese syenitů. Setrvalý růst vydatnosti pramene 160Q14 zachyceny automatickým měřením v průběhu května až listopadu je nejvýraznějším fenoménem pozorovaným na lokalitě. Tento trend vývoje vydatnosti je totiž zcela opačný v porovnání s vývojem průtoku u ostatních sledovaných profilů. Vysvětlením může být hypotéza o drenáži hlubokého systému podzemních vod, které s tak výrazným zpožděním reagují zřejmě jen na hlavní infiltrační události, jako je jarní tání. Drenáž hlubokého oběhu vod pramenem 160Q14 dokumentuje rovněž zcela nejvyšší teplota identifikovaná na lokalitě Magdaléna v průběhu zimní termometrie právě u tohoto pramene.

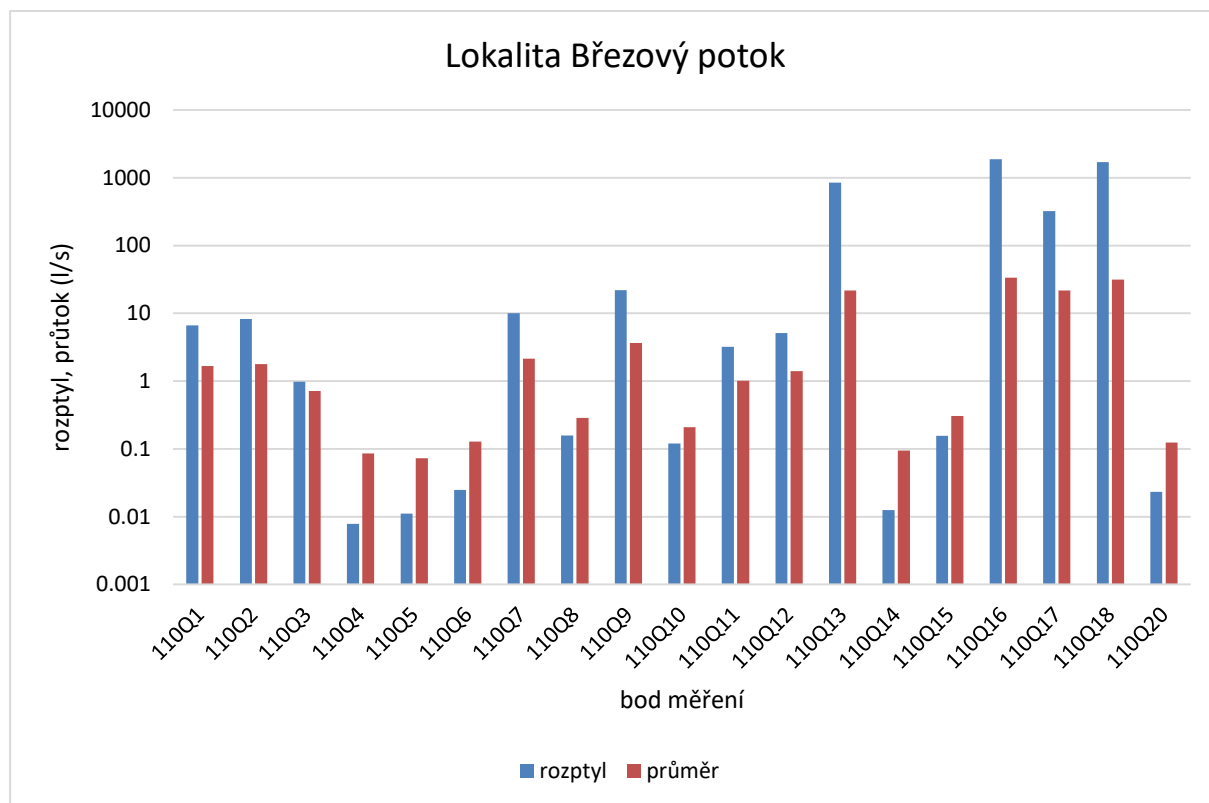
4.3 Lokalita Březový potok

Na lokalitě Březový potok bylo během ledna až listopadu roku 2017 během osmi terénních etap realizovaných ve dnech 8. 2., 10. 4., 10. 5., 17. 6., 22. 7., 18. 8., 22. 9 a 9. 11. provedeno na 20 měrných profilech měření průtoků (profil 110Q19 reprezentuje vrt s měřením hladiny) a fyzikálně-chemických parametrů (**obr. 45**). Rozložení měřených míst bylo navrženo tak, aby byla co nejlépe zachycena proměnlivost sledovaných parametrů v prostoru lokality.



Obrázek 45 Poloha měrných profilů na lokalitě Březový potok

grafické a **tabulkové přílohy**. Z naměřených průtoků je zřejmé, že jejich maximálních hodnot bylo u všech profilů dosaženo v průběhu jarních měsíců se zaznamenaným maximem v dubnu. Nejnižší hodnoty průtoků, na řadě míst až nulové, byly pozorovány během letních měsíců s minimy v srpnu a září. Trend vývoje průtoků zaznamenaný na této lokalitě je pro naše klimatické podmínky běžný.



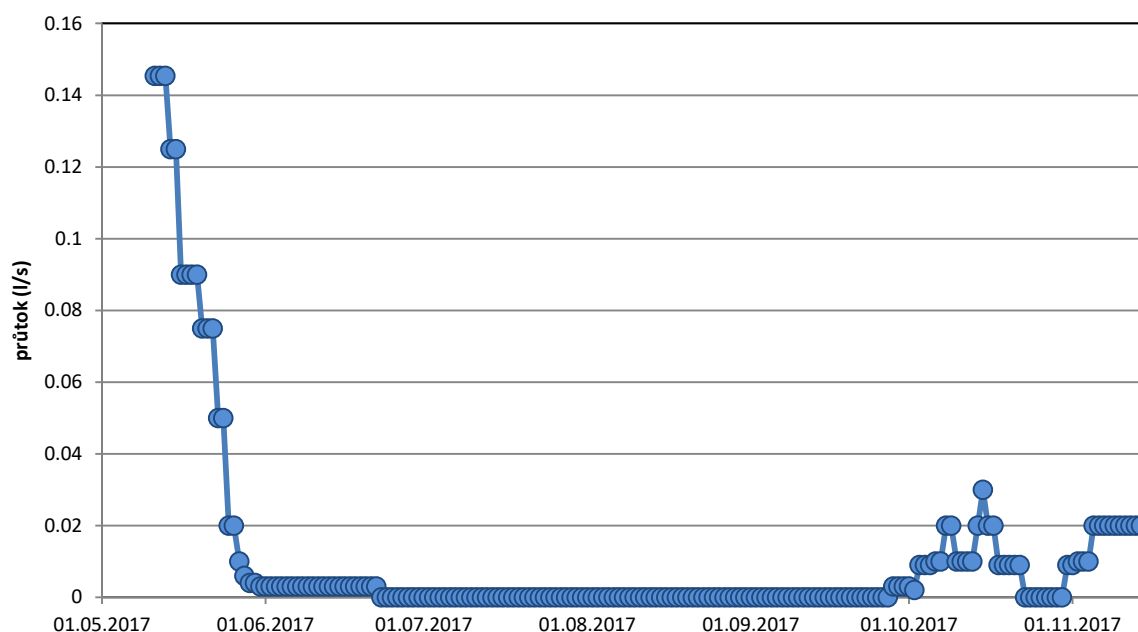
Obrázek 47 Hodnoty průměrných průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017

Kontinuální záznam vývoje průtoků a hladin

Datalogger s registrací a automatickým zasíláním změřených dat byl na lokalitě instalován v místě pramene pravostranného přítoku Březového potoka, identifikovaného při termometrii (110Q5) jako vývěr podzemních vod s nejvyšší teplotou zaznamenanou na lokalitě. Měřena byla výška hladiny na přelivu a z ní byl následně vypočítán průtok. Dalším monitorovaným bodem byl hydrogeologický vrt situovaný cca 500 m východně od obce Velký Bor v blízkosti Březového potoka (110Q19). Na tomto bodu byla monitorována hloubka hladiny podzemní vody, která byla přepočítána na hloubku hladiny od odměrného bodu, kterým byla nejvyšší část pažnice vrtu. Výšky hladin byly měřeny s hodinovou četností, pro další interpretace byly použity denní průměry vypočítané z těchto hodnot.

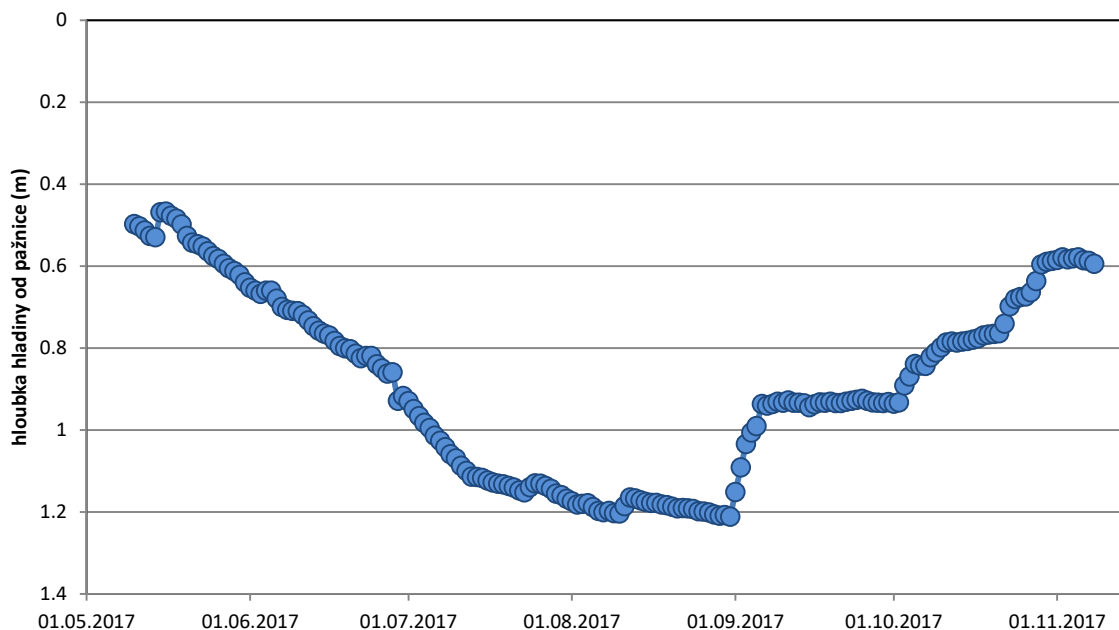
Průběh hodnot průtoků na bodu 110Q5 ukazuje následující **obrázek 48**. Data byla měřena v období 11.5. – 14.11.2017. Hodnoty průtoků se pohybovaly v rozmezí 0 – 0,15 l/s. Průměrná hodnota průtoků ve sledovaném období byla 0,01 l/s. V průběhu sledovaného období docházelo k postupnému poklesu průtoků z hodnoty 0,15 l/s na hodnoty kolem 0,003 l/s v na konci června a následně došlo k vyschnutí profilu. Průtok se neobnovil ani v reakci na srpnové srážky. K obnovení průtoků došlo až na počátku října, kdy v reakci na srážky

průtok narostl na hodnoty kolem 0,02 l/s. Po poklesu na konci října došlo k jeho nástupu na tuto hodnotu znovu až na začátku listopadu. Pokles vydatnosti a vyschnutí koryta v místě přítoku identifikovaného během termometrie prováděné zde ke konci období nízkých vodních stavů indikuje srážkový deficit a z něj vyplývající omezenou infiltraci a doplňování podzemních vod ze srážek v roce 2017 a rovněž svědčí o vyšší rozkolísanosti hladiny a rychlejší reakci vydatností tohoto pramene na chod atmosférických srážek.



Obrázek 48 Vývoj průtoků na bodu 110Q5

Sezónní trend hladiny podzemní vody na monitorovaném vrtu ukazuje následující **obrázek 49**. Hloubka hladiny od odměrného bodu se pohybovala od 0,47 do 1,21 m, rozkyv hladiny byl 0,74 m. Průměrná hodnota hloubky hladiny byla 0,89 m, střední hodnota 0,93 m. Z hlediska vývoje hladiny v čase došlo v polovině května ke krátkodobému nárůstu hladiny v reakci na vydatnější srážky o 7 cm. Celkově je však patrný pozvolný setrvalý trend poklesu hladiny, a to až do začátku října. V tomto období docházelo k nástupu hladiny jen v reakci na vyšší srážkové úhrny v červenci a srpnu, a to vždy jen v horizontu několika dnů po srážkovém události, s nástupem hladiny o 3 – 4 cm. Výraznější nástup hladiny byl spojen s reakcí na vyšší srážkové úhrny na počátku září a také s celkovým zvýšením stavů hladin podzemních vod v místě vrtu, což současně dokumentují i vyšší průtoky v Březovém potoce, doložené terénním měřením. Následný ustálený stav hladiny v průběhu září byl přerušen nástupem hladiny v říjnu. Celkově je zjevné, že vrt dokumentuje stavy hladin v blízkosti významné drenáže podzemních vod a dokumentuje tak režim hladin ovlivněný i stavem hladiny a průtokem v Březovém potoce, který oblast odvodňuje. Tomu odpovídá i nižší rozkyv hladiny ve vrtu oproti ostatním pozorovaným bodům monitoringu hladin. Ten dosahuje jen 0,74 m, rozdíl mezi hladinami na začátku a konci sledovaného období je jen 10 cm.



Obrázek 49 Vývoj hladiny na bodu 110Q19

Specifický odtok

Srovnání odtoku vod z oblasti jednotlivých měrných profilů umožňuje jejich přepočítání na hodnotu specifických odtoků, které jsou výsledkem odtoku vody z jednotkové plochy povodí, která byla vymezena nástroji GIS a jsou znázorněna na [obrázku 50](#). V povodí MP 110Q18 je odtok vod snížen o odběr podzemních vod na dvou vodních zdrojích označených jako AQUAŠUMAVA Velký Bor a 1.JVS Chanovice Újezd ([obr. 50](#)). Na těchto zdrojích je průměrně čerpáno 0,82 a 0,14 l/s. Proto bylo k MP 110Q18 přidána hodnota odebraného množství podzemních vod odpovídající průměru odběru pro měsíc v přechodném roce 2017 (www.heis.vuv.vz).

Březový potok: Vymezení monitorovaných dílčích povodí



Obrázek 50 Vymezení monitorovaných dílčích povodí

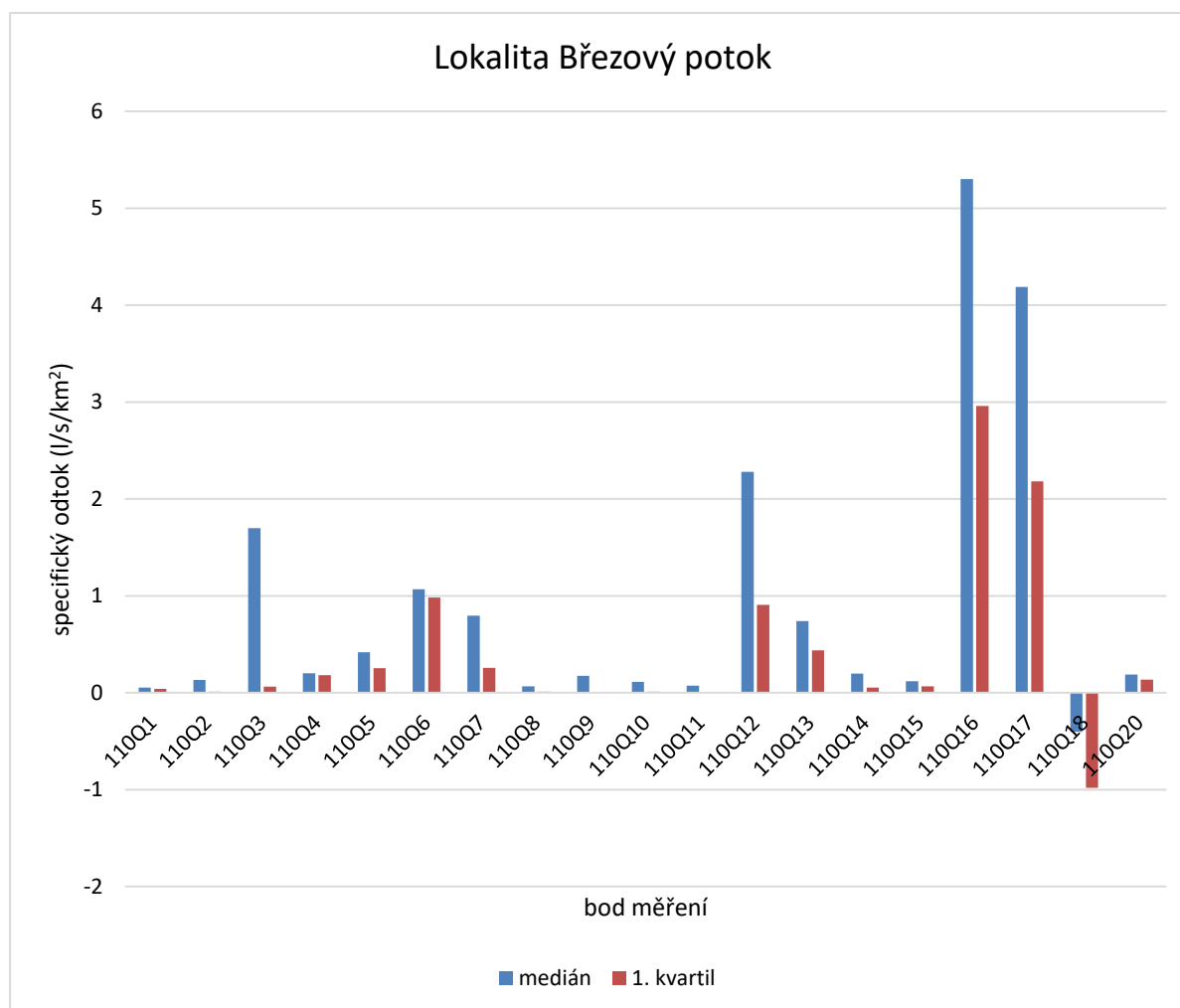
Medián specifického odtoku stanoveného pro jednotlivá povodí lokality Březový potok (obr. 51) se pohybuje od -0,4 (110Q18) do 5,3 l/s/km² (110Q16). Záporné hodnoty mediánů SO pozorované u MP 110Q2 a 110Q18 jsou způsobeny infiltrací vod z měřené vodoteče do horninového prostředí. K tomuto jevu běžně dochází v prostředích s intenzivnější akumulací fluvialních sedimentů, kde se lokálně dostává úroveň hladiny povrchových vod ve vodoteči nad hladinu okolních podzemních vod. Nízké hodnoty SO MP 110Q1, 110Q8 a 110Q11, pohybující se v setinách l/s/km² jsou způsobeny jen minimálním zachycením podzemního odtoku v místech situování měrných profilů.

TO dokládají enormní hodnoty SO naměřené na těchto bodech v průběhu roku, kdy během jarních měsíců SO na MP 110Q16 dosáhl až 49,6 l/s/km². Časová proměnlivost

hodnot SO u všech měřených povodí je znázorněna na grafu a vyčíslena v tabulce, které jsou **součástí přílohy**. Z této přílohy je zřejmé, že SO na lokalitě v průběhu roku kolísá od -1,39 (110Q18) do 49,6 l/s/km² u bodu 110Q16.

Zatímco medián stanovených SO je tedy ovlivněn složkou povrchového odtoku, jejich 1. kvartil

by měl být hodnotou, odpovídající pouze specifickému podzemnímu odtoku neovlivněnému povrchovým či hypodermickým odtokem. Hodnoty 1. kvartilu znázorněné na **obrázku 51** se na lokalitě pohybují v rozpětí od -0,98 (110Q18) do 2,96 (110Q16) l/s/km². Zatímco záporné a nízké SPO jsou výsledkem vlivu nedokonalého zachycení podzemních vod odtékajících z povodí, maximální hodnotu 2,96 l/s/km² stanovenou pro povodí 110Q16 lze považovat za údaj reprezentující SPO na lokalitě Březový potok v roce 2017. Tento předpoklad vychází z toho, že MP 110Q16 je situován v rámci studované oblasti ve spodní partii vodního toku Hájek, kde je zřejmě odtok podzemních vod touto vodotečí dostatečně zachycen. Obdobně vypovídá o absolutních hodnotách podzemního odtoku také SPO (1. kvartil SSO) stanovený na MP 110Q17 (Březový potok), jehož hodnota je 2,18 l/s/km².

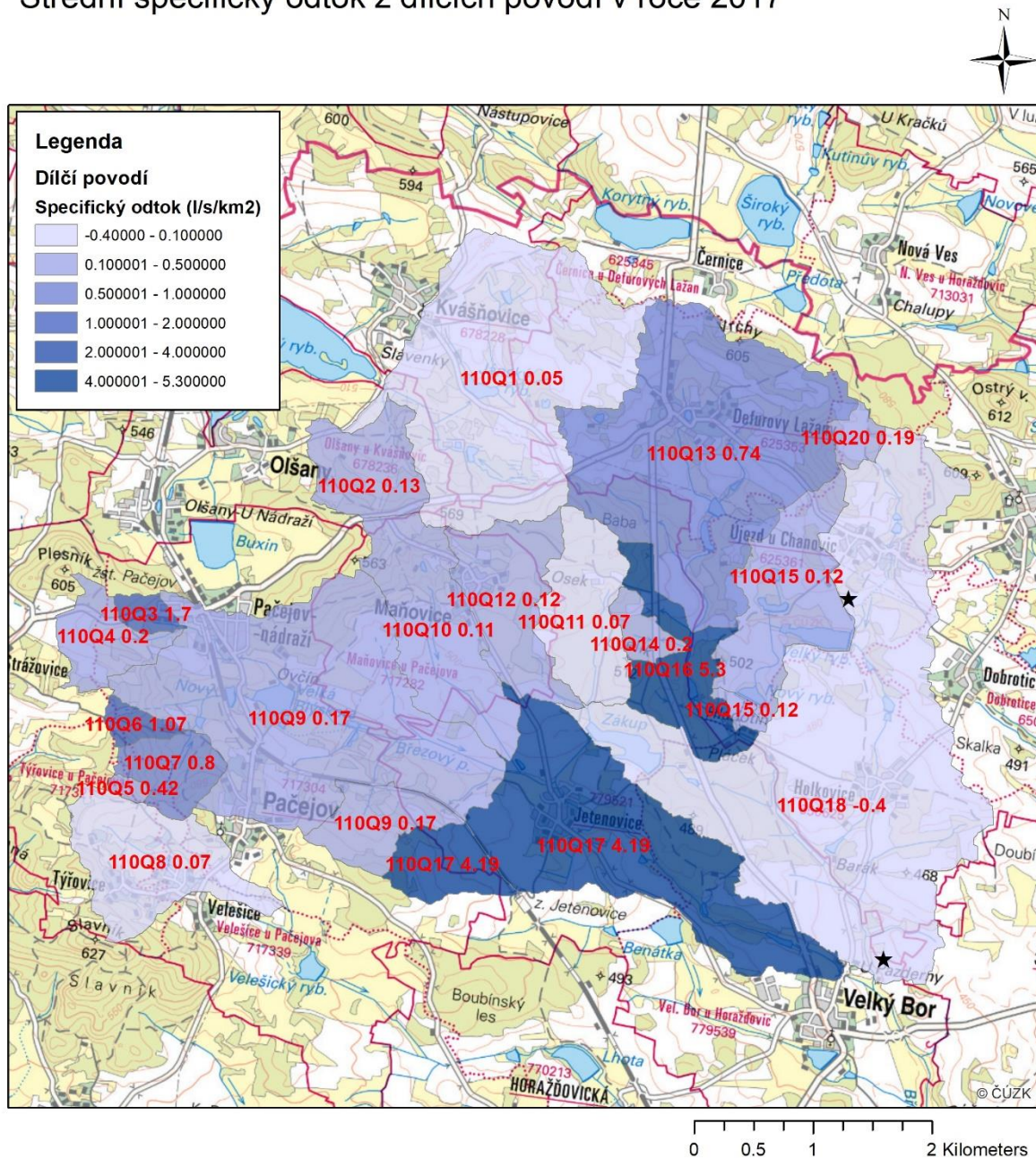


Obrázek 51 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

Soustředění podzemního odtoku do míst měrných profilů 110Q16 a 110Q17 vyplývá i z map prostorového rozložení SO a SPO, které jsou součástí **obrázků 52 a 53**. Na nich je

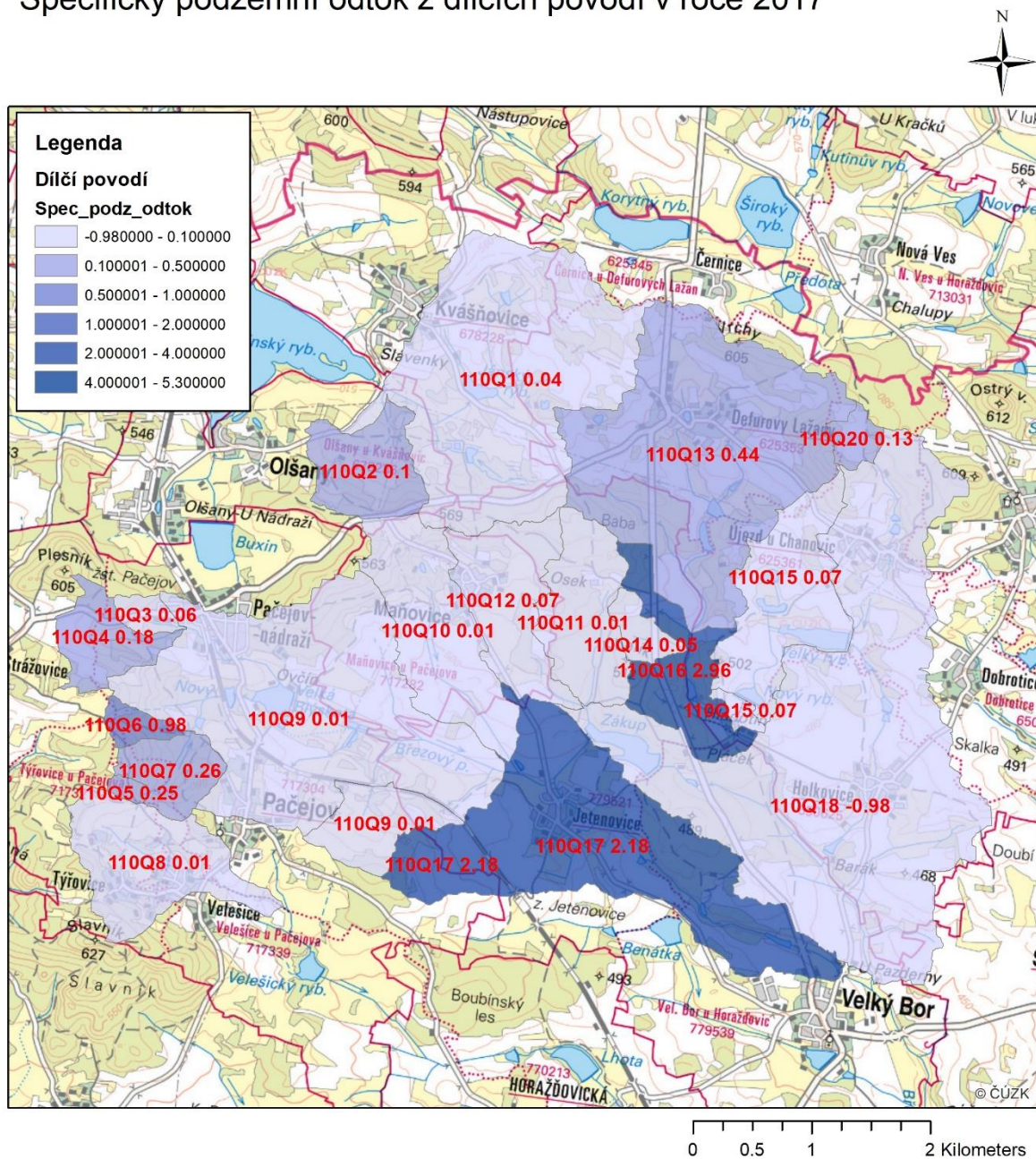
vidět, že se tyto měrné profily nacházejí v místech soustředění odtoku vod z celé studované oblasti. Výjimku tvoří povodí MP 110Q18, což je však způsobeno pouze nedostatečným zachycením podzemního odtoku v místech měrného profilu. Další zvýšené hodnoty SPO (obr. 53) lze pozorovat v okrajových částech studované oblasti v povodích MP 110Q6, 110Q7. V těchto dílčích povodích byly během zimní termometrie identifikovány nejteplejší přítoky podzemních vod, svědčící o větší hloubce jejich původu či vyšší intenzitě přítoku.

**Březový potok:
Střední specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017**



Obrázek 52 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

**Březový potok:
Specifický podzemní odtok z dílčích povodí v roce 2017**

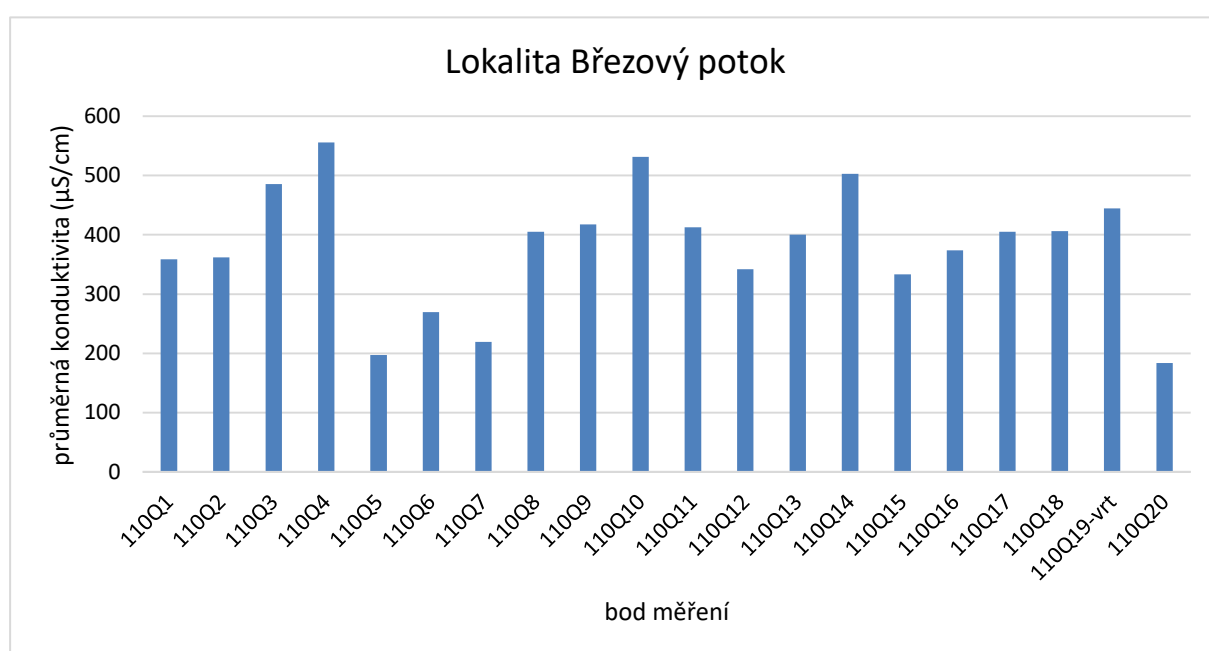


Obrázek 53 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

4.3.3 Režim fyzikálně-chemických parametrů vod

Společně s průtoky byly na všech MP v průběhu roku 2017 měřeny také fyzikálně-chemické parametry protékajících vod. Výsledky těchto měření jsou součástí příloh, kde se nacházejí ve formě tabulek (**tabulkové přílohy**) a ve formě grafů (**grafické přílohy**).

Průměrná konduktivita stanovená na měrných profilech (**obr. 54**) se pohybovala od 184 (110Q20) do 556 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (110Q4). Nejnižší konduktivity pohybující se pod 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ byly naměřeny na MP 110Q5, a 110Q20, což jsou prameny nacházející se v zalesněném prostředí, kde je kvalita vod méně ovlivněna zemědělskou a chovatelskou činností, která je jinak na lokalitě Březový potok velice intenzivní. V rámci lokality nižší konduktivita nepřesahující 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ byla zjištěna také na MP 110Q6 a 110Q7, jejichž povodí se z velké části rovněž nalézají v zalesněné oblasti.

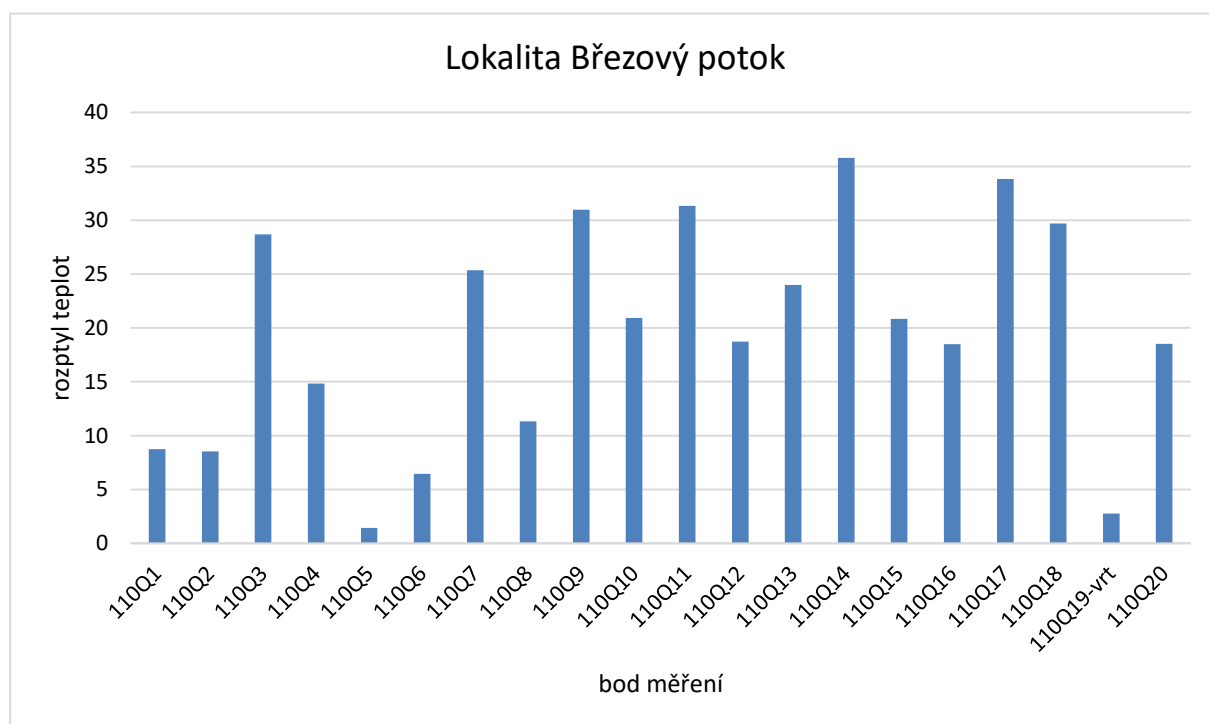


Obrázek 54 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů

Teplota podzemních vod je ovlivněna vývojem teploty ovzduší v průběhu roku, a proto více o režimu podzemních vod vypovídá proměnlivost teploty měřených vod, která se snižuje s rostoucí intenzitou a hloubkou přítoku podzemních vod, čehož může být využito při charakterizaci proudění ve studované oblasti. Proměnlivost teplot vyjádřená pomocí rozptylu je však v rámci všech dvaceti měřených bodů ovlivněna v prvé řadě charakterem místa měření, tedy tím jedná-li se o pramen, jehož voda nebyla doposud vystavena venkovním teplotám, nebo voda ve vodním toku, již delší dobu vystavená venkovním teplotám.

Zaznamenaný rozptyl teplot je výrazně nejnižší u MP 110Q5, 110Q19, tedy bodů, které reprezentují teplotu podzemní vody vytékající přímo z pramene a teplotu vody ve vrtu. U pramene 110Q5 byla v průběhu zimní termometrie zaznamenána nejvyšší teplota na lokalitě. Tato skutečnost a fakt, že vývoj teplot ve vodách tohoto pramene se vyznačuje nejnižším rozptylem, poukazuje na hlubší a relativně intenzivní proudění podzemních vod drénovaných tímto pramenem. Nízký rozptyl teplot pozorovaný u MP 110Q6, 110Q2 a

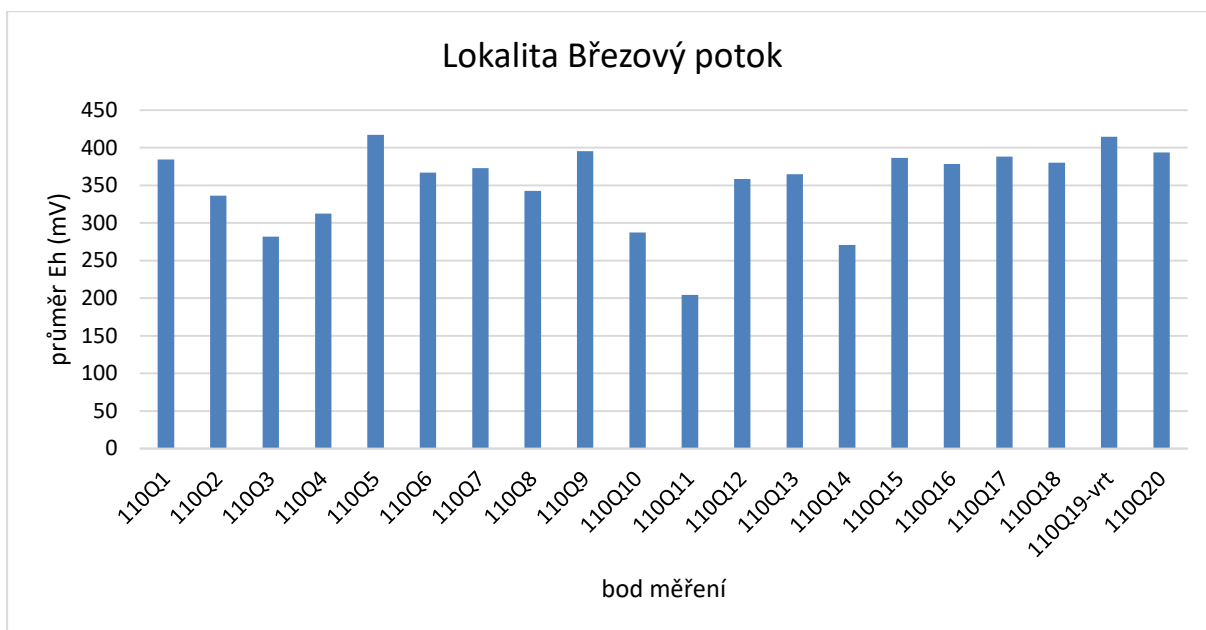
110Q1 je způsoben absencí měření v letních měsících, které mají na rozptyl teplot zásadní význam, způsobený vyschnutím vodoteče v místě situování MP.



Obrázek 55 Rozptyl teploty vod v místech měřných profilů

Na základě průměrné hodnoty Eh, která je u všech MP vyšší než 200 mV, lze považovat vody na lokalitě Březový potok za prostředí s oxidačními poměry (**obr. 56**). Nejnižších hodnot Eh dosahují vody v MP 110Q11, které v letních měsících téměř vysychají. Hodnota Eh se pak v tůňích s téměř stojatou vodou, které v obdobích sucha v místech měření zbývají, rychle vlivem rozkladu organického materiálu a jen minimálnímu proudění vod snižuje až na 28 mV (konec července - viz [příloha](#)).

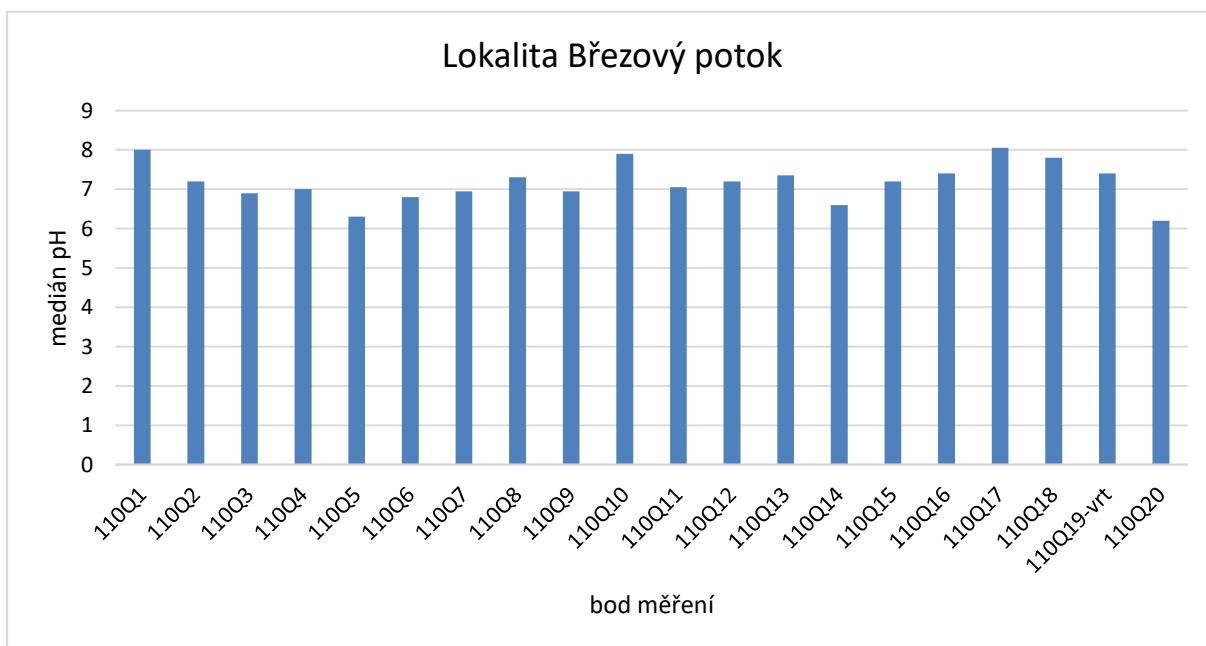
Nejvyšší průměrné Eh bylo pozorováno u pramene 110Q5. To svědčí o nízké kontaminaci infiltrační oblasti organickým a o rychlé infiltraci a proudění podzemních vod, které jsou tímto pramenem drénovány a při nichž nedojde vlivem delšího zdržení vody v půdním či krystalinickém prostředí k výraznější spotřebě rozpuštěného kyslíku.



Obrázek 56 Průměr Eh vod v místech měrných profilů

Rozpětí mediánů hodnot pH se na jednotlivých MP situovaných na lokalitě pohybuje od 6,2 (110Q20) do 8,1 (110Q17). Nejnižší hodnoty pH odpovídají vodám reprezentujících vývěr podzemních vod na povrch v místech pramenů 110Q20 a 110Q5, či nedaleko pod pramenem v místě 110Q14. Medián pH se u těchto MP pohybuje od 6,2 do 6,5. Nižší hodnoty pH jsou pro prameny typické a způsobeny sycením vod půdním CO_2 při jejich infiltraci a sestupu k saturované zóně.

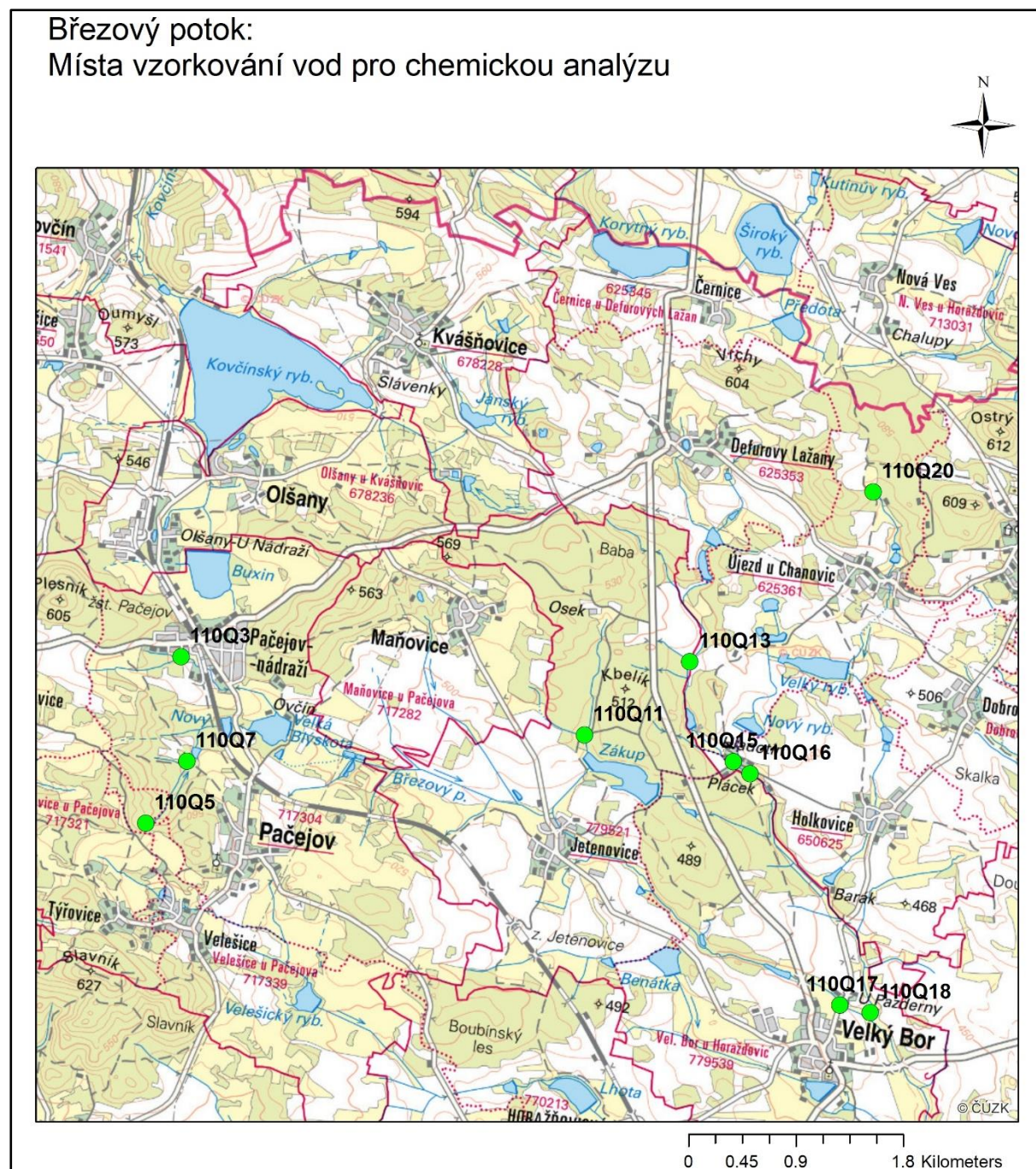
Vyšší hodnoty pH okolo 8 byly změřeny na MP 110Q17, 110Q1 a 110Q9, tedy bodech, které se nacházejí na spodních partiích vodních toků odvodňujících studovanou oblast. V těchto místech již došlo reakcí původně mírně kyselých vod s karbonáty a živci obsaženými ve dnových sedimentech ke zvýšení pH až na tyto mírně alkalické hodnoty.



Obrázek 57 Medián pH vod v místech měrných profilů


4.3.4 Hydrochemie vod

Dne 9. 11. 2017 bylo na lokalitě Čihadlo provedeno vzorkování vod na deseti vybraných a v průběhu roku 2017 sledovaných měrných profilů. Vzorkované profily jsou znázorněny na **obrázku 58**, přičemž vzorkovaná místa byla vybrána tak, aby byla vzorkováním plošně pokryta celá oblast režimního měření a také tak, aby ve vybraných bodech nechyběly přítoky podzemních vod, které byly během termometrie označeny za přítoky vázané na zlomová pásma v jejich blízkosti.



Obrázek 58 Místa odběru vod na chemickou analýzu

Z chemického složení vzorků vod vyneseno do Piperova klasifikačního diagramu (**obr. 59**) je zřejmé, že hlavním kationtem je u všech vod Ca následovaný Mg. Z hlediska

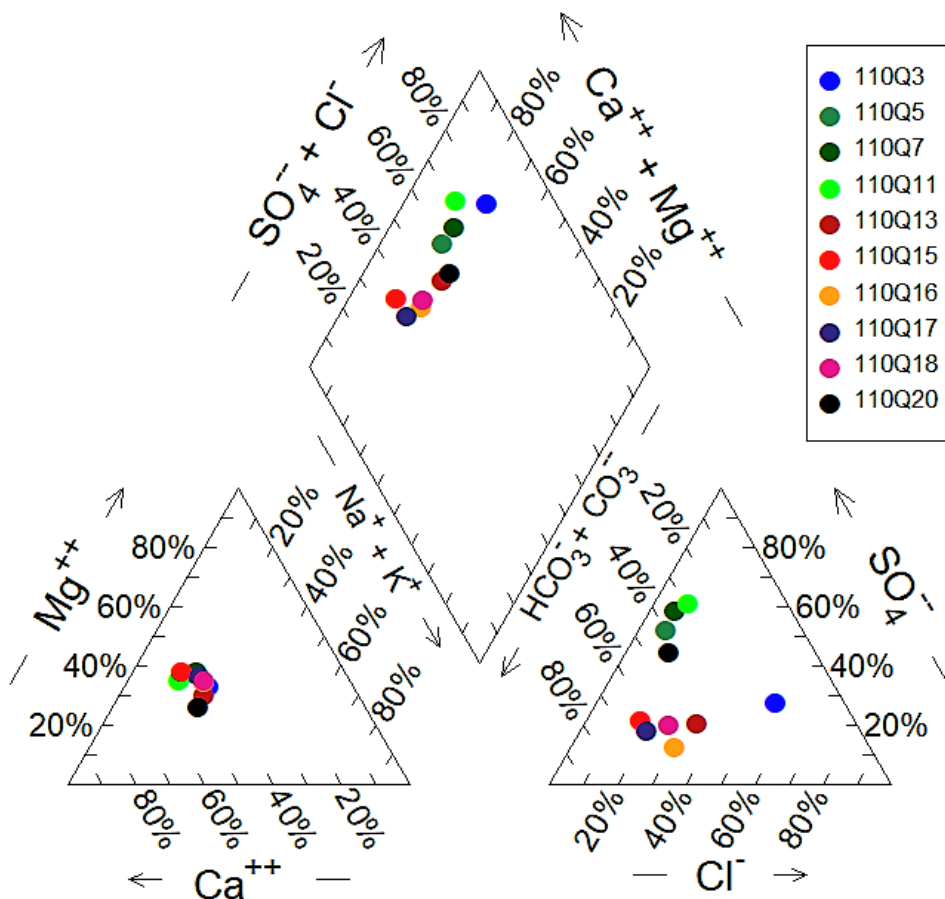
 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplňí SÚRAO)

hlavního aniontů se u vzorkovaných vod převažuje dominance HCO_3 a SO_4 . Právě podle převahy těchto aniontů je možné vzorky vod rozdělit do dvou odlišných hydrochemických skupin. První skupinou jsou vody CaMg-SO_4 typu, do které spadají vzorky z MP 110Q11, 110Q7, 110Q5 a 110Q20. Druhou skupinou jsou vzorky vod typu CaMg-HCO_3 , do které náleží vody MP 110Q13, 110Q15, 110Q16, 110Q17 a 110Q18. Posledním typem vody, který byl na Piperově diagramu identifikován je voda MP 110Q1, která náleží hydrochemickému typu vod CaMg-Cl .

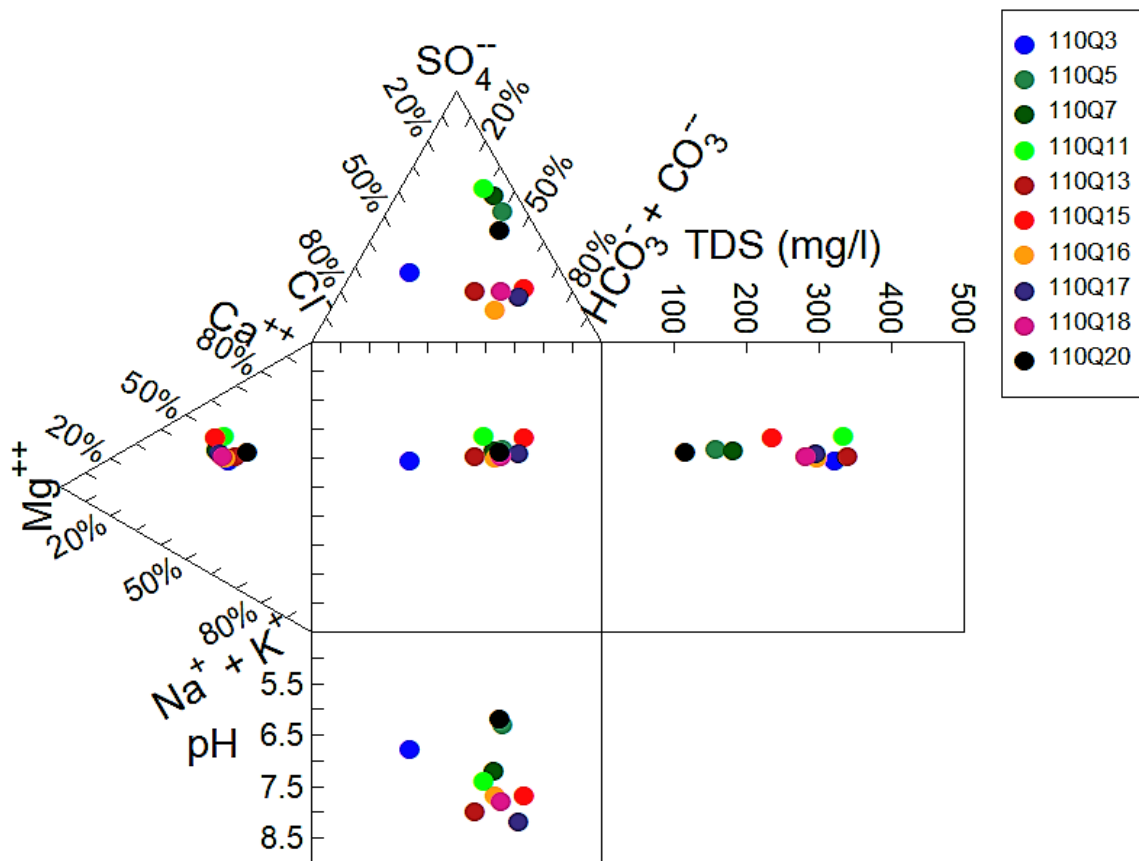
Vzorky vod typu CaMg-SO_4 jsou reprezentovány dvěma prameny 110Q5 a 110Q20 a vodním tokem 110Q7 vzorkovaným v uzávěru dílčího povodí, kde se pramen 110Q5 nalézá a vodním tokem 110Q11, přibližně 1 km pod jeho pramenem. V povodí MP 110Q7, ve kterém leží i vzorkovaný pramen 110Q5, se během zimní termometrie našlo nejvíce teplých přítoků podzemních vod, jejichž původ může spočívat v blízkosti zlomů směru SZ-JV. Rovněž pramen sv. Vojtěcha 110Q20 se vyznačoval zvýšenou teplotou. Je tedy možné, že síranové vody jsou charakteristické pro vody poněkud hlubšího, resp. delšího oběhu podzemních vod. Tato skupina vod se až na vzorek 110Q11 druhé skupiny odlišuje také nižší mineralizací (**obr. 60**), která se pohybuje od 112 (110Q20) do 178 (110Q7) mg/l. To však může vyplývat zejména z toho, že se povodí skupiny vod vyznačujících se dominancí CaMg-SO_4 nachází v prostředí zalesněných strání, jejichž svahy lemují centrální část lokalit, ve které je soustředěna zemědělská činnost, která ovlivňuje mineralizaci a chemické složení druhé skupiny vod.

Skupina vod CaMg-HCO_3 byla identifikována u vod odebraných na měrných profilech situovaných na toku Hájek (110Q13, 110Q16 a 110Q17) a jeho levostranném přítoku (110Q15) a na Březovém potoce (110Q17). Chemické složení těchto vzorků reprezentuje převládající chemismus vod mělkého podzemního oběhu. Tyto vody vzorkované v prostoru hlavních drenážních bází studovaného území jsou již významněji ovlivněny lidskou, resp. zemědělskou činností, díky které je jejich mineralizace podstatně vyšší, než mineralizace vod první skupiny CaMg-SO_4 vod pramenících na okolních zalesněných svazích. Mineralizace skupiny CaMg-SO_4 vod se pohybuje od 276 (110Q18) do 331 (110Q13) mg/l.

Odlišným chemickým složením odpovídajícím typu CaMg-Cl vod se vyznačuje vzorek 110Q1, odebraný v prameni, nacházejícím se v blízkosti koňského výběhu, kterým je zřejmě toto anomální chemické složení způsobeno. To dokládá také jedna z nejvyšších mineralizací tohoto vzorku vody (**obr. 60**).



Obrázek 59 Piperův klasifikační diagram



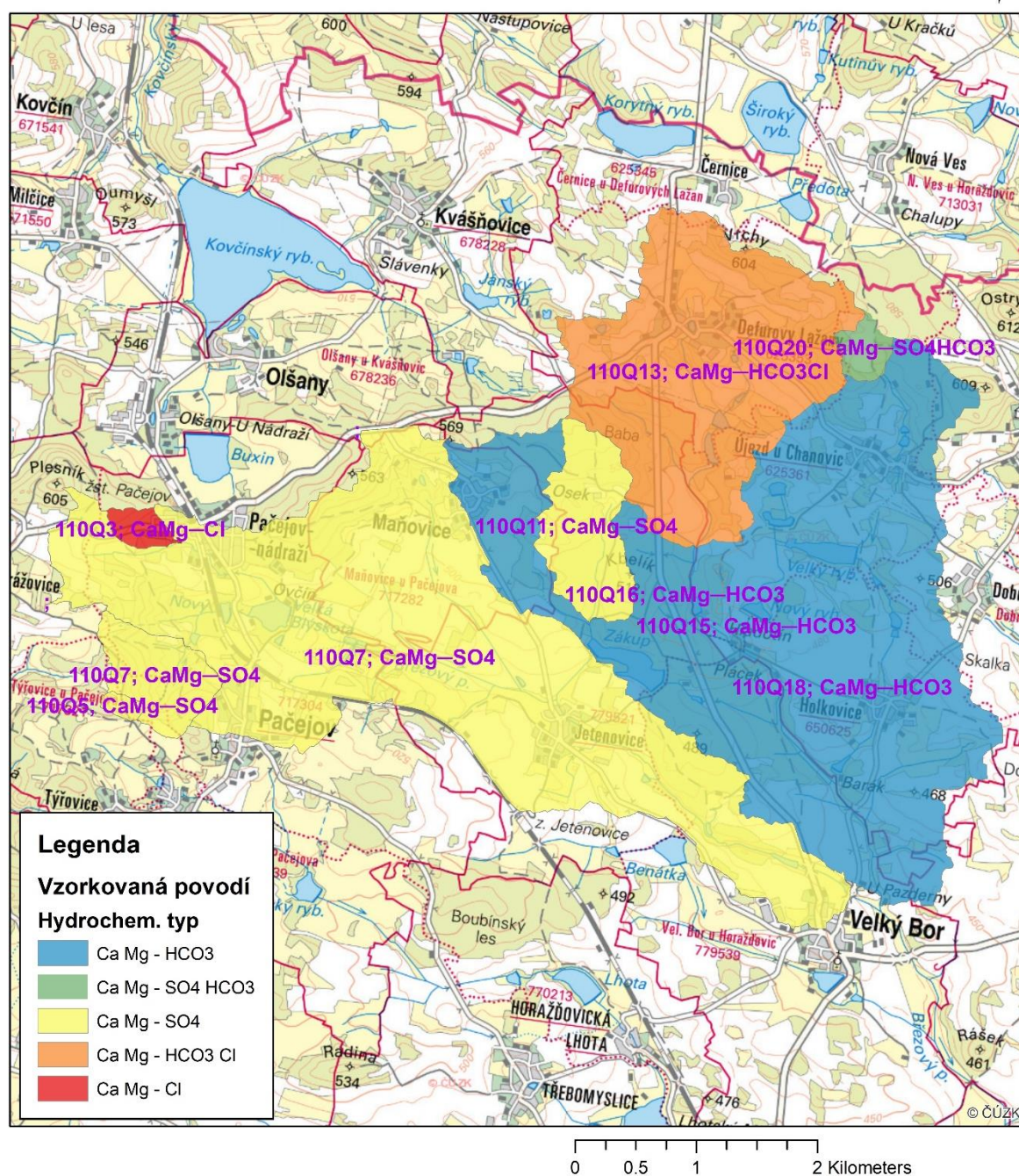
Obrázek 60 Durovův klasifikační diagram

Prostorové rozložení hydrochemických typů vod


Rozložení jednotlivých hydrochemických typů vod na lokalitě Březový potok je patrné z **obrázku 61**, na němž jsou vyznačena dílčí povodí vzorkovaných MP. Rozlišení jednotlivých hydrochemických typů je v mapě založeno na dominanci aniontů v jednotlivých vzorcích vod, která na rozdíl od poměrně monotónního zastoupení dominujících kationtů Ca a Mg, poskytuje lepší rozlišovací kritérium v rámci vzorkovaných vod.

Březový potok:

Mapa rozložení hydrochemických typů vod,
vzorkování vod proběhlo v listopadu 2017



Obrázek 61 Prostorové rozložení hydrochemických typů vod

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

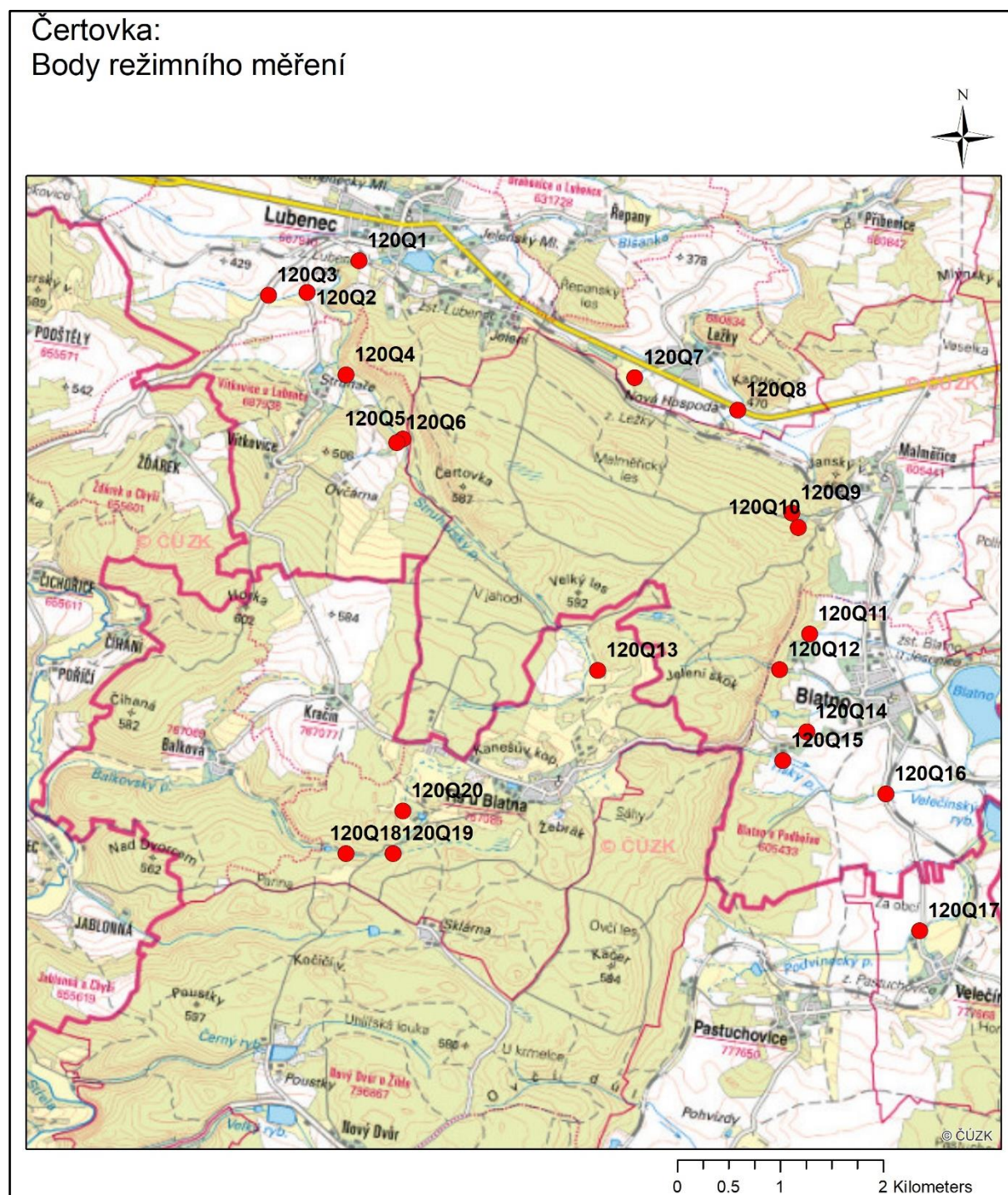
4.3.5 Shrnutí výsledků

Vzhledem k enormním hodnotám SO dosahujícího u na této lokalitě až 50 l/s/km², nelze považovat mediány specifických odtoků za hodnot, u nichž by byl vliv složky povrchového odtoku zanedbatelný. Specifickému podzemnímu odtoku se zde tedy blíží až hodnota 1. kvartilu stanovených specifických odtoků. Na základě analýzy hodnot průtoků naměřených na lokalitě v průběhu roku 2017, lze za reprezentativní hodnotu SPO na této lokalitě považovat SPO stanovený pro MP 110Q16, u kterého 1. kvartil specifických odtoků odpovídá hodnotě 2,96 l/s/km².

Zhodnocením dosavadních terénních měření a chemických analýz byla prokázána přítomnost přítoků podzemních vod spojených s relativně hlubším oběhem. Tyto výsledky jsou konzistentní s poznatky získanými během zimní termometrie, kdy přítoky podzemních vod vyznačující se tehdy nejvyšší teplotou jsou zároveň vodami, jejichž teplota v průběhu roku nejméně kolísá, což svědčí o hlubším a intenzivnějším proudění podzemních vod. Tyto vody se zároveň vyznačují chemismem, odlišným od ostatních CaMg-HCO₃ vod mělkého oběhu, protože jsou na rozdíl od nich CaMg-SO₄ typu. Tento chemismus je zřejmě typický pro vody hlubšího oběhu.

4.4 Lokalita Čertovka

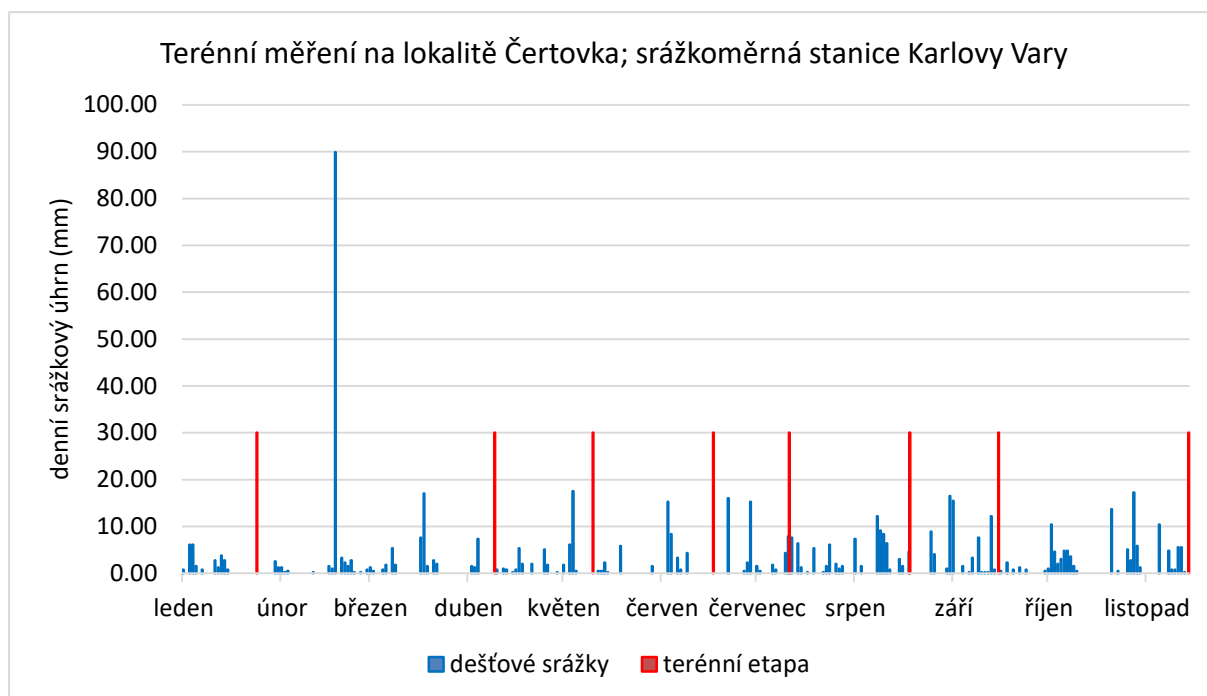
Během ledna až listopadu roku 2017 bylo během osmi etap (25. 1., 10. 4., 11. 5., 18. 6., 12. 7., 19. 8., 16. 9 a 15. 11.) provedeno terénní měření na dvaceti místech v oblasti lokality Čertovka (**obr. 62**) Tato místa byla vybrána tak, aby byla co nejlépe zachycena proměnlivost sledovaných parametrů na lokalitě.



Obrázek 62 Poloha měrných profilů na lokalitě Čertovka

4.4.1 Srážkové poměry v průběhu etap terénních měření

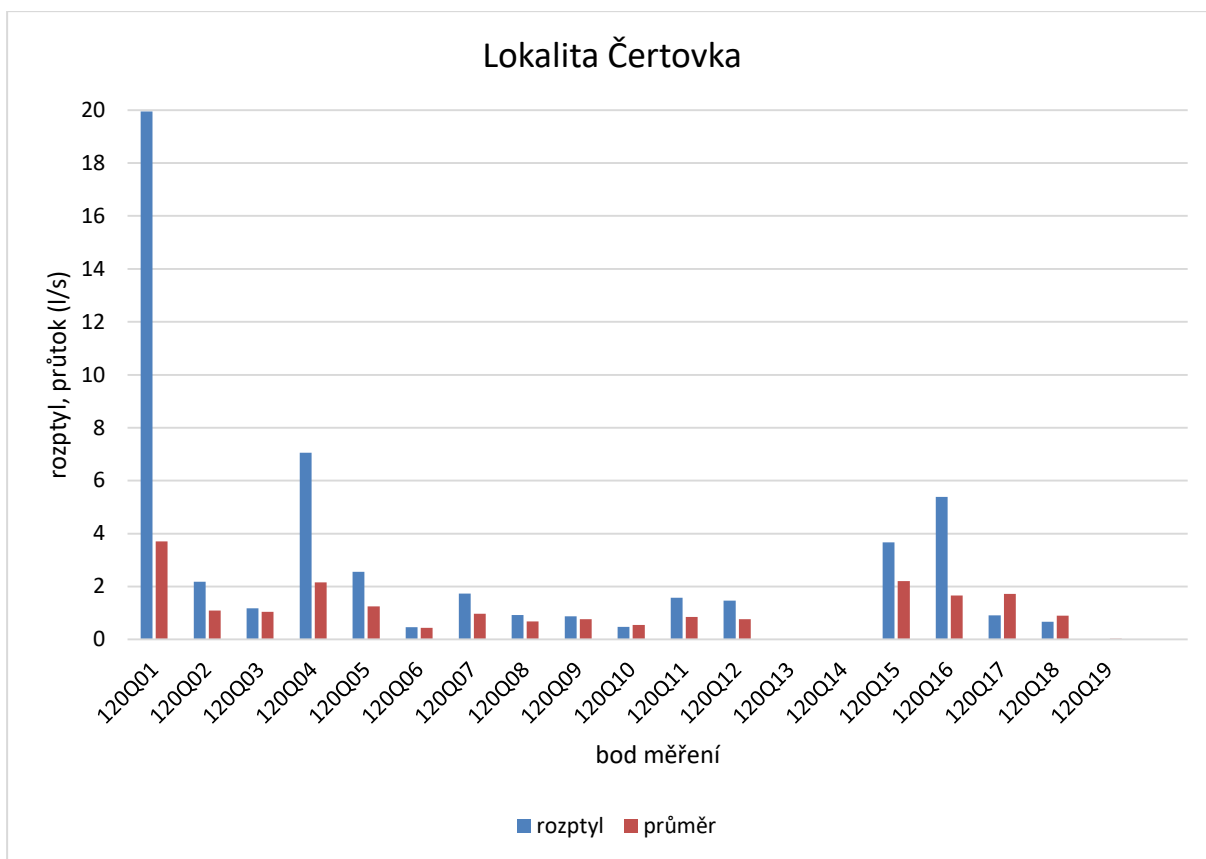
Na měřené parametry mohou mít bezprostřední dopad dešťové srážky. Z tohoto důvodu bylo do grafu denních srážek pocházejících ze stanice Karlovy Vary (<https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdo>) vyneseno všech osm etap terénních měření (**obr. 63**). Z výsledného srovnání je zřejmé, že během terénního měření přišlo v průběhu etap, které proběhly dne 12. 7. a 19. 8. První čtyři etapy nebyly ovlivněny dešťovými srážkami ani v období bezprostředně přecházejícímu etapě terénního měření a ani během něj.



Obrázek 63 Rozložení dešťových srážek v období terénních měření v roce 2017

4.4.2 Režim průtoků a vydatností

Průtoky měřené na lokalitě Čertovka na 20 místech se během terénních etap pohybovaly od 0, kdy některé vodní toky v letních měsících vysychaly (120Q7, 120Q12, 120Q13, 120Q14), do 12,1 l/s (120Q1). Mediány ze všech naměřených průtoků jsou pro jednotlivé MP znázorněny na **obrázku 64**. Z něj je zřejmé, že nejvyšších průtoků bývá dosaženo na MP 120Q1 (medián 3,7 l/s), který je situován na Struhařském potoce odvodňujícím značnou část zájmového území. V místech nejvyšších průtoků dochází také k jejich největšímu kolísání, jak je patrné z hodnoty rozptylu průtoků na jednotlivých MP (**obr. 64**).



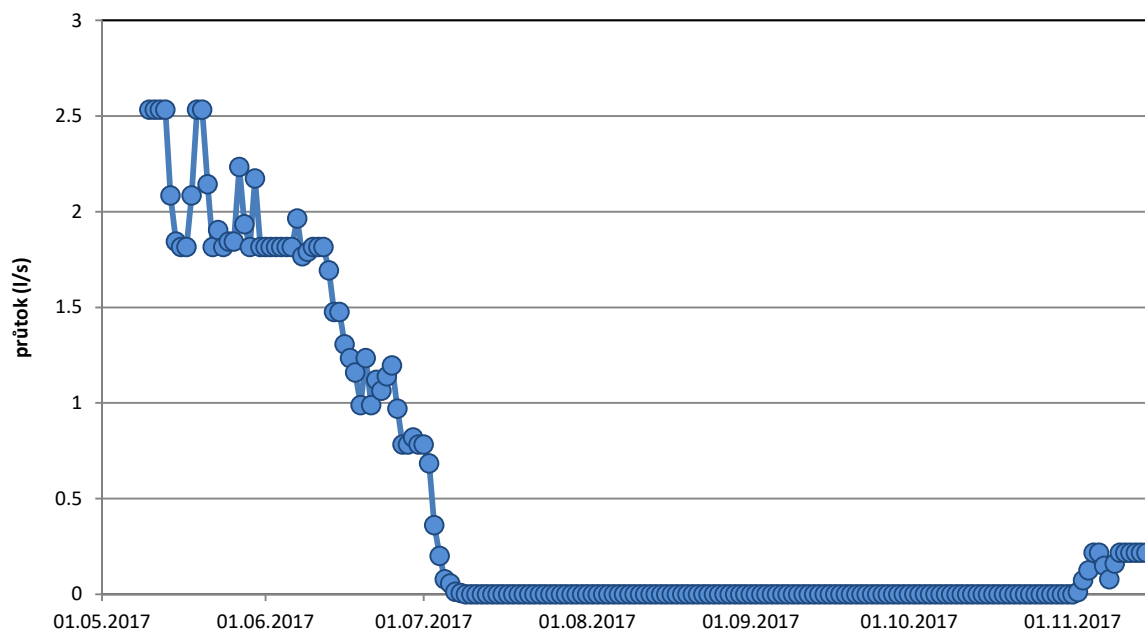
Obrázek 64 Hodnoty průtoků a jejich rozptylu na jednotlivých měrných profilech v roce 2017

Kontinuální záznam vývoje průtoků a hladin

Datalogger s registrací a automatickým zasíláním změřených dat byl na lokalitě instalován v místě výrazného prameniště pod severním úpatím granitového masivu (120Q7), který byl nejvydatnějším a teplotně nejvíce anomálním bodem identifikovaným na lokalitě při termometrických měřeních. Měřena byla výška hladiny na přelivu a z ní byl následně vypočítán průtok. Dalším monitorovaným bodem byla studna v blízkosti obce Tis u Blatna na náhorní plošině masivu Čertovka (120Q20). Na tomto bodu byla monitorována hloubka hladiny podzemní vody, která byla přepočítána na hloubku hladiny od odměrného bodu, kterým byla nejvyšší část skruže studny. Výšky hladin byly měřeny s hodinovou četností, pro další interpretace byly použity denní průměry vypočítané z těchto hodnot.

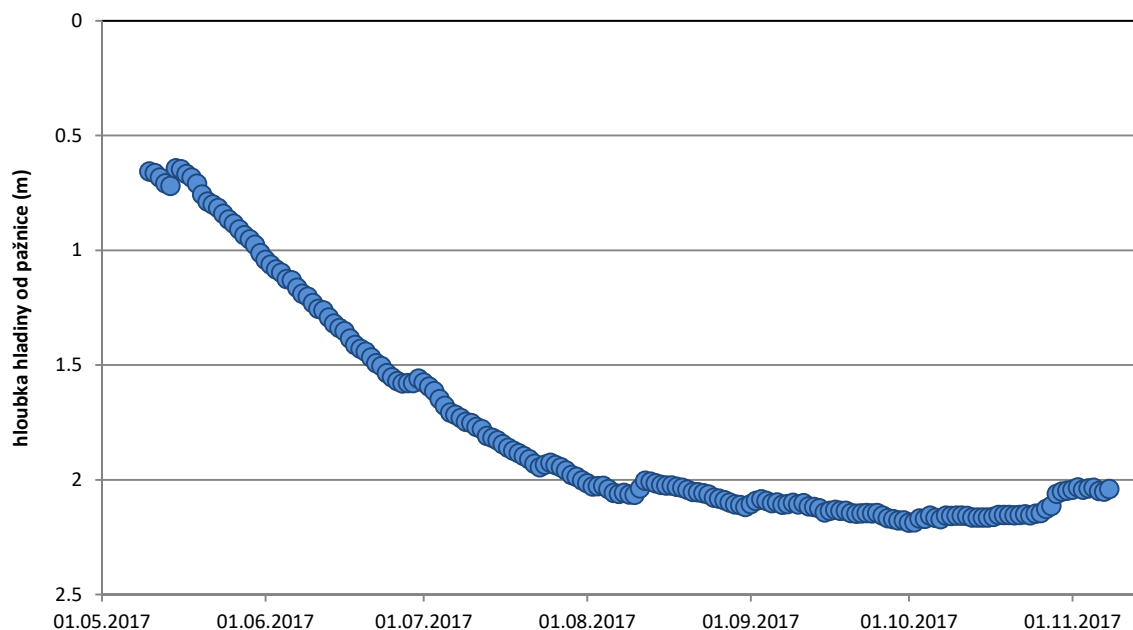
Průběh hodnot průtoků na bodu 120Q7 ukazuje následující **obrázek 65**. Data byla měřena v období 10. 5. – 15. 11. 2017. Hodnoty průtoků se pohybovaly v rozmezí 0 – 2,53 l/s. Průměrná hodnota průtoků ve sledovaném období byla 0,49 l/s. V průběhu sledovaného období došlo v období od 9. 7. do 2. 11. k úplnému vyschnutí koryta, což bylo ověřováno i při kontrolních terénních výjezdech. Z hlediska sezónního trendu docházelo až do poloviny června spíše k mírnému poklesu průtoků s minimy na hodnotě 1,8 l/s a k jejich kolísání v důsledku chodu atmosférických srážek v měsíci květnu (výkyvy až k 2,5 l/s). Od poloviny června je patrný setrvalý nárůst průtoků až do 9. 7., kdy došlo k vyschnutí prameniště. K nárůstu průtoků došlo až na počátku listopadu. Pro monitorovaný pramen je nápadný velký rozkyv měřených hodnot průtoků a poměrně rychlý pokles průtoků a až po jeho úplnou ztrátu na začátku července. Předpokládáme, že pramen reaguje na úroveň hladiny při severním

úpatí granitového masivu Čertovky. Výrazný pokles průtoků může souviset s rychlým odvodem podzemní vody puklinovým systémem granitů s nízkou storativitou do svahovin při severním úpatí masivu, kde je pramen situovaný. Při odtátí sněhové pokrývky a skončení srážkově vydatnějšího období v květnu pak dochází v puklinách k rychlému a výraznému zaklesnutí hladiny podzemní vody, což se projevuje snížením přítoku z puklinového systému do svahovin a do monitorovaného pramene, a vede k jeho vyschnutí. Takový režim podzemních vod by vysvětloval i prokázaný výrazný rozkyv vydatností pramene.



Obrázek 65 Vývoj průtoků na bodu 120Q7

Sezónní trend hladiny podzemní vody na monitorované studni ukazuje následující **obrázek 66**. Hloubka hladiny od odměrného bodu se pohybovala od 0,65 do 2,19 m. Průměrná hodnota byla 1,77 m, střední hodnota 2,03 m. Z hlediska vývoje hladiny v čase docházelo na počátku sledovaného období k mírnému krátkodobému nárůstu hladiny v reakci na vydatnější srážky, avšak následoval pozvolný setrvalý pokles hladiny prakticky až do počátku října. V průběhu tohoto období docházelo jen k mírným nárůstům hladin (v řádu jednotek centimetrů) v reakci na vydatnější srážky v letních měsících, následované obnovením poklesového trendu. V průběhu října byl pozorován prakticky setrvalý trend hladiny, s hloubkou v rozmezí 2,14 – 2,16 m. Až na konci října se projevil vydatnější trvalé srážky, které způsobily nástup hladiny o 0,1 m. Studna monitoruje stav hladiny podzemní vody na plošině granitového masivu, ne relativně nepropustném podloží budovaném granity. Prokázaný sezónní pokles hladiny mezi květnem a listopadem je poměrně výrazný, dosahuje absolutní hodnoty 1,4 m.



Obrázek 66 Vývoj hladiny na bodu 120Q20

Specifický odtok

Možnost srovnání jednotlivých částí území z hlediska průtoků umožňuje jejich přepočítání na specifický odtok, ke kterému je nutná znalost plochy povodí. Ty byly vymezeny nástroji GIS a jsou znázorněny na [obrázku 67](#). Vzhledem k tomu, že z celkových 20 míst měření, je jedno zastoupeno měřením na studni a u dvou míst nebylo možné kvůli ploché morfologii terénu vymezit jejich hydrologická povodí, je celkový počet vymezených povodí 17. V oblasti se nenacházejí větší odběry podzemních vod, které by jímaným množstvím překročily 500 m³/měsíc (www.heis.vuv.cz). Ke stanovení specifických odtoků, tak byly použity přímo hodnoty průtoků změřené na jednotlivých MP v terénu.

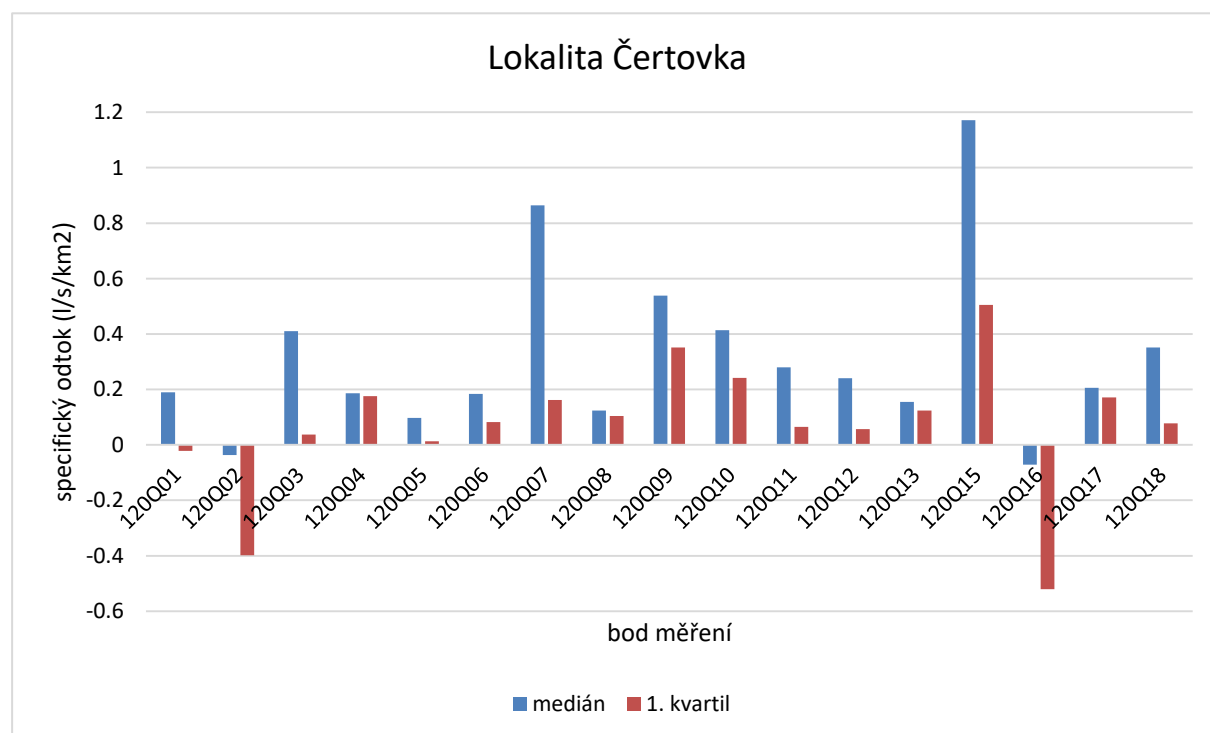
**Čertovka:
Vymezení monitorovaných dílčích povodí**


Obrázek 67 Vymezení monitorovaných dílčích povodí


Výsledné specifické odtoky z jednotlivých MP jsou v podobě mediánu z hodnot naměřených v průběhu roku 2017 znázorněny na [obrázku 68](#). Z něj je zřejmé, že se tyto hodnoty na lokalitě pohybují od -0,07 (120Q16) do 1,17 (120Q15) l/s/km². Záporné hodnoty mediánu SO pozorované v povodích MP 120Q16 a 120Q2 souvisí s pozicí těchto bodů, které se nacházejí na vodotečích tekoucích v nevýrazně zahloubených korytech v oblasti mírných svahů a rovin lemujících morfoloicky vyvýšený granitový masív lokality Čertovka. V takových morfoloických poměrech na těchto bodech nejen nedochází k dostatečnému zachycení podzemních vod odtékajících z povodí, ale úseky vodotečí protékajících jejich

dílčími povodími dotují podzemní vody lokálním vsakem svých vod do okolních svahovin. Výrazně nejvyšších hodnot mediánu SO bylo dosaženo na MP 120Q15 a 120Q7, které se nacházejí na úpatí masívu Čertovky. V těchto povodích je zřejmě míra zachycení vod pramenem 120Q7 a vodním tokem 120Q15 vyšší než u ostatních sledovaných bodů. Přesto jsou i tyto v rámci lokality nejvyšší hodnoty SO poměrně nízké, z čehož lze usuzovat na jen částečné zachycení odtoku podzemních vod z jejich povodích. Část podzemních vod z nejvyšších partií povodí zřejmě odtéká hlubším oběhem směrem k níže položeným úrovním drenážních bází. Maximální hodnoty SO stanovené na těchto profilech ([příloha](#)) v roce 2017 jsou u MP 102Q7 2,76 l/s/km² (duben) a u MP 120Q15 3,76 l/s/km² (duben). Tyto maximální hodnoty, které nejsou nijak enormně vysoké, naznačují, že jejich ovlivnění povrchovým odtokem nebude vysoké. Formování povrchového odtoku je na této lokalitě navíc omezeno značnou mírou jejího zalesnění. Hodnotu mediánu SO u MP 102Q15 1,17 l/s/km², na kterém je podzemní odtok zřejmě lépe zachycen než u MP 102Q7, lze tedy považovat za reprezentaci podzemního specifického odtoku na této lokalitě. Nižší hodnota tohoto SPO může být způsobena nejenom neúplným zachycením podzemních vod infiltrujících v tomto povodí, ale také nižšími srážkovými úhrny, které jsou podprůměrné v porovnání s dlouhodobými průměry. Stanovená reprezentativní střední hodnota SPO 1,17 l/s/km² pro rok 2017 přesto ještě spadá do intervalu specifického podzemního odtoku stanoveného [Krásným et al. \(2012\)](#) pro tuto oblast a který 1–2 l/s/km².

Na [obrázku 68](#) jsou kromě mediánu stanovených SO, vyneseny také hodnoty jejich 1. kvartilu pro všechny pozorované MP. Tyto hodnoty zcela jistě odpovídají SO neovlivněnému složkou povrchového odtoku. Vzhledem k tomu, že výraznější vliv povrchového odtoku nebyl v průběhu roku 2017 na této lokalitě potvrzen, odpovídají hodnoty 1. kvartilu SO spíše spodní hranici kolísání SPO na lokalitě.

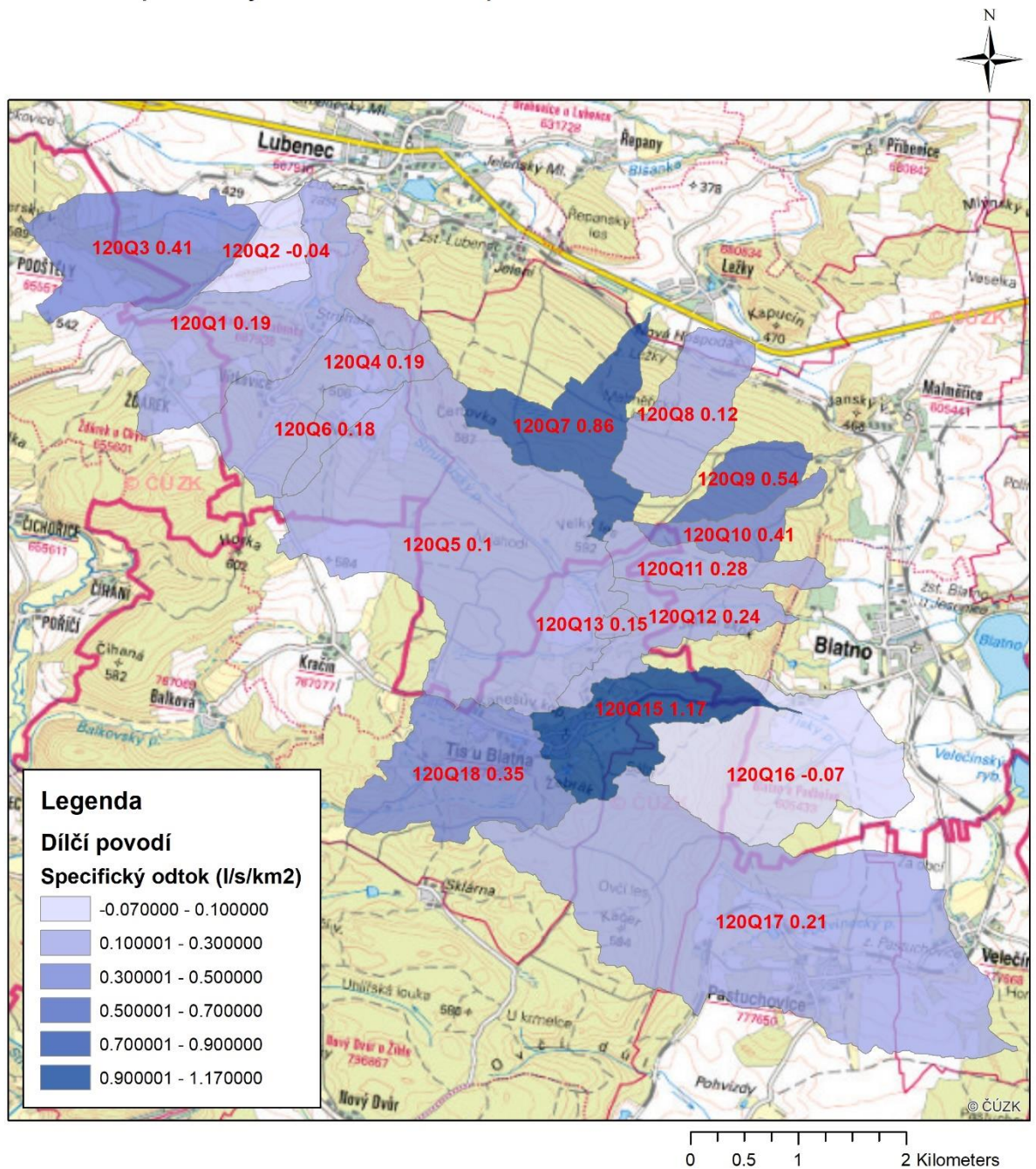


Obrázek 68 Medián a první kvartil specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

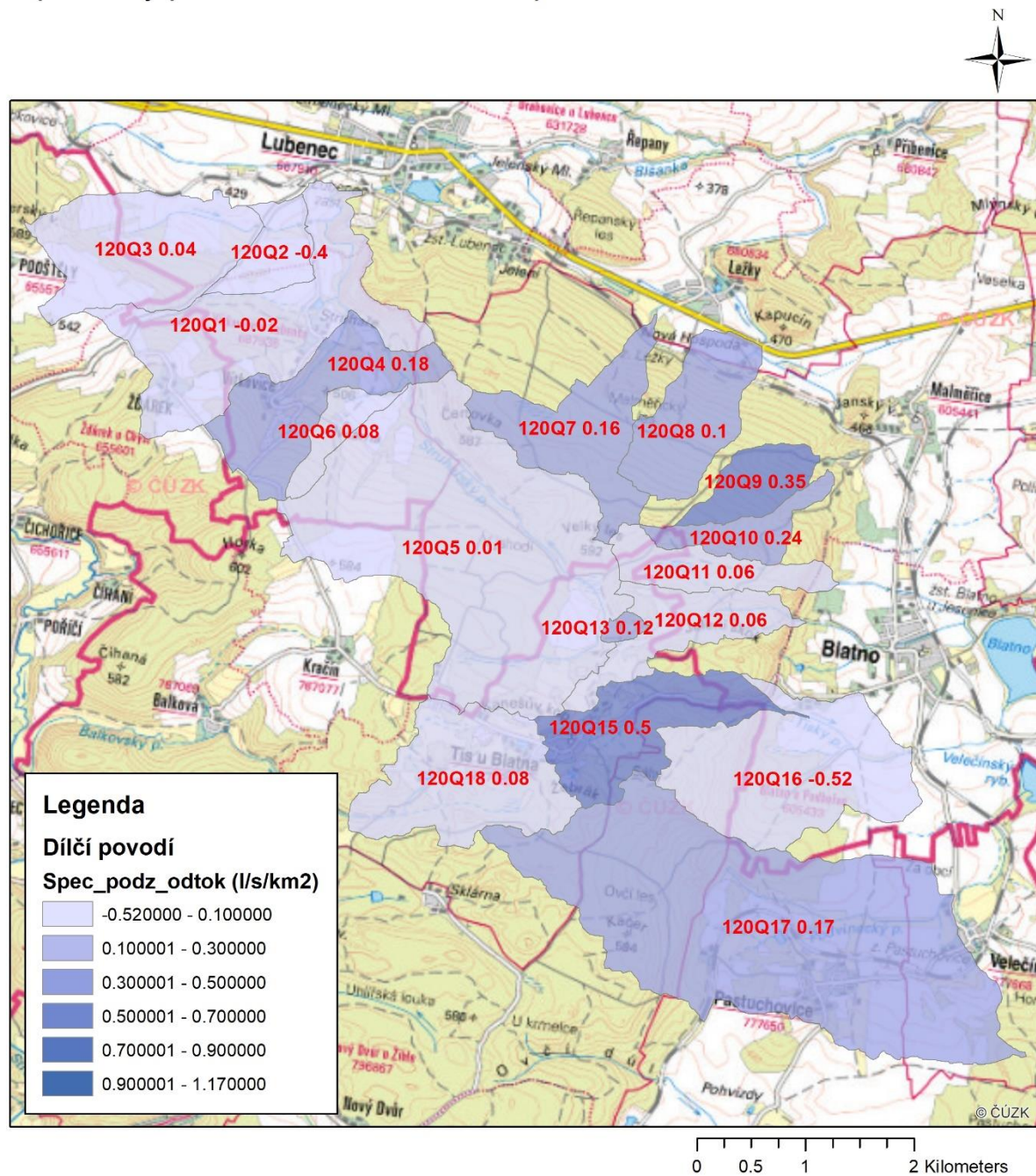
 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

Prostorové rozložení hodnot mediánu a 1. kvartilu SO na lokalitě je znázorněno na **obrázku 69 a 70** a je z něj zřejmé, že povodí s vyššími hodnotami SO se nacházejí na svazích lemujících granitový masív lokality Čertovka. Geologická stavba území lokality je pestrá, protože kromě granitů tiského masívu tvořících centrální část lokality Čertovky se zde východně a severně od něj nacházejí ještě sedimentární horniny střeďočeského permokarbonu a západně od masívu pak fylity tepelského krystalinika. Sledovaná povodí, která se nacházejí na všech těchto geologických jednotkách (**obr. 71**), však nevykazují rozdíly, které by zjevně souvisely se změnou geologického podloží. To však může být způsobeno právě často nedokonalým zachycením podzemního odtoku v místech jednotlivých MP, kterým jsou vlastnosti jednotlivých geologických jednotek pro formování podzemního odtoku, zastřeny.

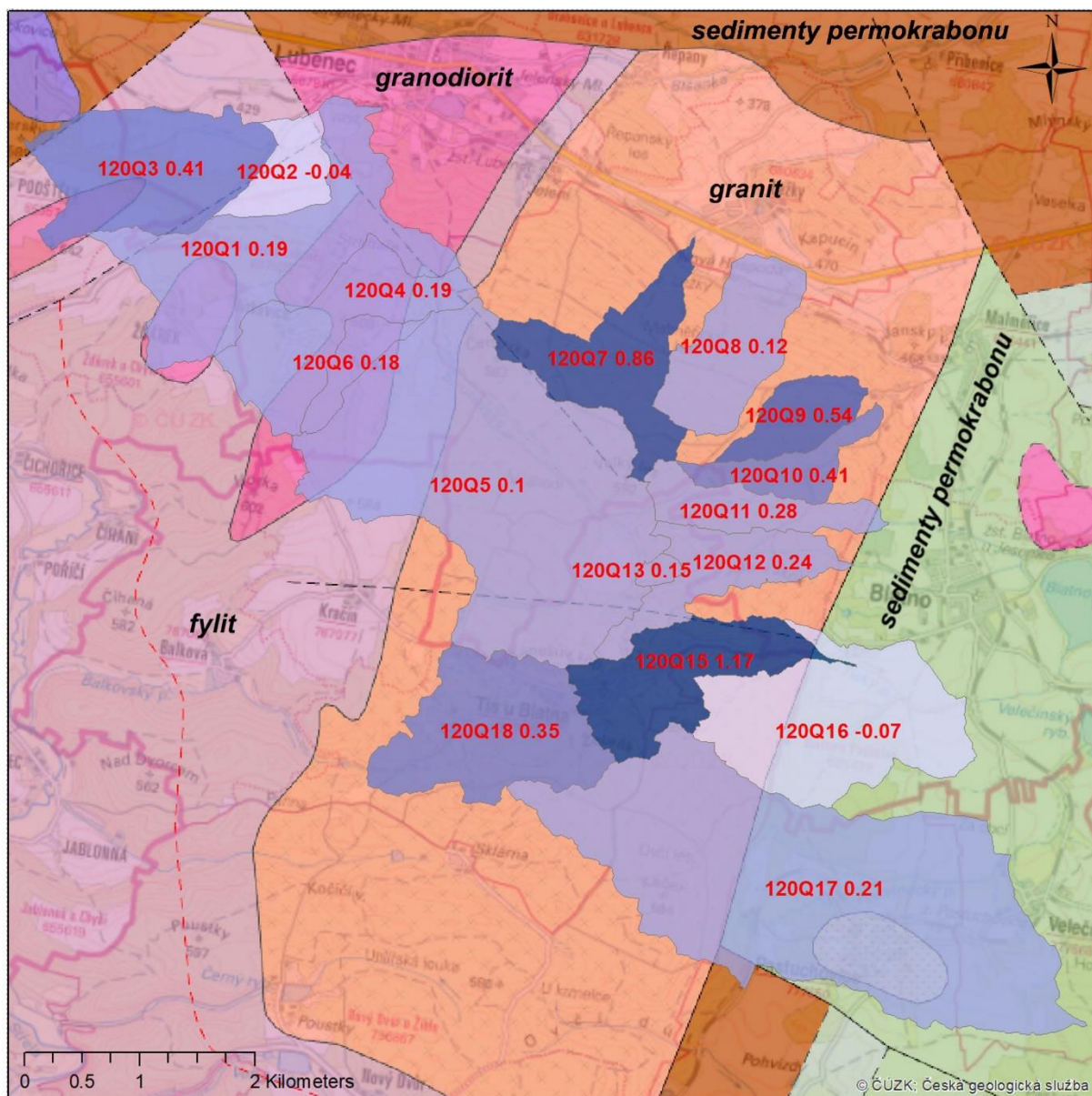
**Čertovka:
Střední specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017**



Obrázek 69 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

**Čertovka:
Specifický podzemní odtok z dílčích povodí v roce 2017**


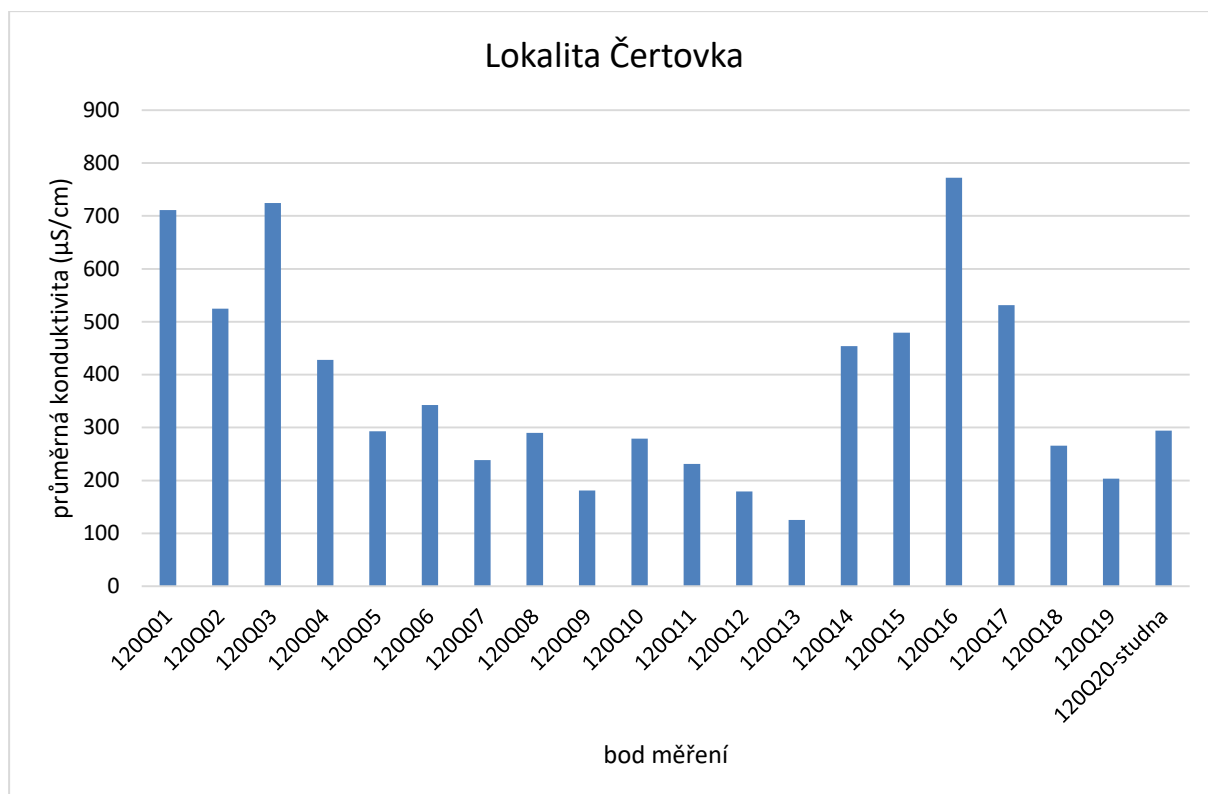
Obrázek 70 Prostorové rozložení prvního kvartilu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017



Obrázek 71 Prostorové rozložení mediánu specifických odtoků z dílčích povodí v roce 2017

4.4.3 Režim fyzikálně-chemických parametrů vod

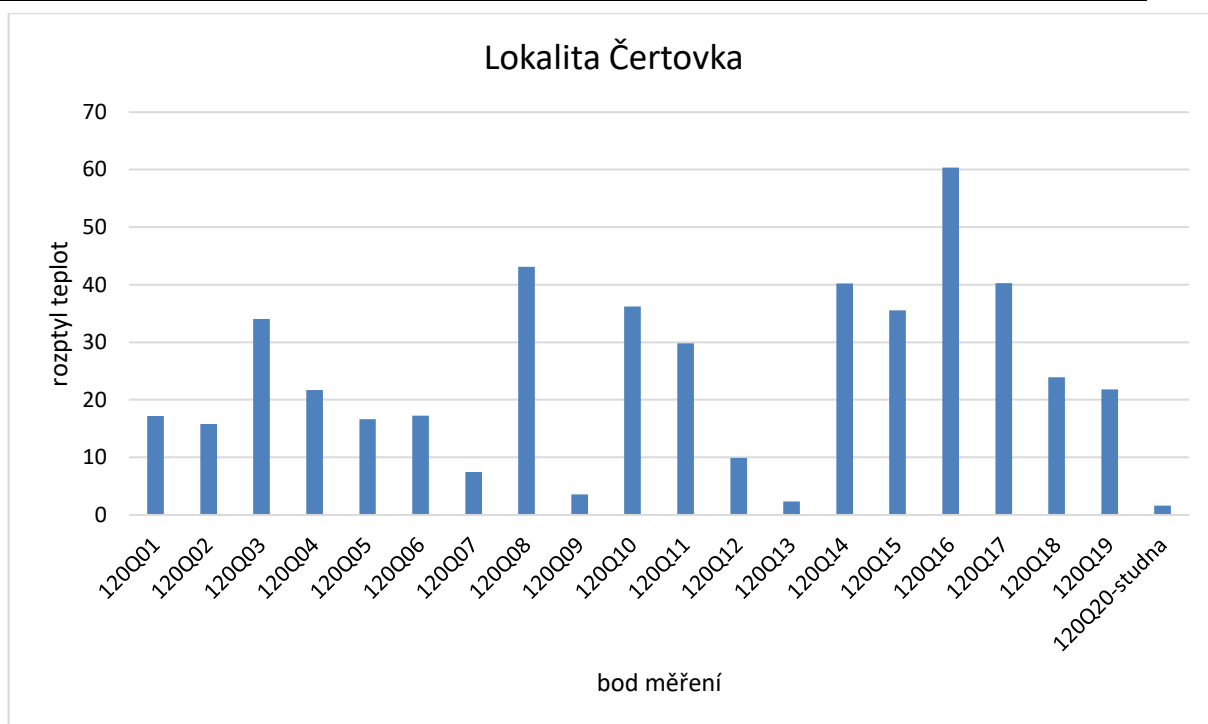
Průměry konduktivit měřených v průběhu roku 2017 na všech sledovaných MP jsou vyznačeny na **obrázku 72**. Z něj je patrné, že se hodnoty konduktivit mezi jednotlivými MP značně liší. U MP, které jsou situovány na elevaci tvořené granitovým masivem (120Q5, 120Q7, 120Q8, 120Q9, 120Q10, 120Q11, 120Q13, 120Q18, 120Q19 a 120Q20) nepřesahuje průměrná konduktivita 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na ostatních MP jsou hodnoty průměrných konduktivit podstatně vyšší a dosahují i hodnot přes 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Všechna povodí MP s průměrnou konduktivitou přesahující 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ jsou tvořena alespoň částečně zemědělsky využívanými plochami, které se nacházejí v okolí granitového masivu lokality Čertovka.



Obrázek 72 Průměrná konduktivita vod v místech měrných profilů

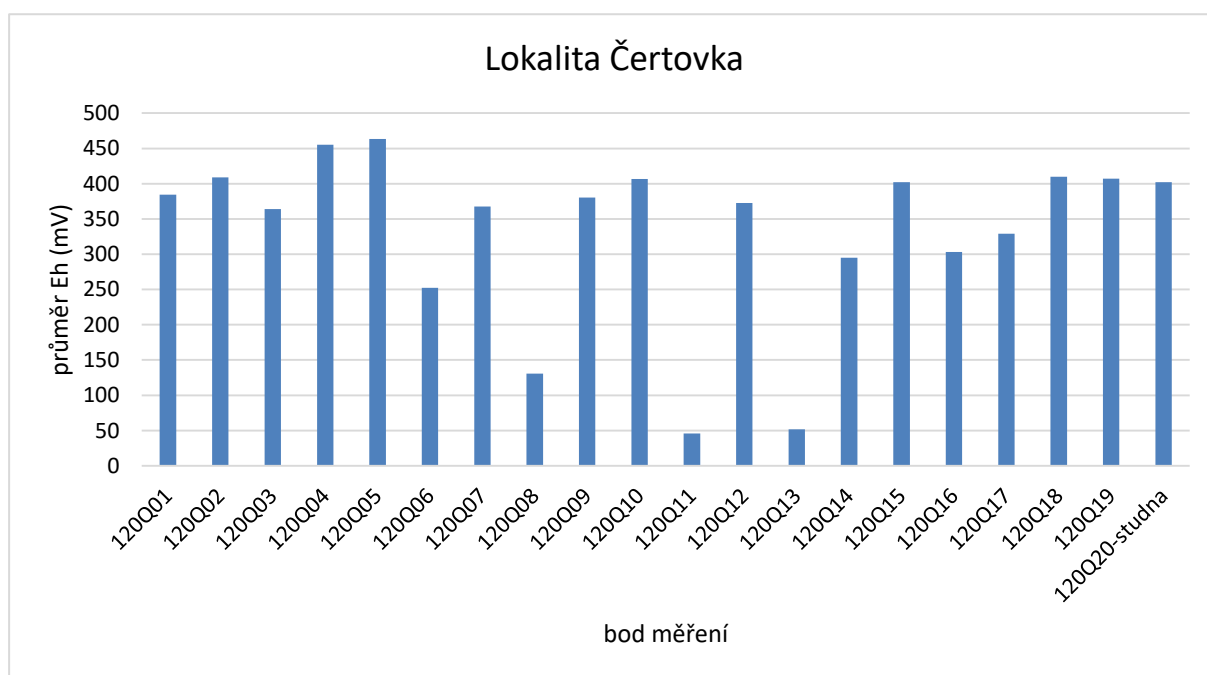
Teplota vod měřená v průběhu 8 terénních etap může být dobrým ukazatelem hloubky, proudění a intenzity přítoku podzemních vod do míst jejich drenáže. Tento ukazatel je však zásadně ovlivněn také vzdáleností místa měření teploty od jejich prvního vývěru na zemský povrch. To znamená, že v případě měření teploty přímo v prameni je proměnlivost naměřených hodnot dána hloubkou a intenzitou proudění, kdežto v případě měření na vodotečích, kde je MP vzdálen od soustředěného vývěru podzemních vod na povrch, je vypovídací hodnota proměnlivosti naměřených teplot snížena vlivem působení venkovních teplot.

Proměnlivost teploty vod vyjádřená rozptylem naměřených hodnot je znázorněna na [obrázku 73](#), ze kterého je zřejmé, že nejnižší rozptyl měřených teplot byl pozorován u bodů 120Q7, 120Q9, 120Q12, 120Q13 a 120Q20, což jsou body reprezentované prameny a studnou (120Q20) a kde je tedy účinek působení venkovních teplot na teplotu měřených vod eliminován.



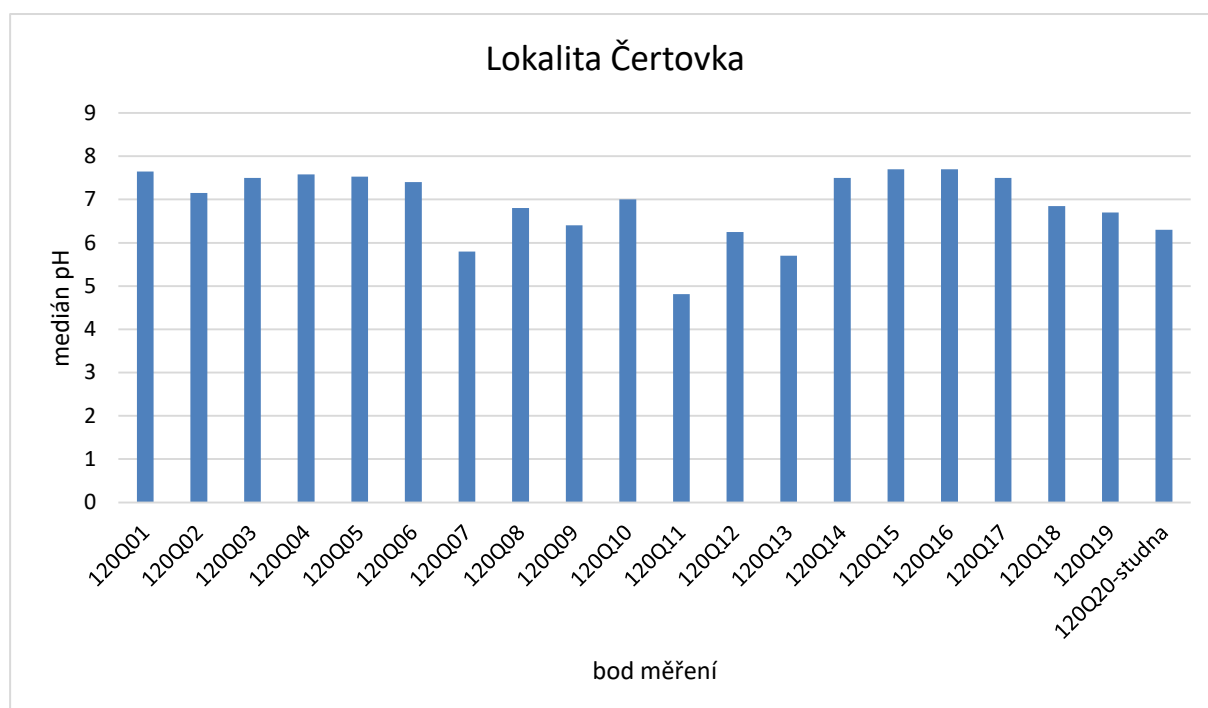
Obrázek 73 Rozptyl teploty vod v místech měrných profilů

Průměrné hodnoty Eh změřené na MP v průběhu roku se ve většině případů pohybují v hodnotách odpovídajících oxidačním poměrům v měřených vodách (**obr. 74**). Výjimkou jsou vody MP 120Q11 a 120Q13, u kterých se podle nízkých průměrných hodnot Eh podmínky blíží redukčním poměrům. Tyto nízké hodnoty jsou u těchto MP způsobeny velice nízkými průtoky během letních měsíců, kdy následně vlivem rozkladu organické hmoty a minimálního přítoku čerstvých vod dochází ke snižování hodnot Eh (**přílohy**).



Obrázek 74 Průměr Eh vod v místech měrných profilů

Medián hodnot pH naměřených v průběhu roku 2017 je znázorněn na **obrázku 75**. Podle něj náleží nejnižší hodnoty pH MP 110Q7, 110Q11 a 110Q13, jejichž medián nepřesahuje pH 6. Nižší hodnoty pH spočívají u těchto MP v tom, že se jedná o prameny nebo situování místa měření na vodoteči nedaleko pod výskytem pramene (110Q11). U těchto vod totiž ještě vlivem krátkého kontaktu vod s atmosférou a dnovými sedimenty nedošlo k neutralizaci mírně kyselého pH způsobené sycením vod půdním CO₂ při jejich infiltraci a průtoku půdním profilem do saturované zóny. Naopak hodnoty pH >7 byly zaznamenány u MP, které se nacházejí na nižších partiích vodotečí, kde se již pH vlivem reakce vod s dnovými sedimenty zvýšilo až na tyto mírně alkalické hodnoty.

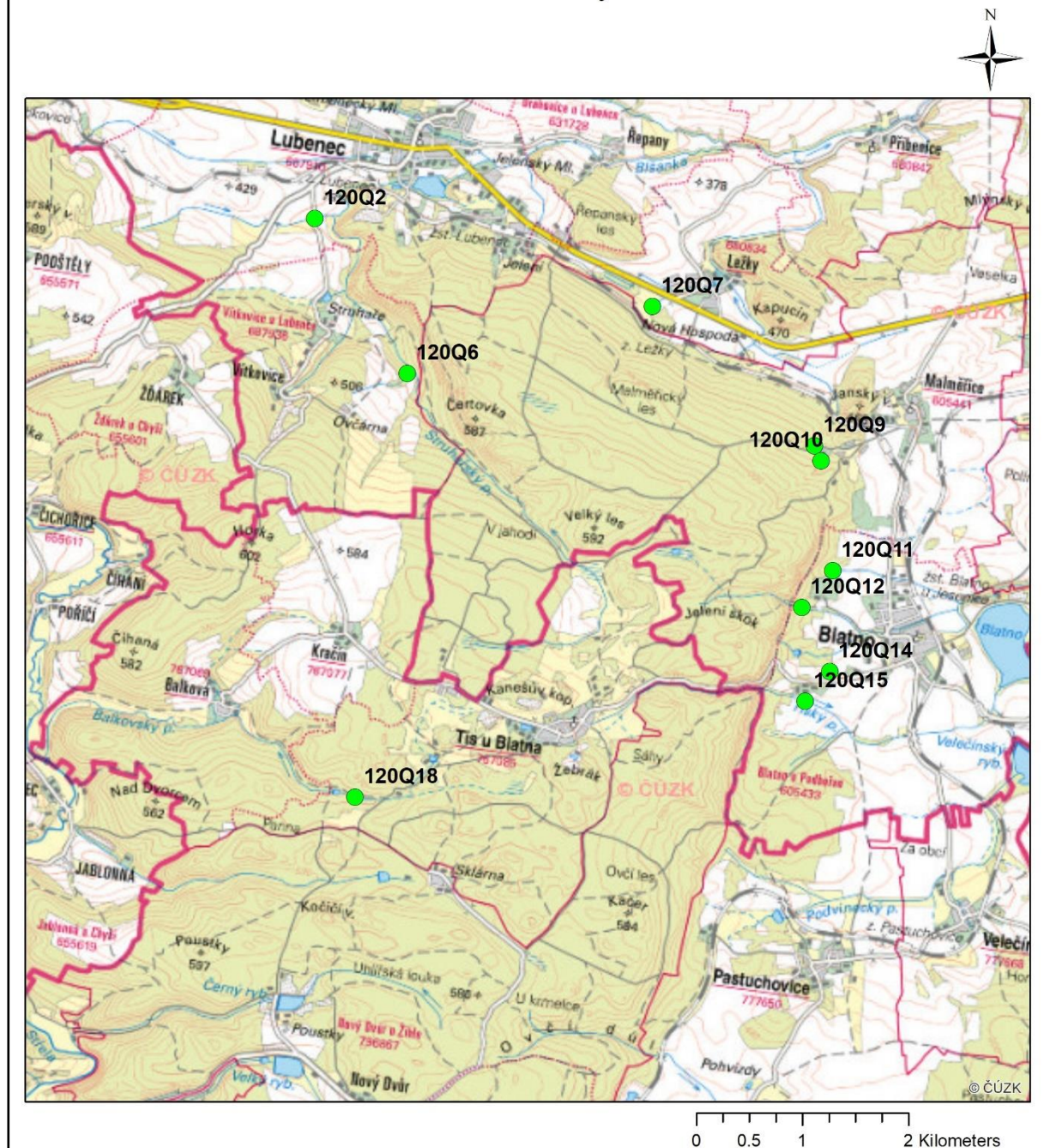


Obrázek 75 Medián pH vod v místech měrných profilů

4.4.4 Hydrochemie vod

Dne 15. 11. 2017 bylo na lokalitě Čertovka provedeno vzorkování vod na deseti vybraných a v průběhu roku 2017 sledovaných měrných profilů. Vzorkované MP jsou vyznačeny na **obr. 76**, přičemž výběr míst odběru podzemních vod pro účely chemické analýzy byl zvolen, aby byla vzorkováním plošně pokryta celá oblast režimního měření a aby ve vybraných bodech byly zastoupeny také přítoky podzemních vod identifikované během zimní termometrie a interpretované jako přítoky vázané na významné hydrogeologické heterogenity (zlomy či změna litologie hornin).

Čertovka: Místa vzorkování vod na chemickou analýzu

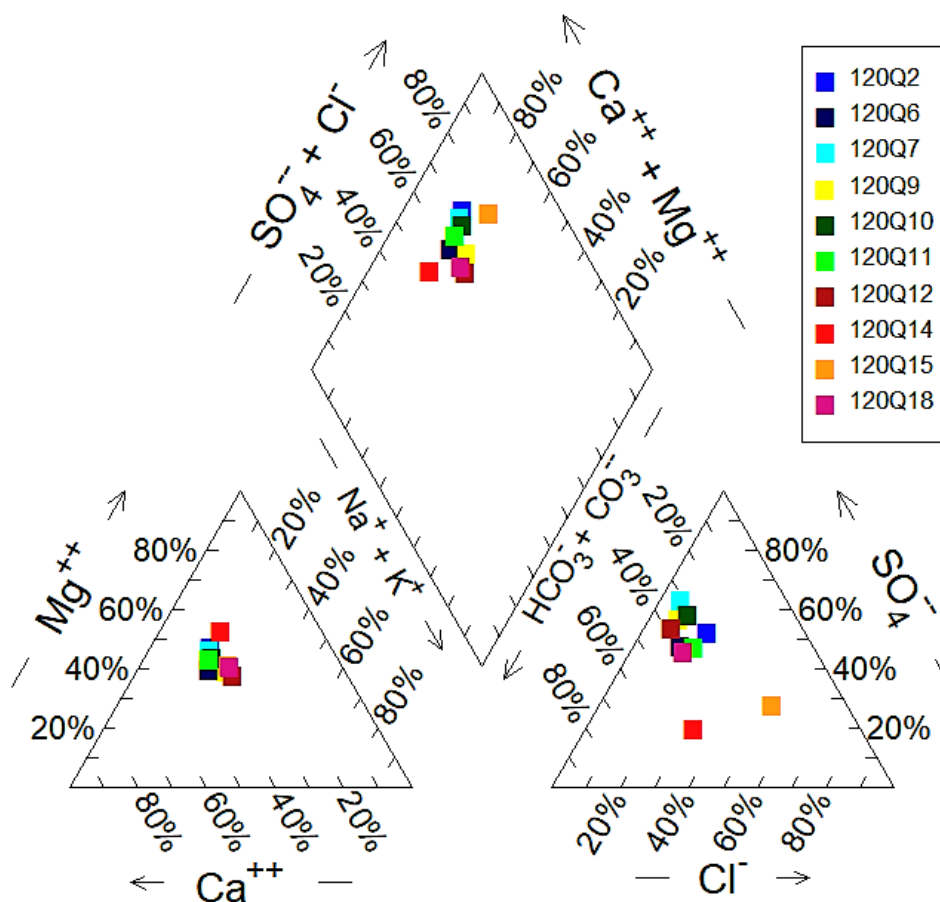


Obrázek 76 Místa odběru vod na chemickou analýzu

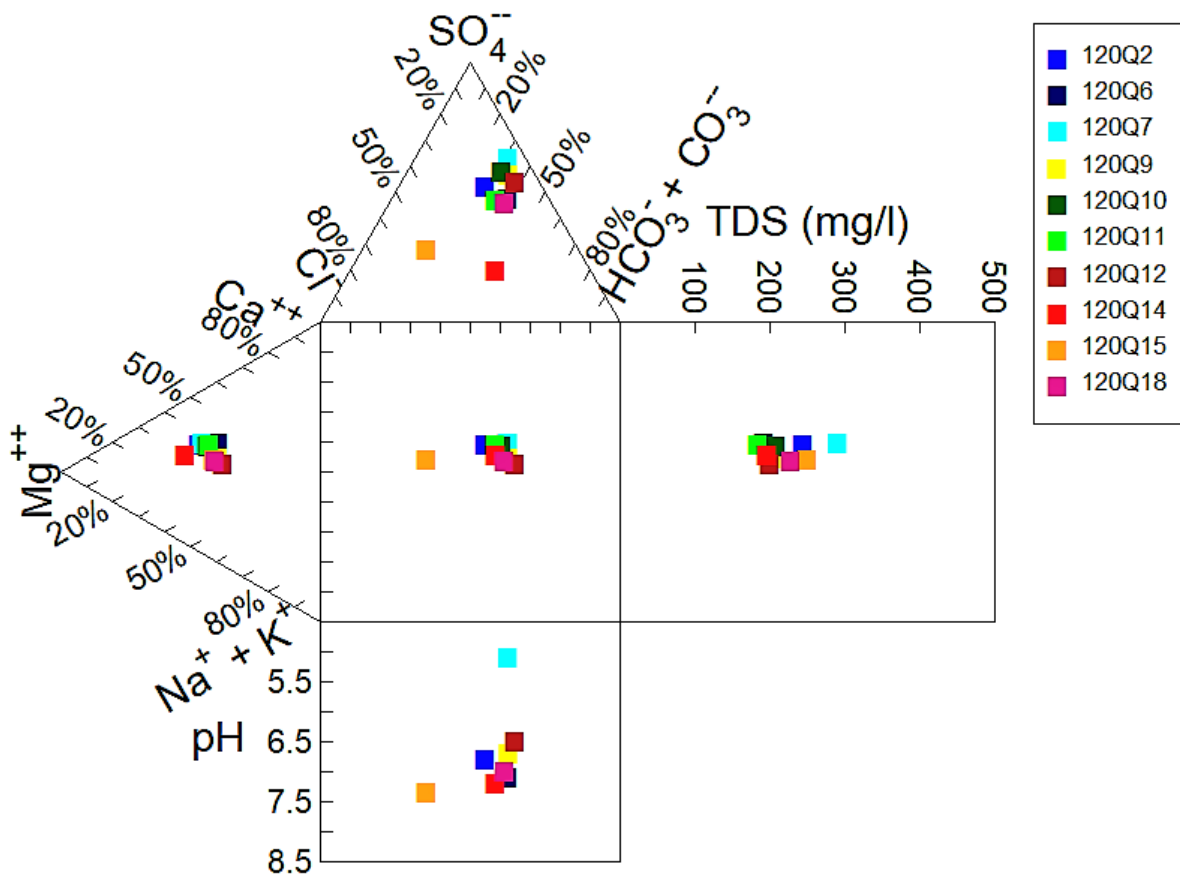
Výsledky chemických analýz odebraných vod jsou znázorněny na Piperově a Durovově diagramu (**obr. 77 a 78**). Podle nich tvoří vzorkované vody odebrané na lokalitě Čertovka tři hlavní skupiny vod. K první dominantní skupině vod (8 vzorků) patří vody přecházející od hydrochemického typu $\text{CaMg-HCO}_3\text{SO}_4$ k vodám s vyšším podílem síranů, tedy k vodám typu CaMg-SO_4 . Další skupinu tvoří pouze jeden vzorek odebraný na MP 120Q14, který patří k hydrochemickému typu Mg-HCO_3 a třetí skupinu tvoří opět pouze jeden vzorek 120Q15, který lze klasifikovat jako vodu MgCa-Cl typu.

Chemické složení dominantní skupiny vod $\text{MgCa-HCO}_3\text{SO}_4$ až MgCa-SO_4 je zřejmě ovlivněno oxidací sulfidů přítomných v granitoidních horninách, ke které dochází při proudění podzemní vod. Vzorek vody odebraný z pramene 130Q7, u kterého byla během zimní termometrie identifikována na lokalitě druhá nejvyšší teplota, je zároveň vzorkem s nejvyšším zastoupením síranů, s nejnižším podílem chloridů a nejvyšší zaznamenanou mineralizací (**obr. 78**). Složení tohoto vzorku zjevně odpovídá chemismu nejhlubších vod indikovaných v prostoru lokality Čertovka. Druhým vzorkem s nejvyšším zastoupením síranů je 120Q9, na kterém byla během termometrie zjištěna na této lokalitě zcela nejvyšší teplota. Rostoucí zastoupení síranů tedy zdá se souvisí s rostoucí hloubkou, respektive zdržením podzemních vod v horninovém prostředí.

Vzorek vody odebrané z MP 130Q14 a náležející Mg-HCO_3 typu, odpovídá svým složením typickým vodám mělkého oběhu. Složení vzorku vod odebraných na MP 120Q15 a klasifikovaných jako CaMg-Cl je zjevně ovlivněno zemědělskou činností, spojenou v tomto případě zřejmě s nedalekým chovem koní.



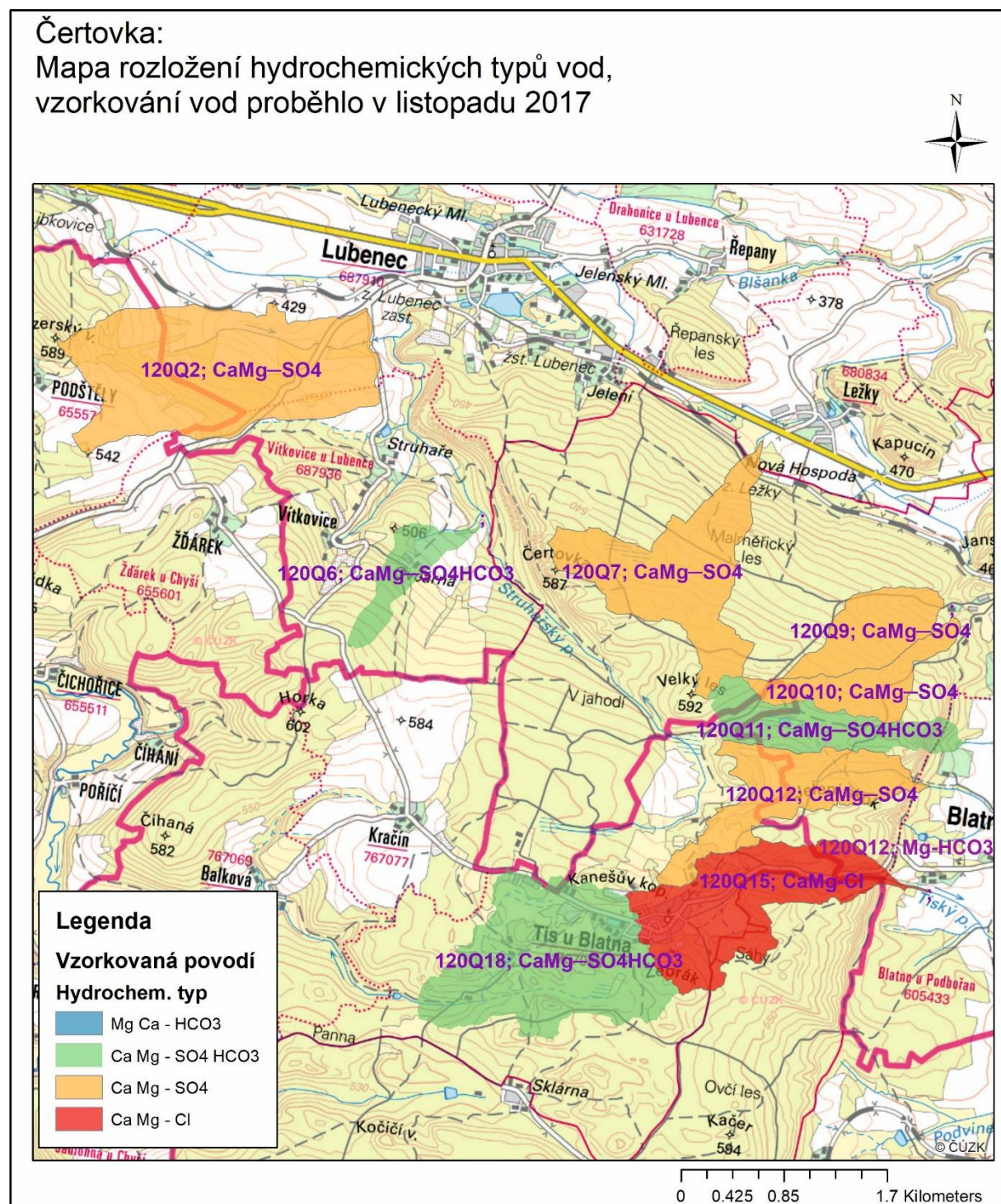
Obrázek 77 Piperův klasifikační diagram




Obrázek 78 Durovův klasifikační diagram

Prostorové rozložení hydrochemických typů vod

Rozložení hydrochemických typů vod identifikovaných na základě analýzy deseti vzorů vod je znázorněno na **obrázku 79**. Z něj je patrná dominance CaMg-SO_4 vod odtékajících ze svahů granitového masívu.



Obrázek 79 Prostorové rozložení hydrochemických typů vod

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplňí SÚRAO)

4.4.5 Shrnutí výsledků

Lokalita Čertovka se vyznačuje nízkými hodnotami specifického podzemního odtoku charakterizovaného hodnotou 1,17 l/s/km² stanovenou jako medián SO v povodí 120Q15. Tato poměrně nízká hodnota je zřejmě způsobena neúplným zachycením vod infiltrujících ve vrcholových partiích povodí a proudících sestupným prouděním směrem k jeho okrajům, kde je zřejmě jen jejich část drénována k masivu přílehlými prameny a vodními toky. K tomuto jevu zřejmě dochází i v ostatních povodích monitorovaných v průběhu roku 2017, a u kterých byly výsledné hodnoty SO ještě nižší než hodnota stanovená pro povodí 110Q15.

Chemickými analýzami byla prokázána dominance výskytu CaMg vod s dominantním zastoupením aniontů HCO₃ a SO₄. Srovnání výsledků získaných během termometrie s výsledky chemických analýz nabízí korelaci mezi rostoucím zastoupením síranů v podzemních vodách s rostoucí hloubkou, respektive zdržením podzemních vod v horninovém prostředí.

5 Seznam literatury

- Boor, B., Kunčtátský, J., Patořka, C. (1968): *Hydraulika pro vodohospodářské stavby*. — SNTL/ALFA. Praha.
- Durov, S., A. (1948): Natural waters and graphic representation of their compositions.- Dokl. Akad. Nauk SSSR, 59: 87–90.
- ČSN ISO 1438/1 (1977): Měření průtoků vody v otevřených korytech pomocí přelivů a Venturiho žlabů: Část 1 - Tenkostěnné přelivy. — Český normalizační institut. Praha.
- Fisher, R.,S., Mulican, W,F. III, (1997): Hydrochemical evolution of sodium-sulfate and sodium-chloride groundwater beneath the Northern Chihuahuan desert, Trans-Pecos, Texas, USA. *Hydrogeology Journal*, 5 (2), 4–16.
- Kžíž, V. (1988): *Hydrometrie – Učebnice pro vysoké školy*. – Státní pedagogické nakladatelství. Praha.
- Moore, R., D. (2003): Introduction to Salt Dilution Gauging for Streamflow Measurement: Part 1. - *Watershed Management Bulletin* 7 (4): 20-23.
- Moore, R., D. (2004): Introduction to Salt Dilution Gauging for Streamflow Measurement: Part 2: Constant-rate Injection. - *Watershed Management Bulletin* 8 (1): 11-15.
- Piper, A., M. (1944): A graphic procedure in the geochemical interpretation of wateranalyses.- *Trans AM Geophys Union*, 25: 914–923.
- World Meteorological Organization (2010): *Manual on Stream gauging; Volume I – Fieldwork*. – Chairperson, Publications Board. Geneva.

WWW stránky

- Česká geologická služba. [online]. 1.12.2017 dostupné z <http://www.geology.cz/extranet>
- Hydroekologický informační systém VÚV TGM. [online]. 1.12.2017 dostupné z <https://heis.vuv.cz/>
- National Oceanic and Atmospheric Administration U.S. [online]. 1.12.2017 dostupné z <https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdo>
- OTT C2 [online]. 1.12.2017 [online]. 1.12.2017 dostupné z <http://www.ott.com/products/water-flow-3/ott-c2-385/>
- OTT Z400. [online]. 1.12.2017 dostupné z <http://www.ott.com/products/vand-flow-221/ott-z400-971/>

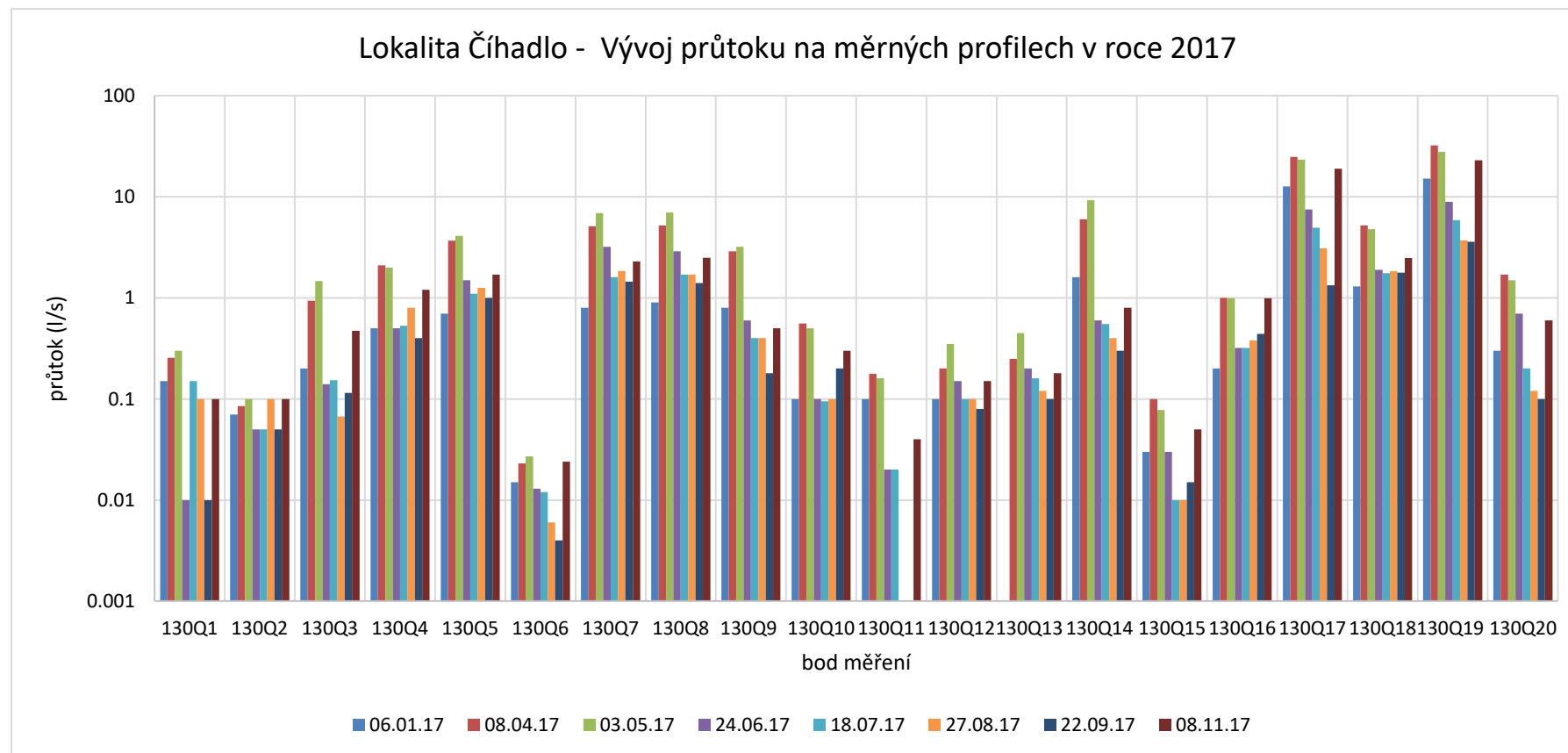
6 Přílohy

Přílohy jsou rozděleny na přílohy grafické a tabulkové.

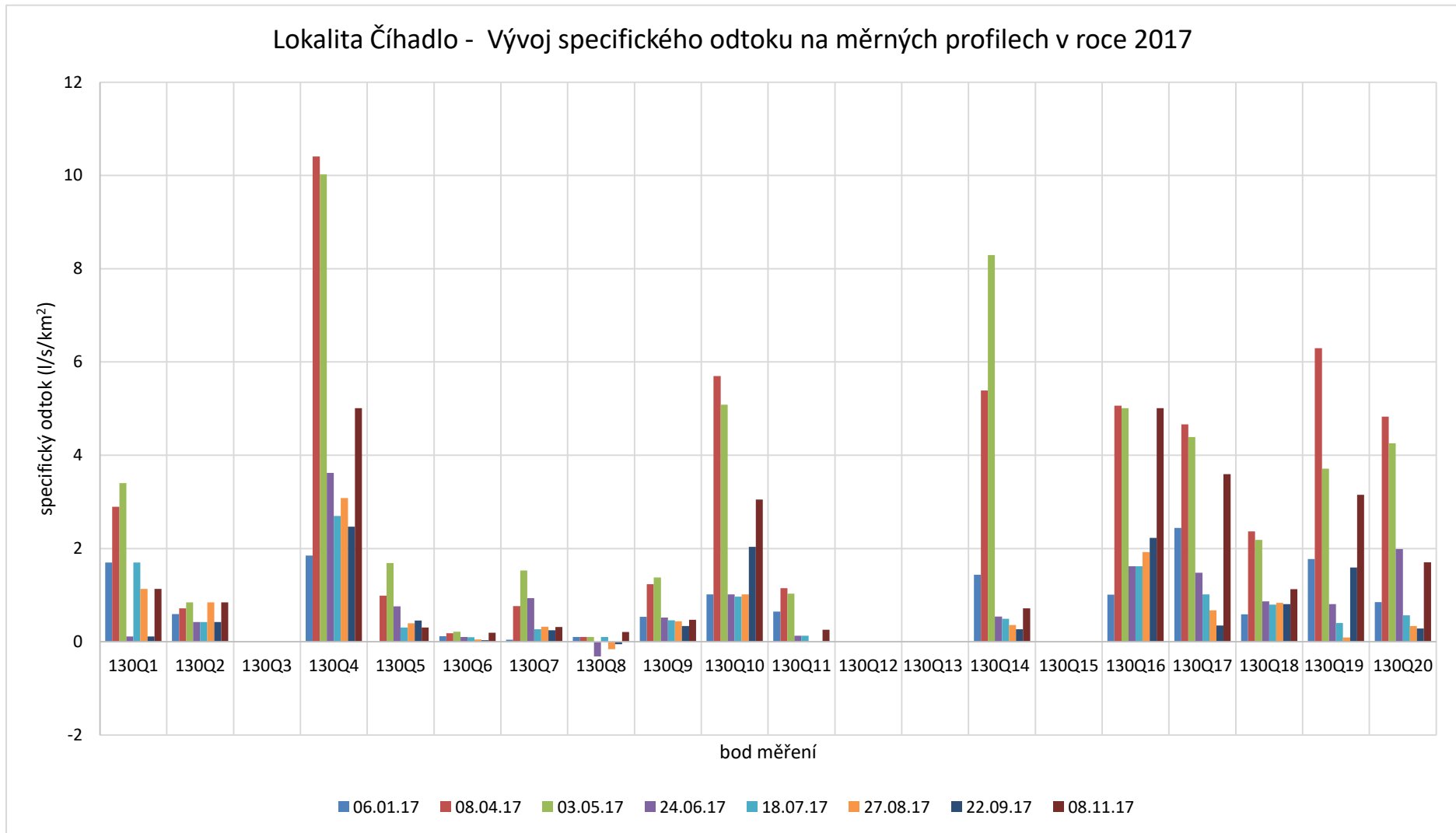
6.1 Grafické přílohy

6.1.1 Lokalita Čihadlo

Průtoky a specifické odtoky



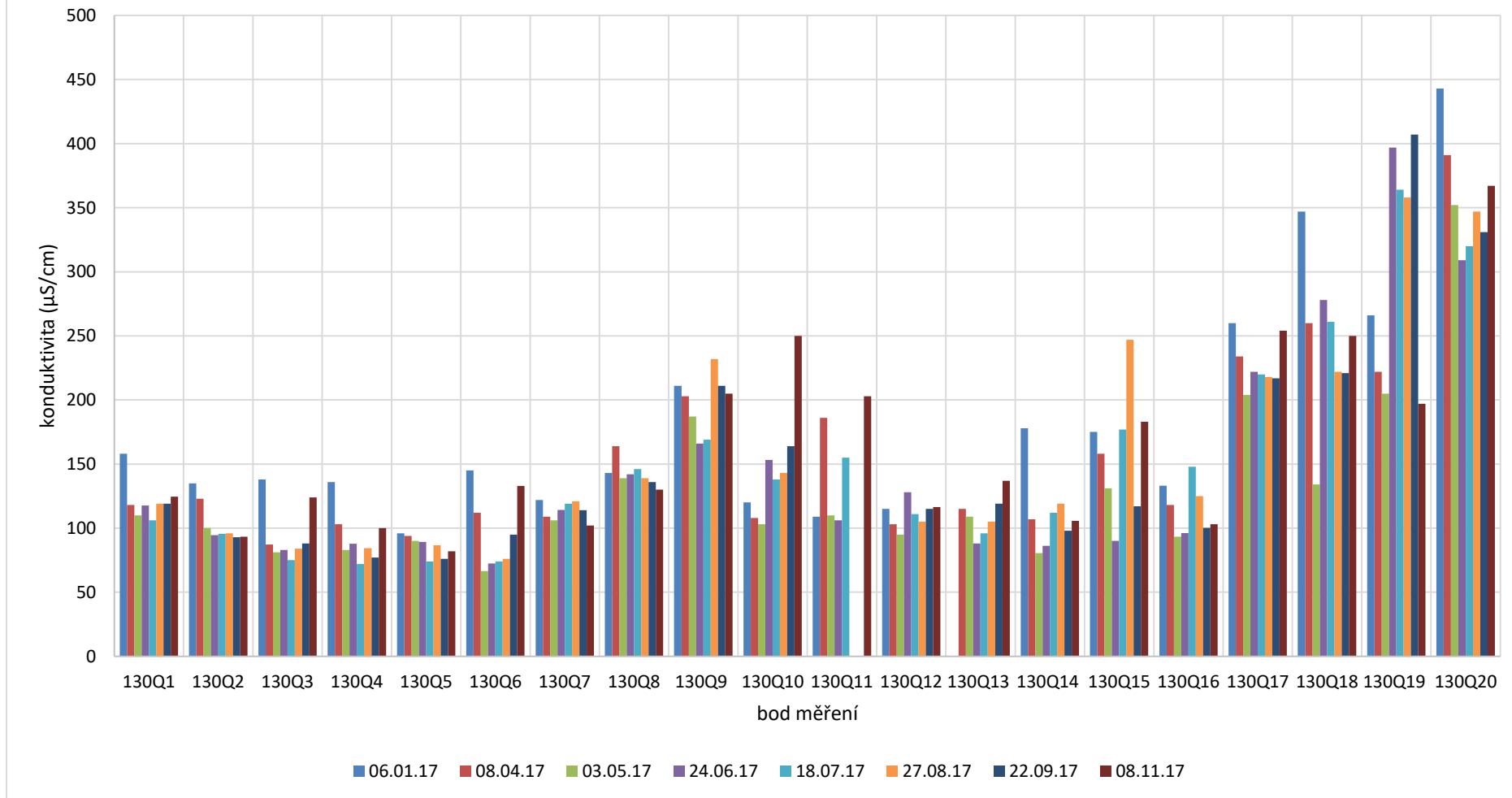
Příloha 1 Lokalita Čihadlo - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017



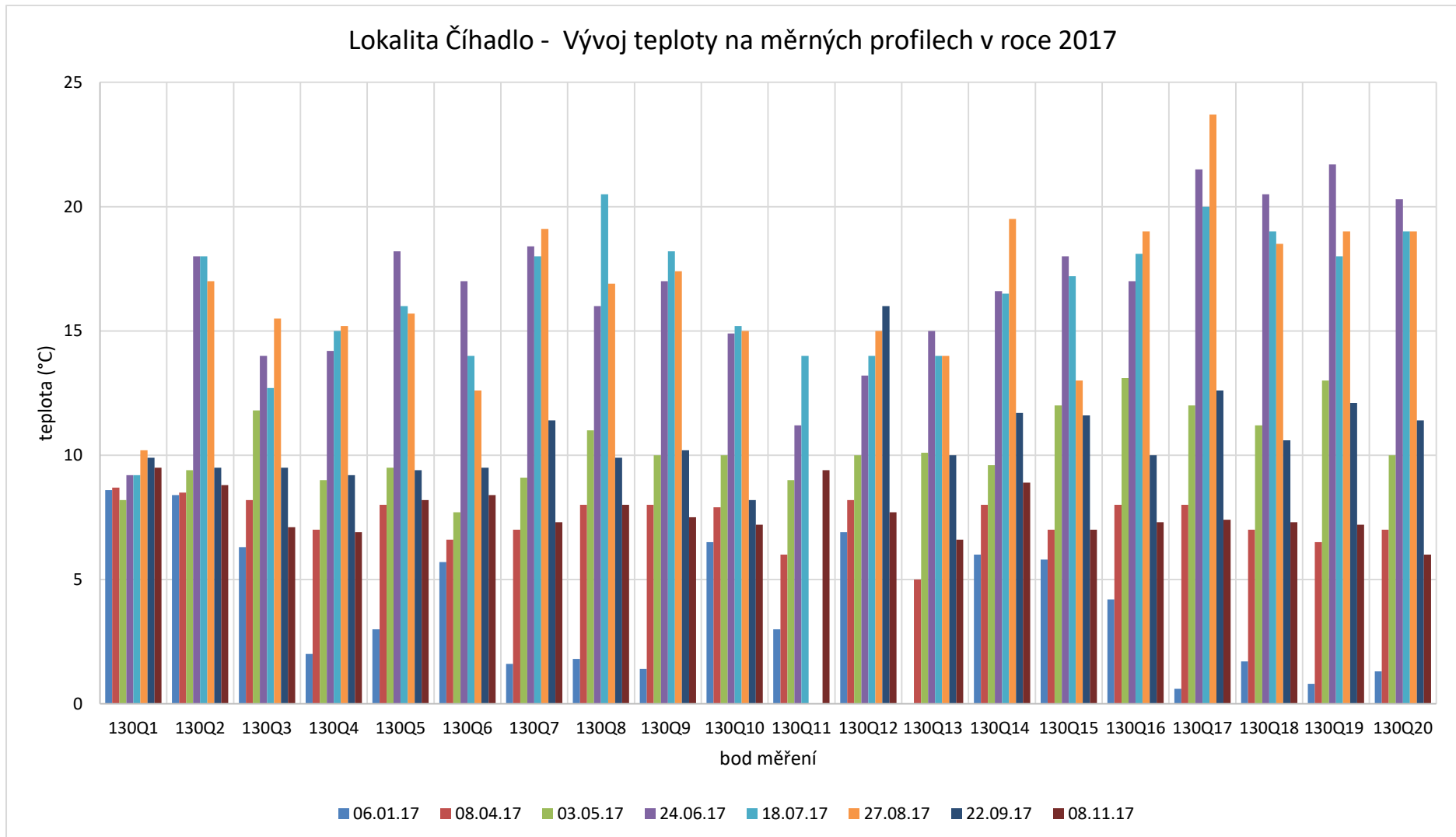
Příloha 2 Lokalita Čihadlo - Vývoj specifického odtoku na měrných profilech v roce 2017

Fyzikálně-chemické parametry

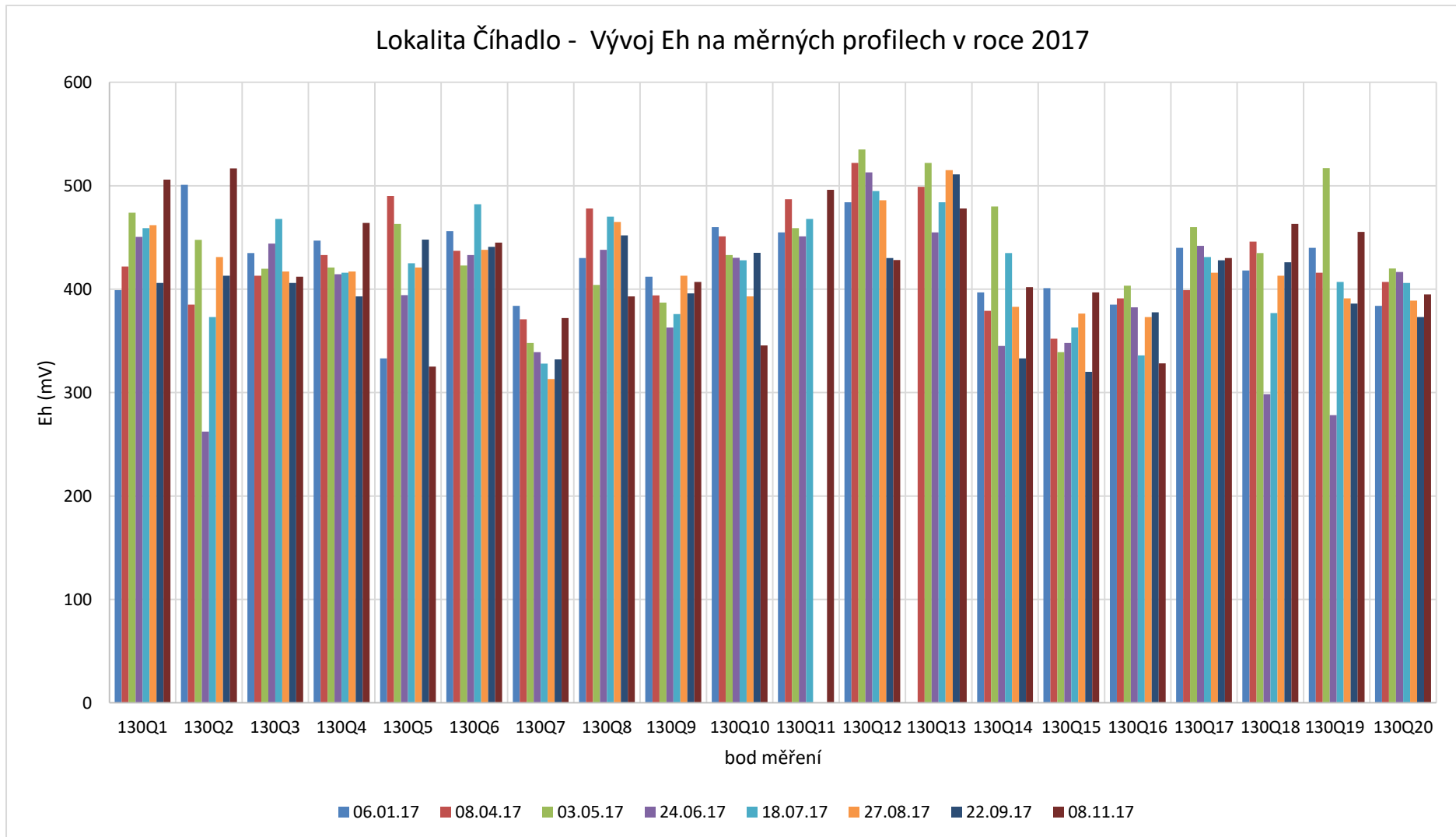
Lokalita Číhadlo - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017



Příloha 3 Lokalita Číhadlo - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017

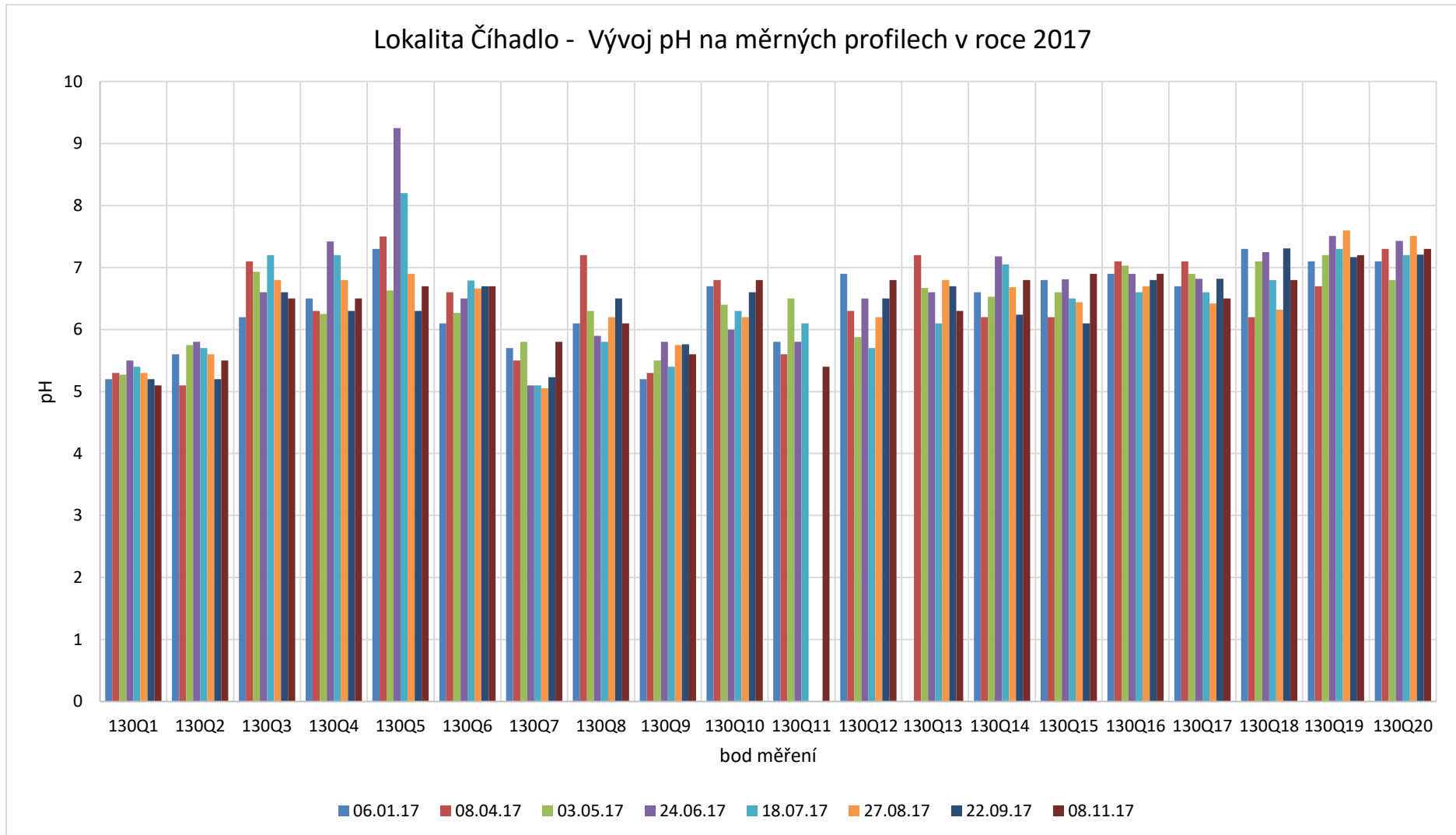
Lokalita Číhadlo - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017


Příloha 4 Lokalita Číhadlo - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017

Lokalita Číhadlo - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017


Příloha 5 Lokalita Číhadlo - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017

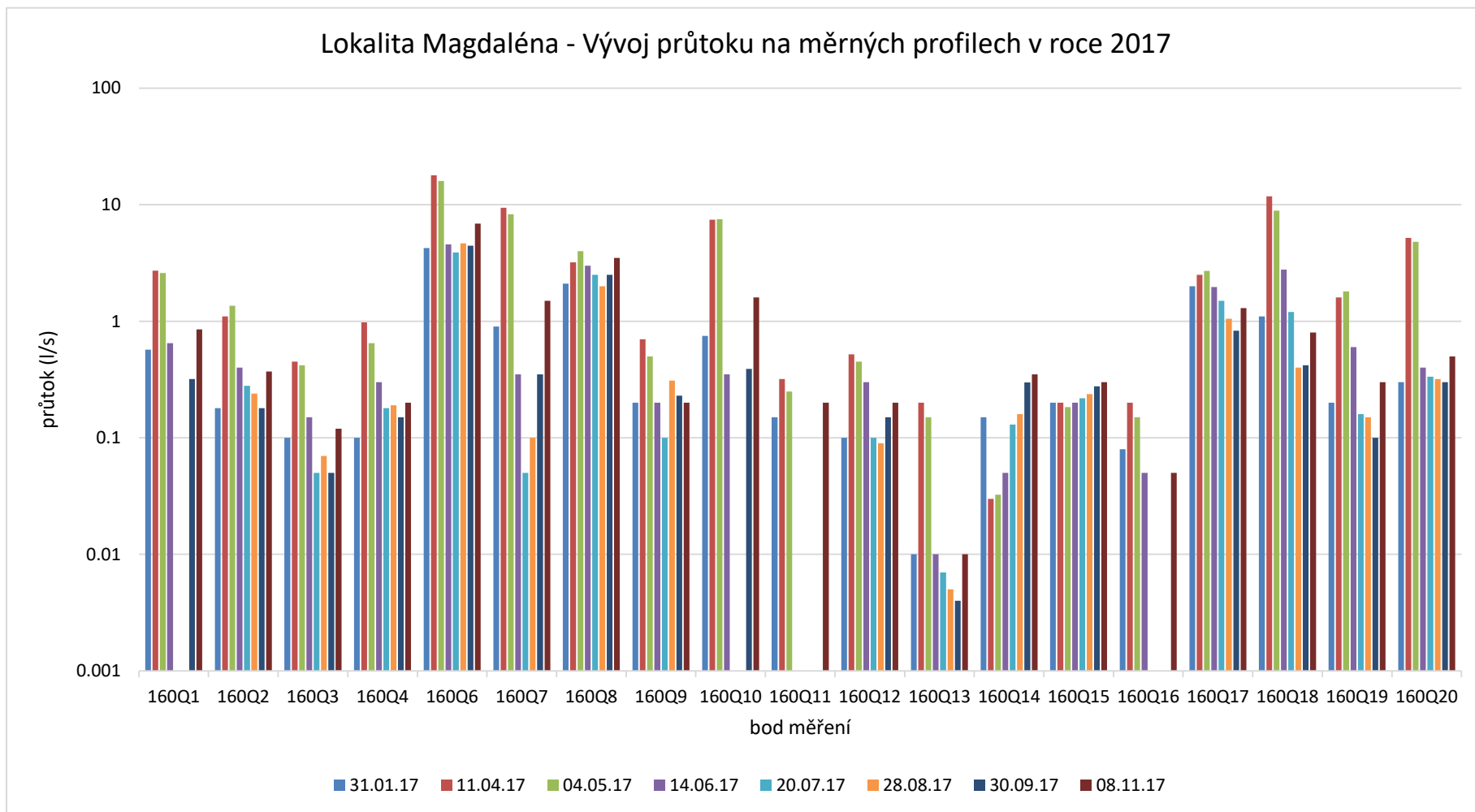
Lokalita Číhadlo - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017



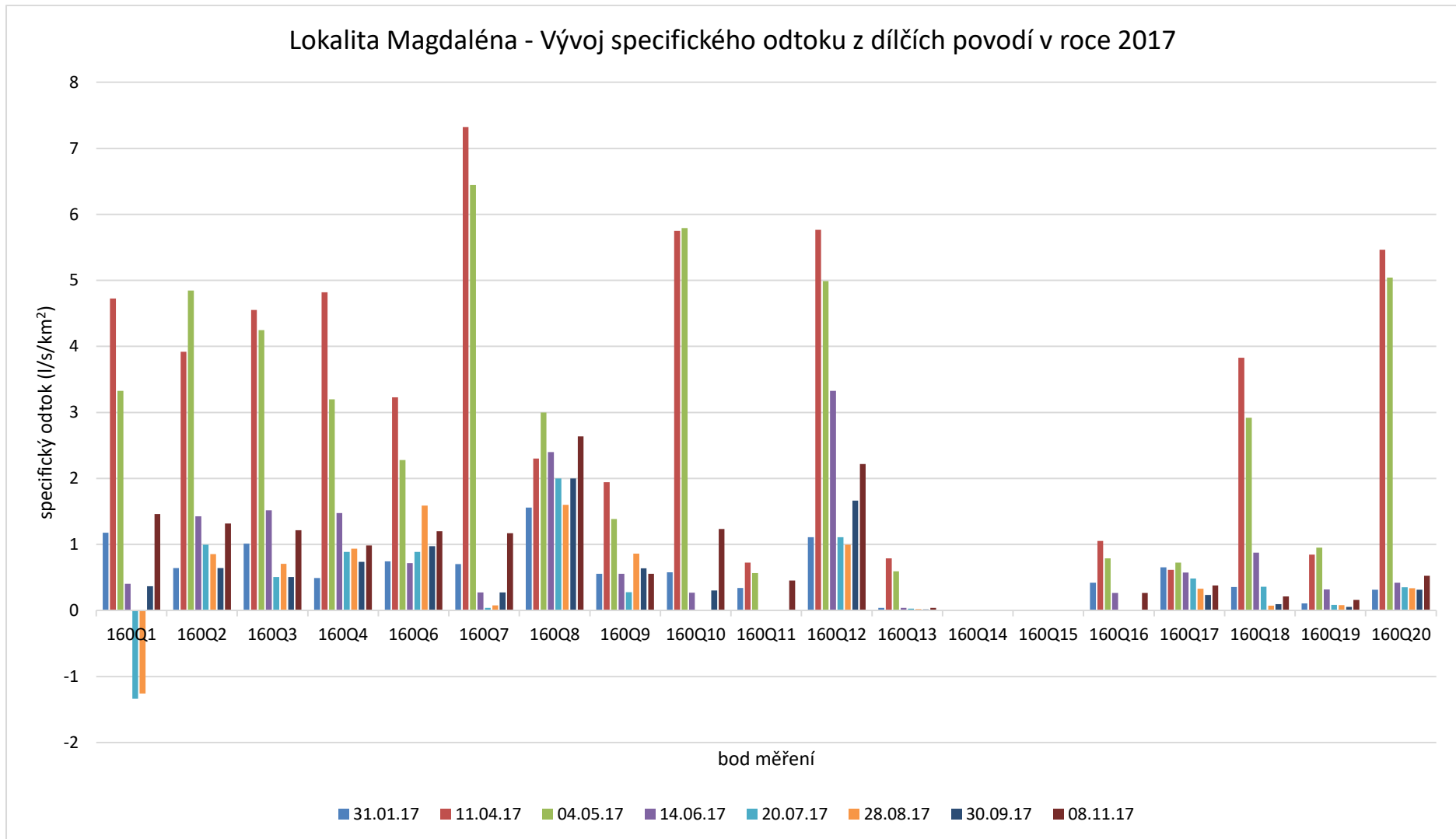
Příloha 6 Lokalita Číhadlo - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017

6.1.2 Lokalita Magdaléna

Průtoky a specifické odtoky

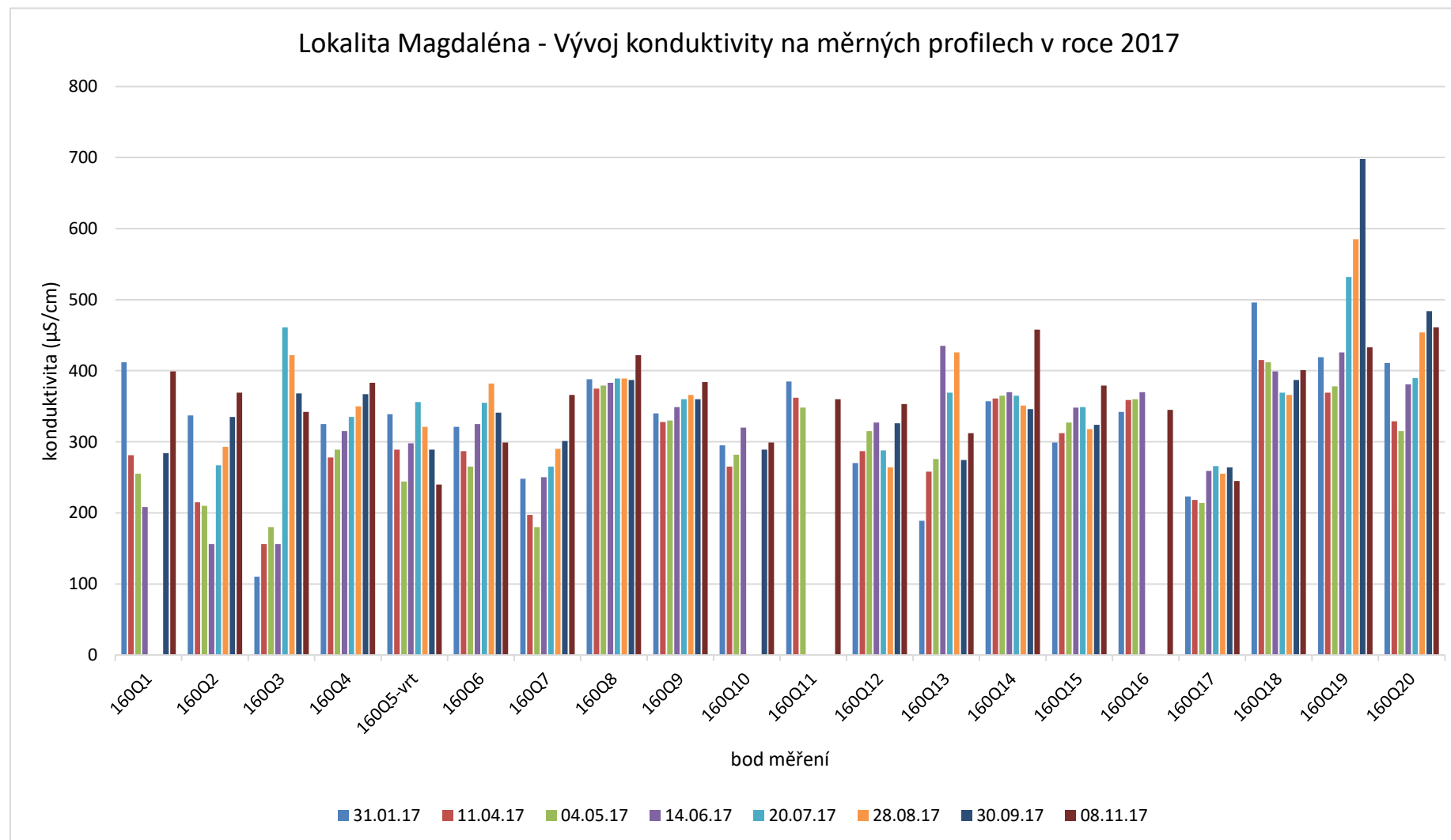


Příloha 7 Lokalita Magdaléna - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017

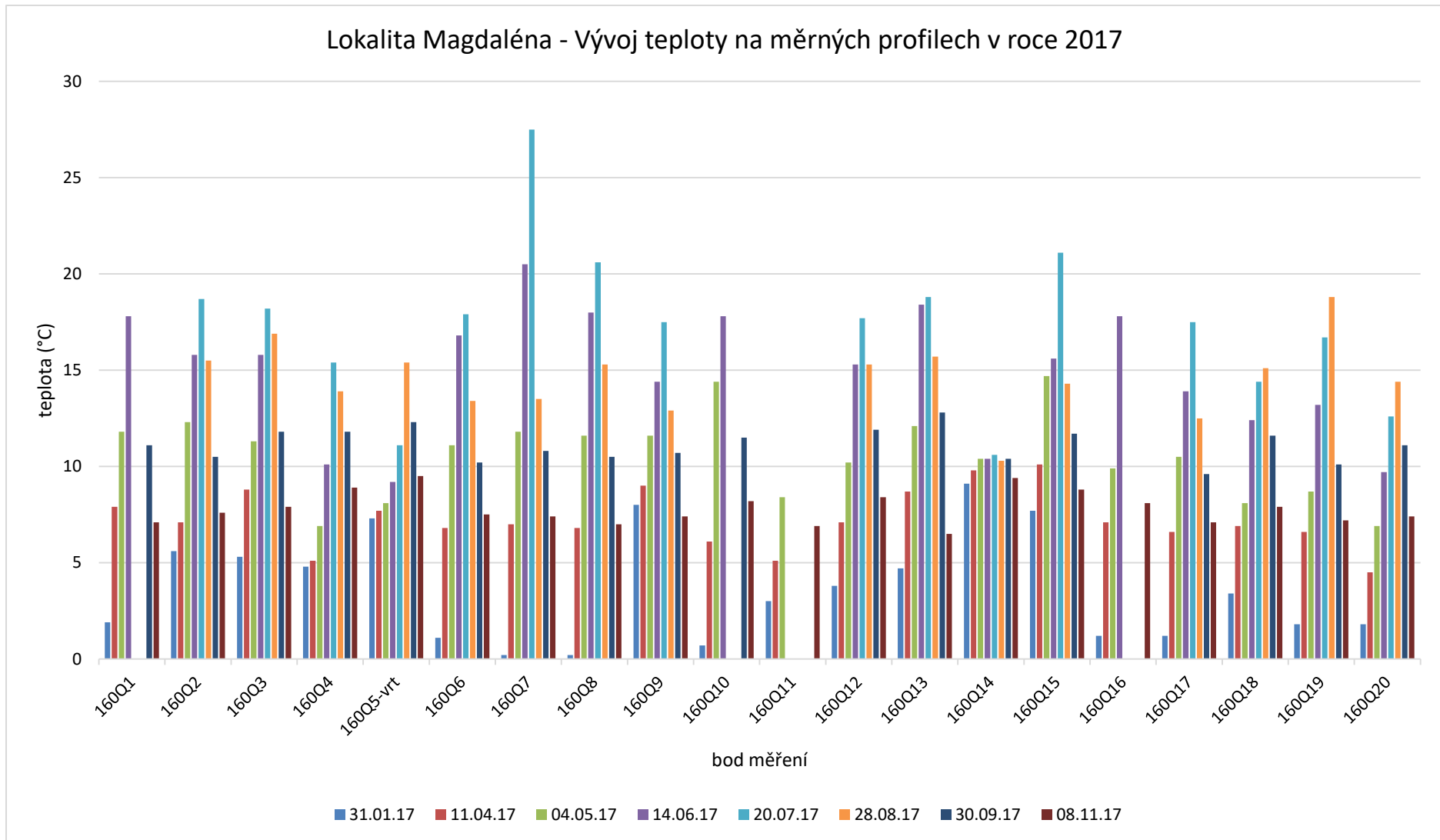


Příloha 8 Lokalita Magdaléna - Vývoj specifického odtoku z dílčích povodí v roce 2017

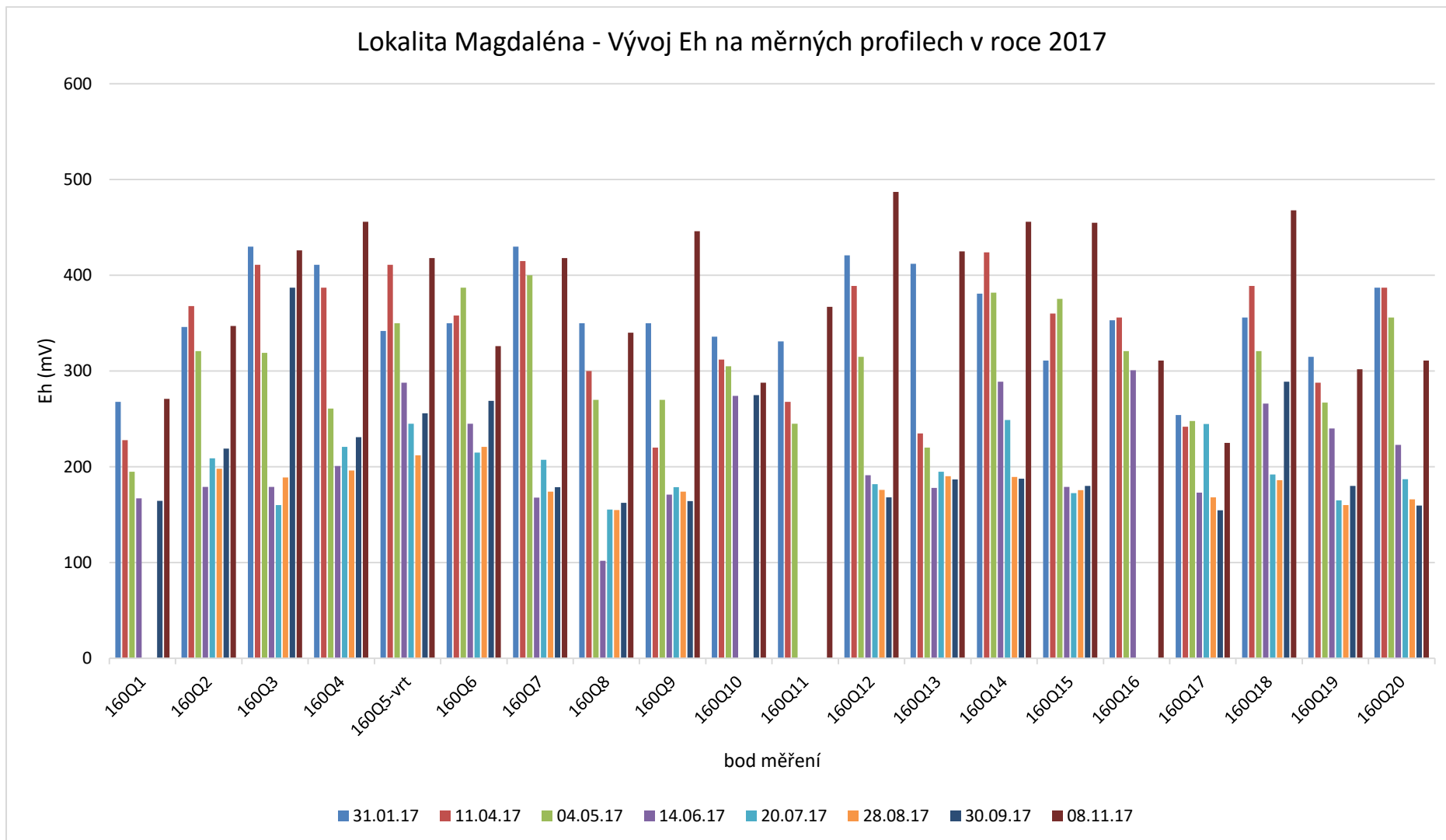
Fyzikálně-chemické parametry



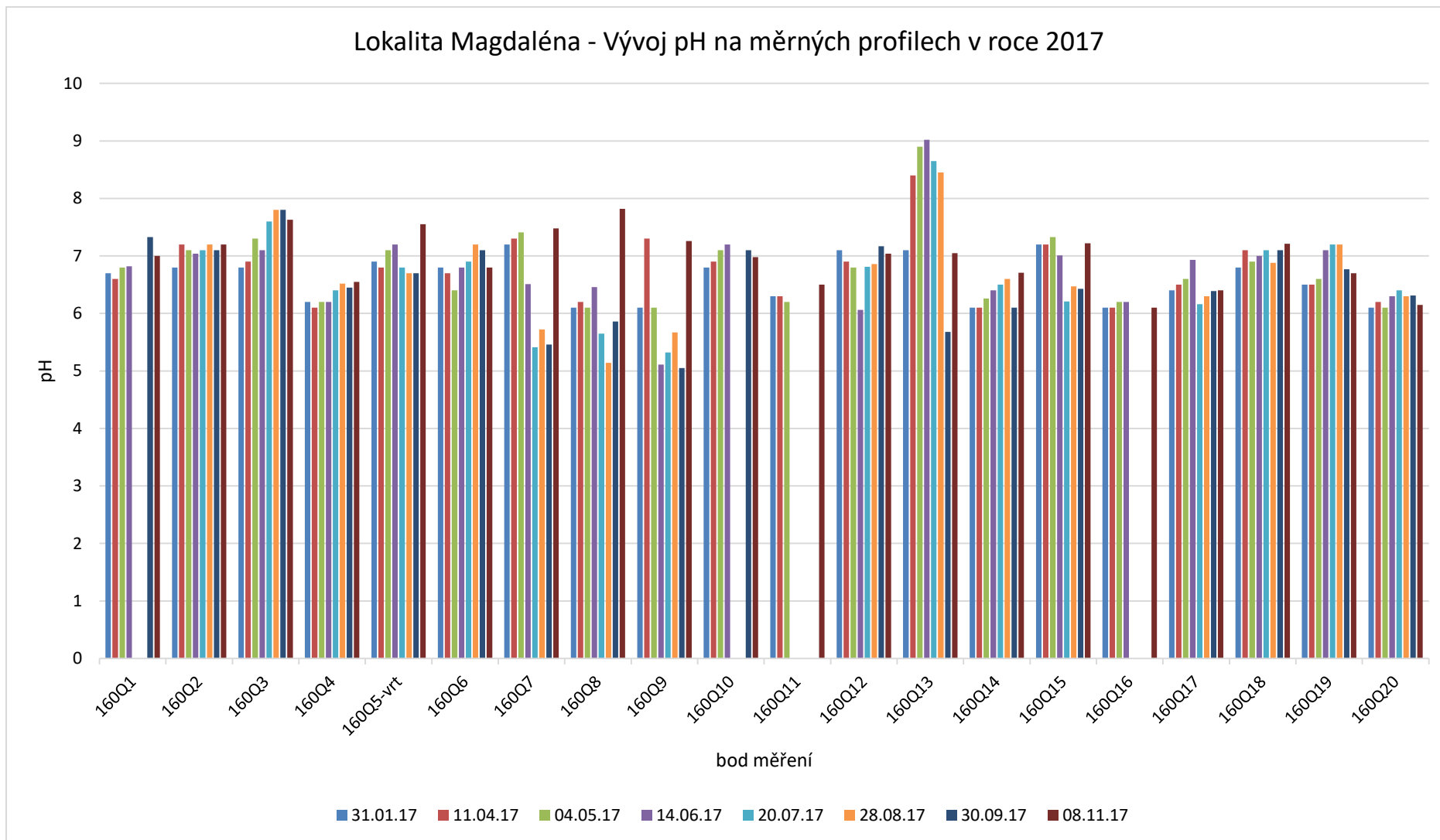
Příloha 9 Lokalita Magdaléna - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017



Příloha 10 Lokalita Magdaléna - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017



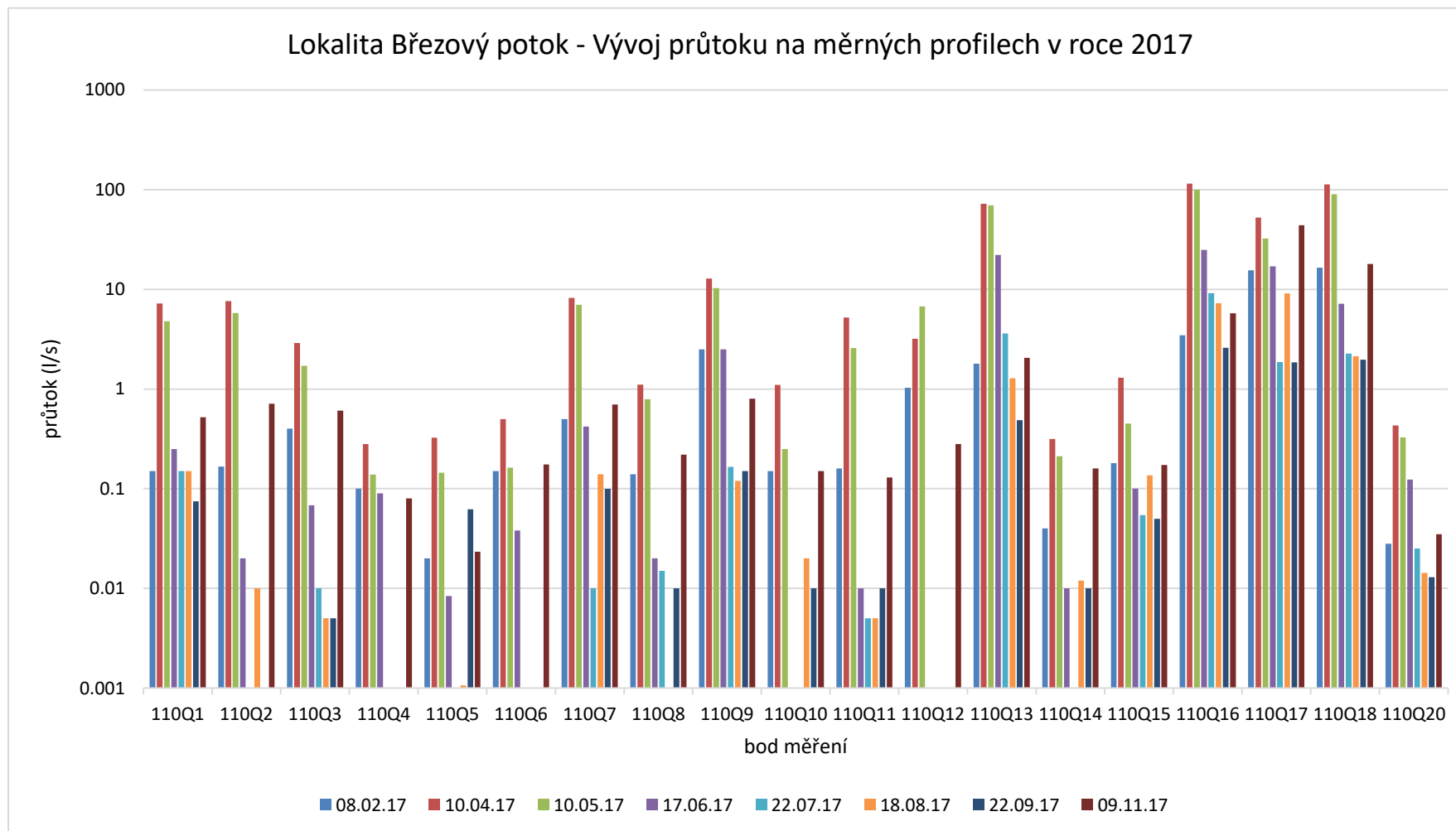
Příloha 11 Lokalita Magdaléna - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017



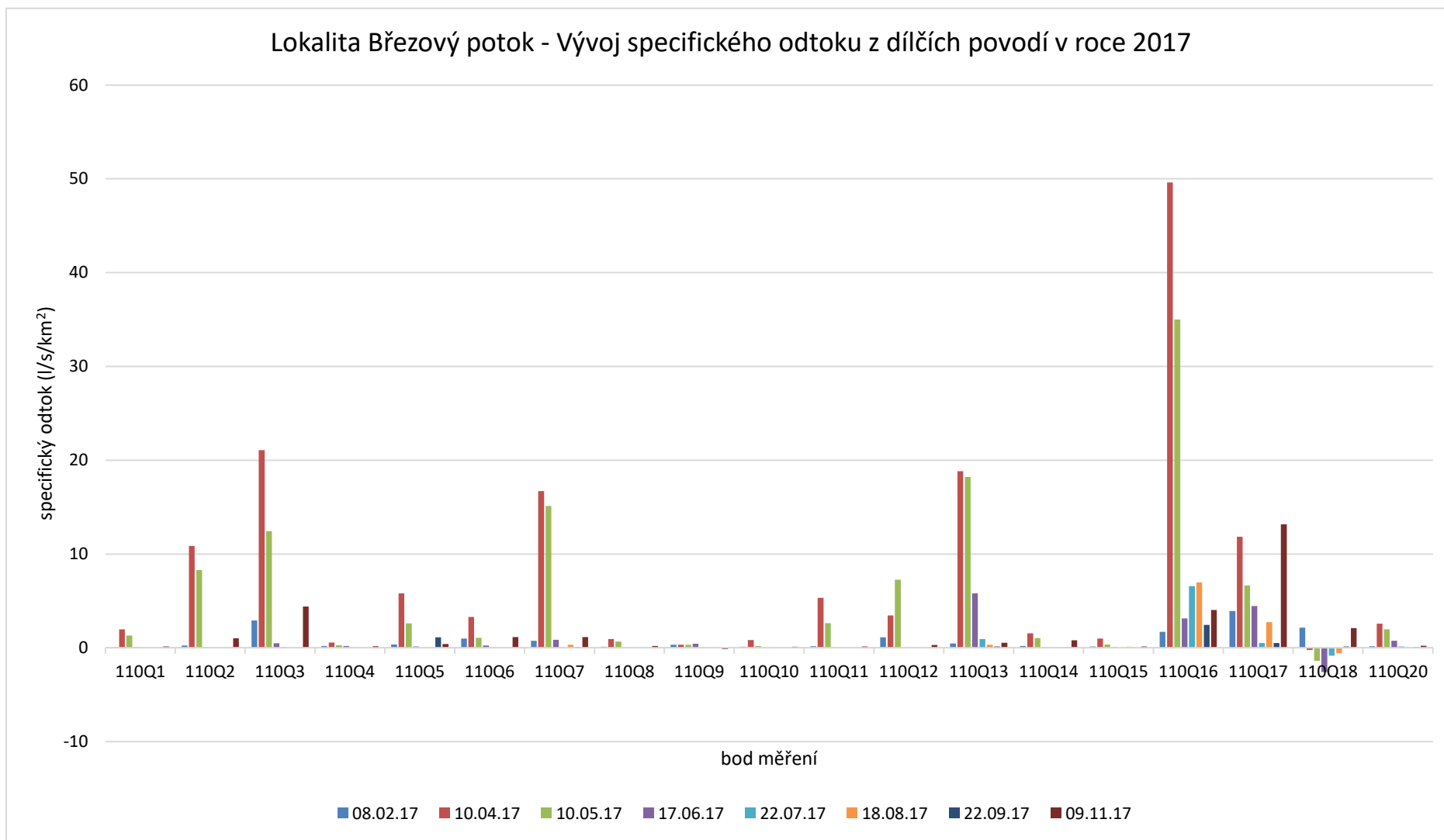
Příloha 12 Lokalita Magdaléna - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017

6.1.3 Lokalita Březový potok

Průtoky a specifické odtoky

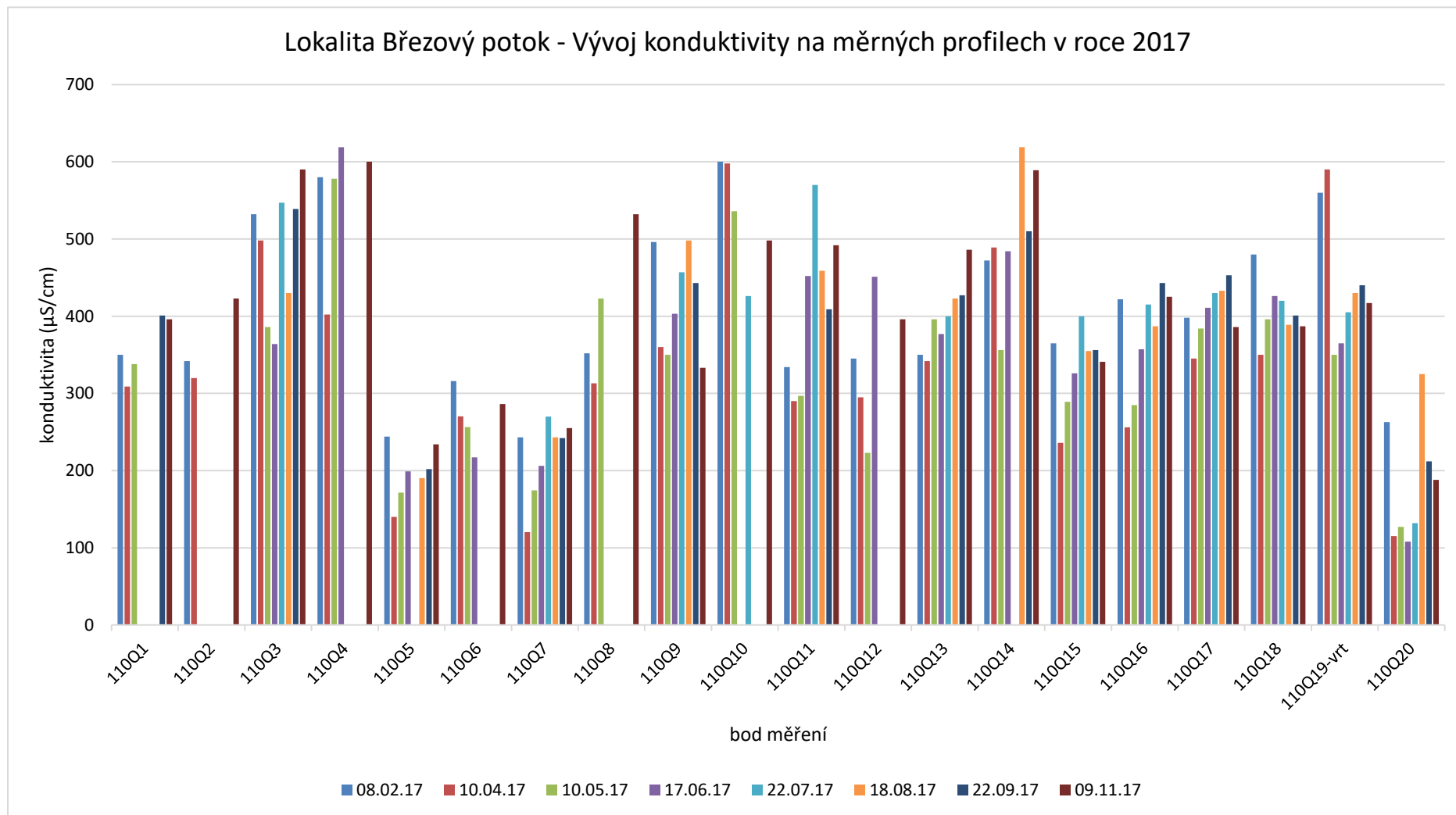


Příloha 13 Lokalita Březový potok - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017

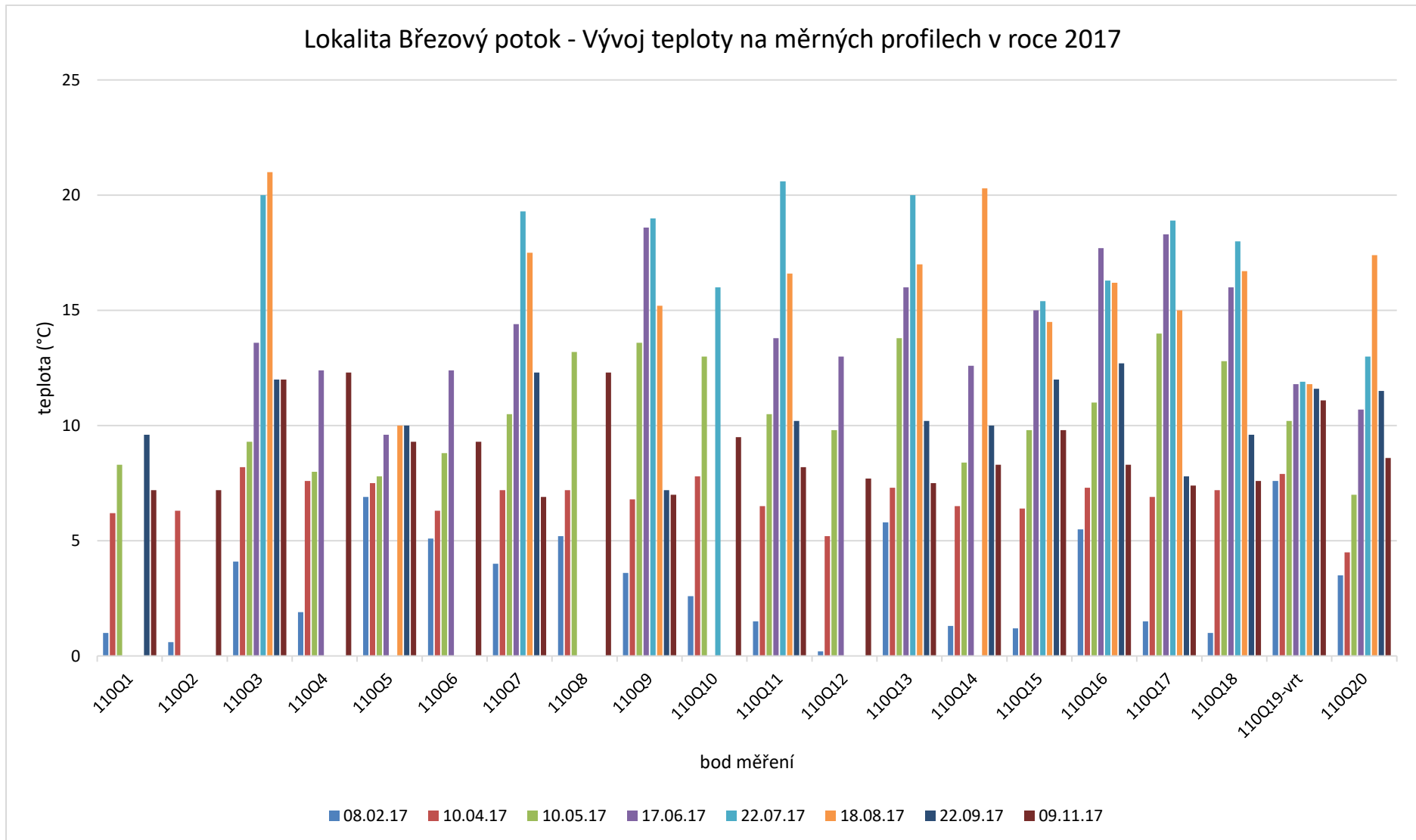


Příloha 14 Lokalita Březový potok - Vývoj spec. odtoku z dílčích povodí v roce 2017

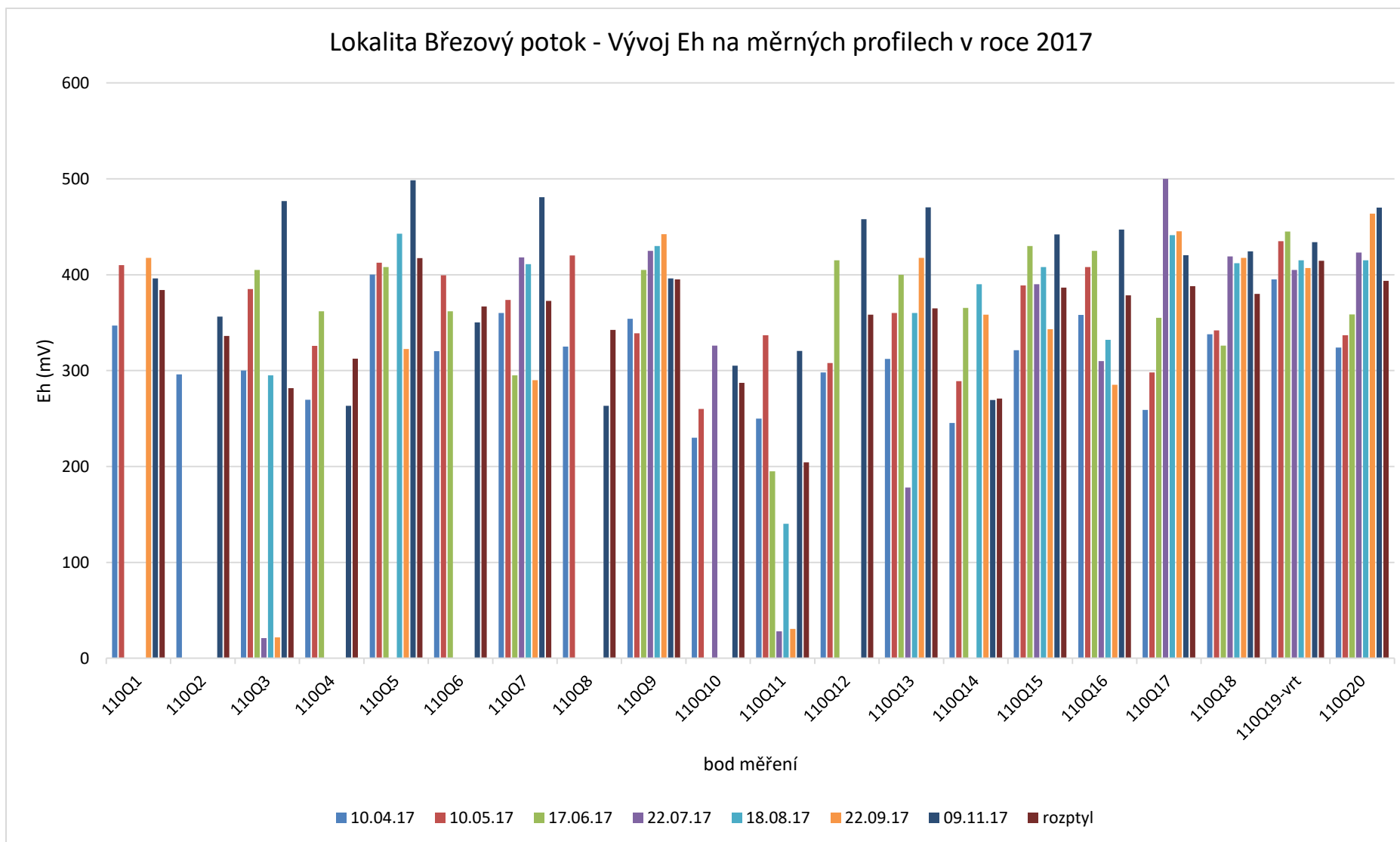
Fyzikálně-chemické parametry



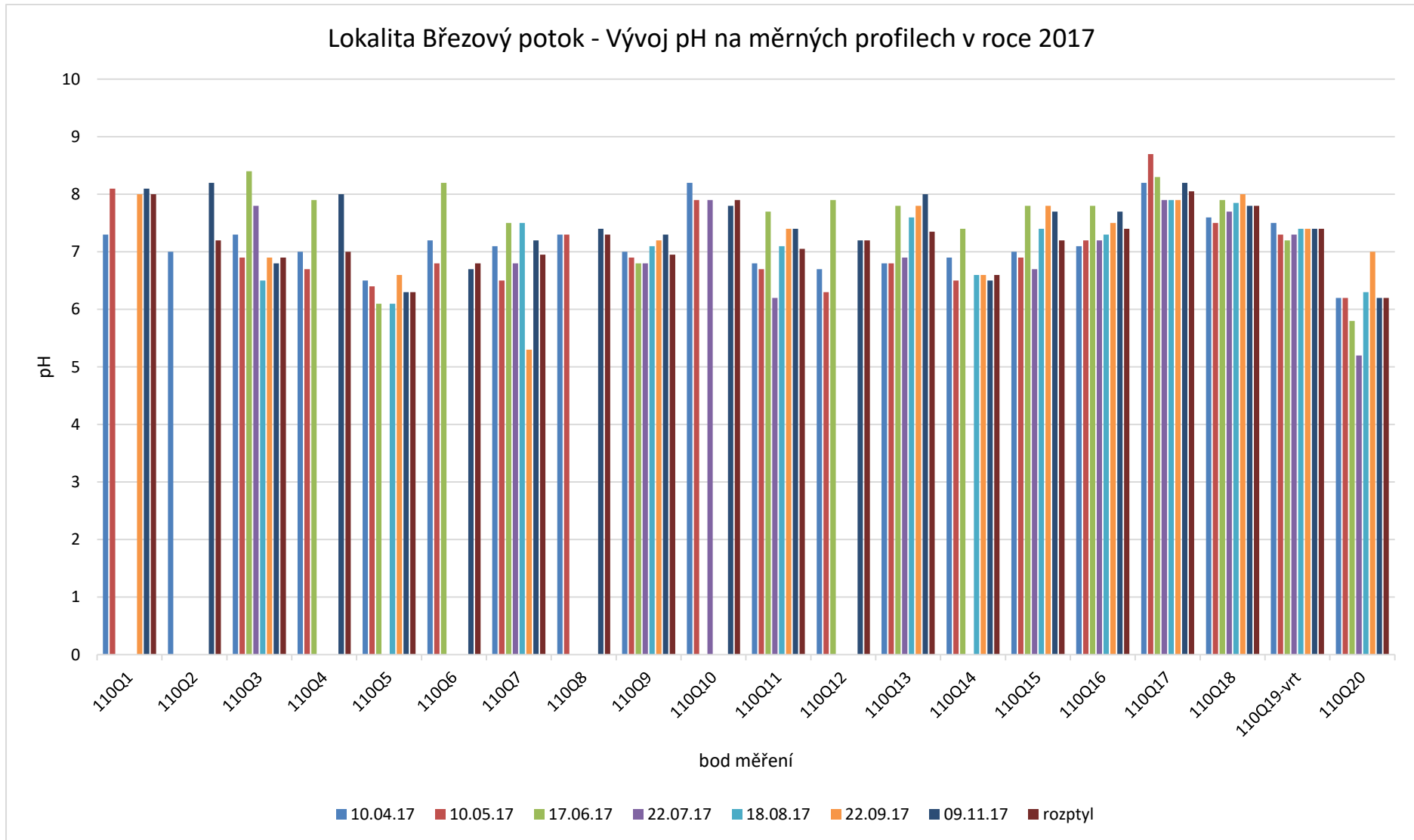
Příloha 15 Lokalita Březový potok - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 2017



Příloha 16 Lokalita Březový potok - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017

Lokalita Březový potok - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017


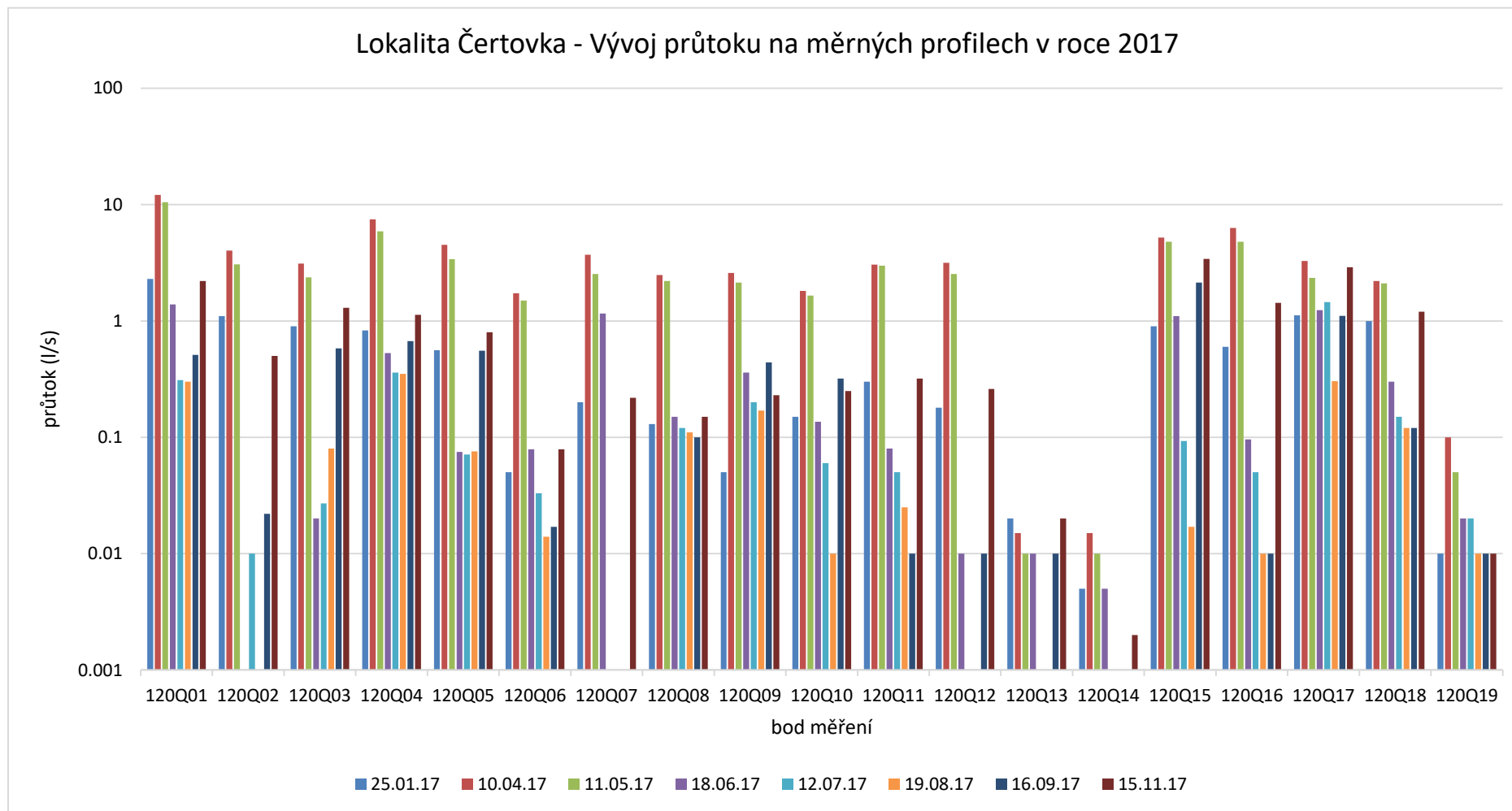
Příloha 17 Lokalita Březový potok - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017



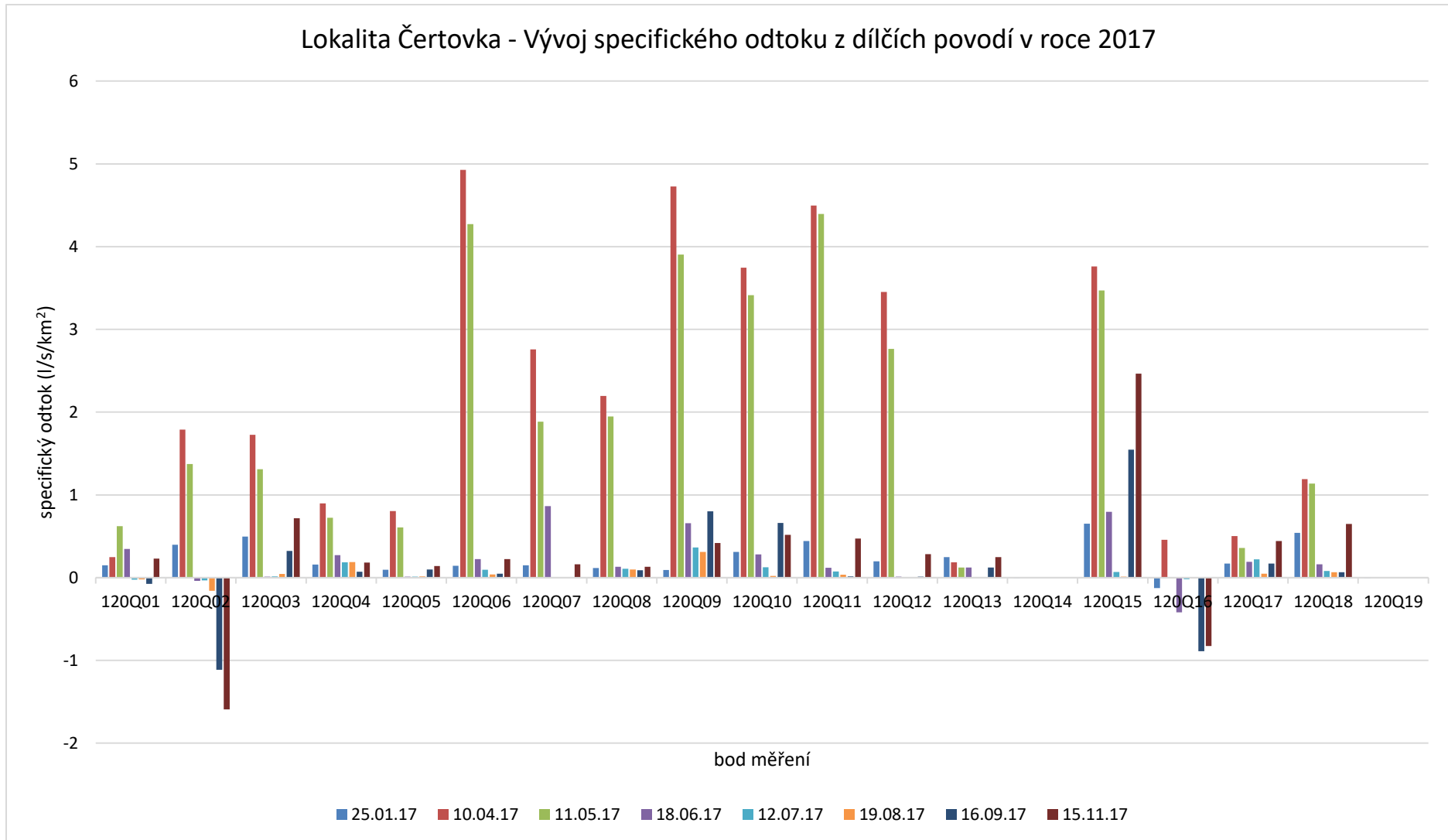
Příloha 18 Lokalita Březový potok - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017

6.1.4 Lokalita Čertovka

Průtoky a specifické odtoky

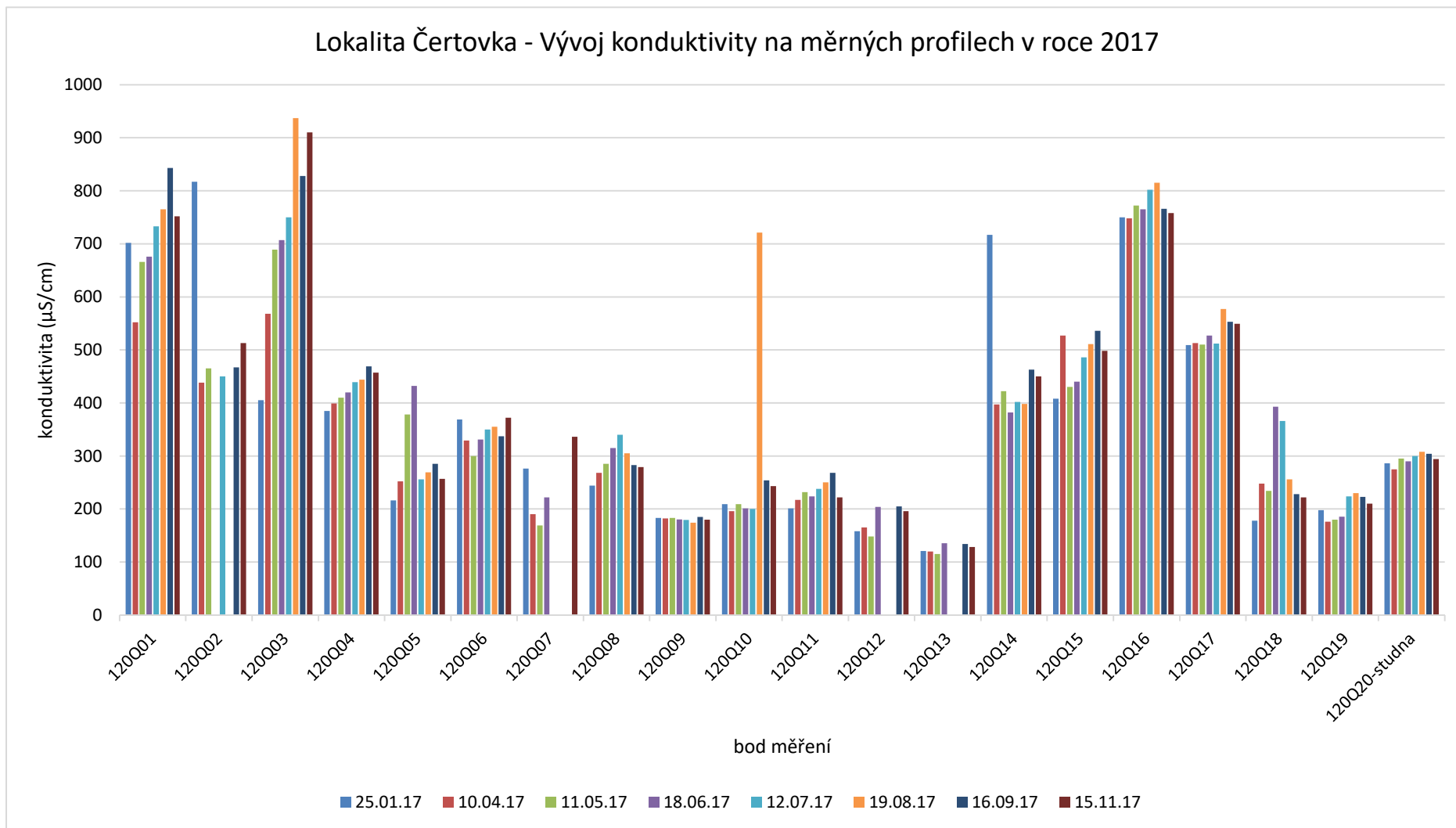


Příloha 19 Lokalita Čertovka - Vývoj průtoku na měrných profilech v roce 2017

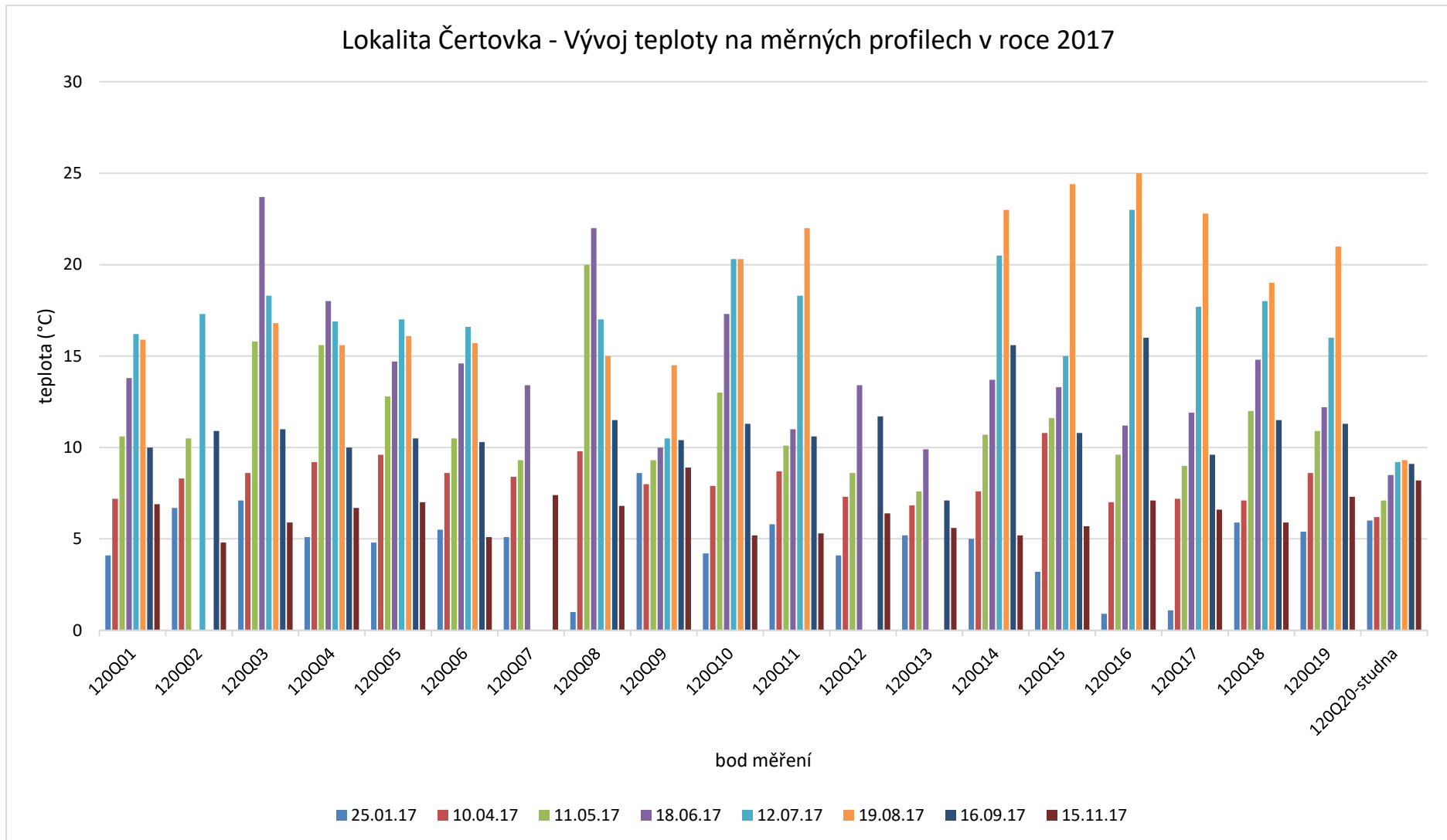


Příloha 20 Lokalita Čertovka - Vývoj specifického odtoku z dílčích povodí v roce 2017

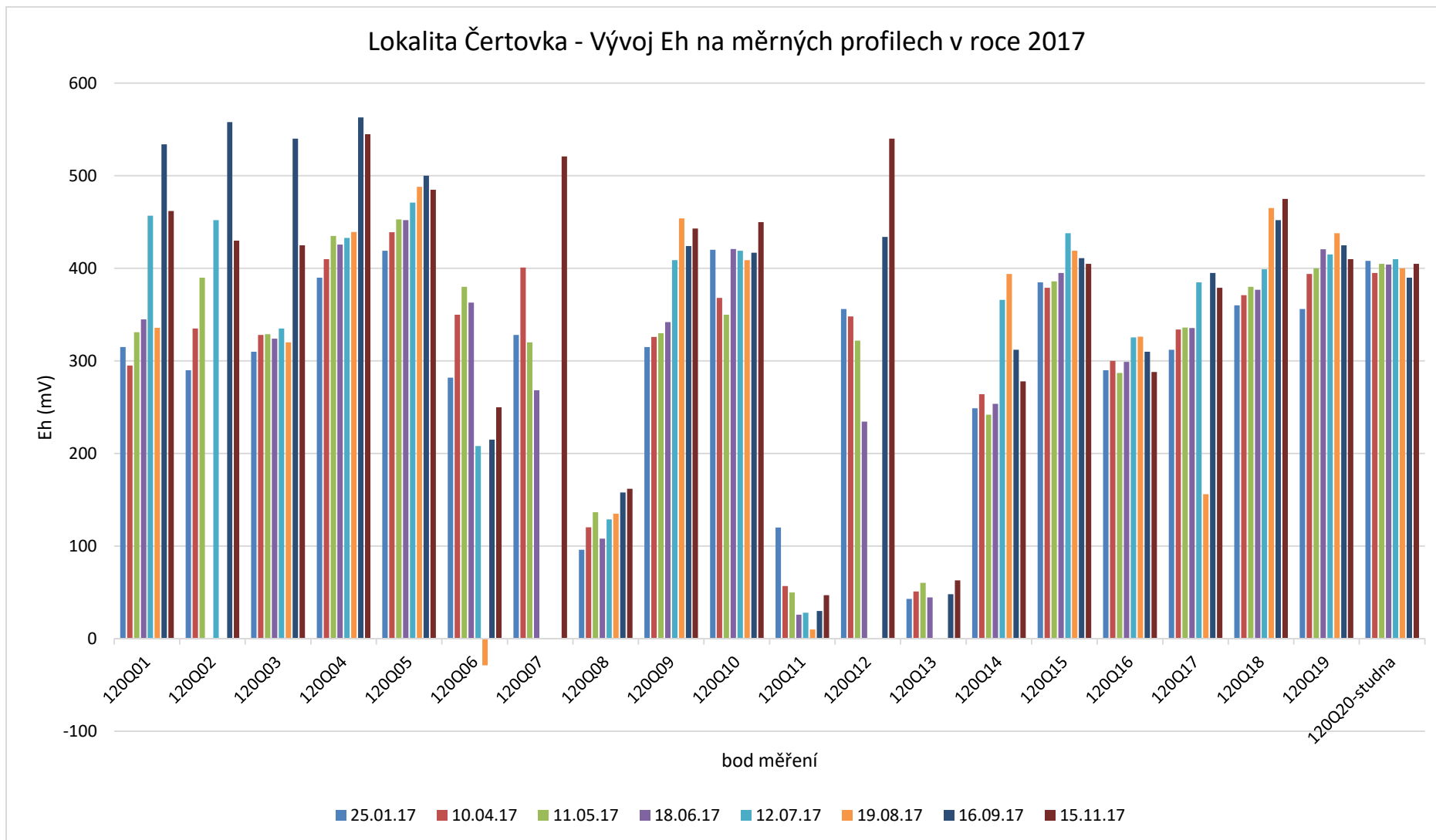
Fyzikálně-chemické parametry



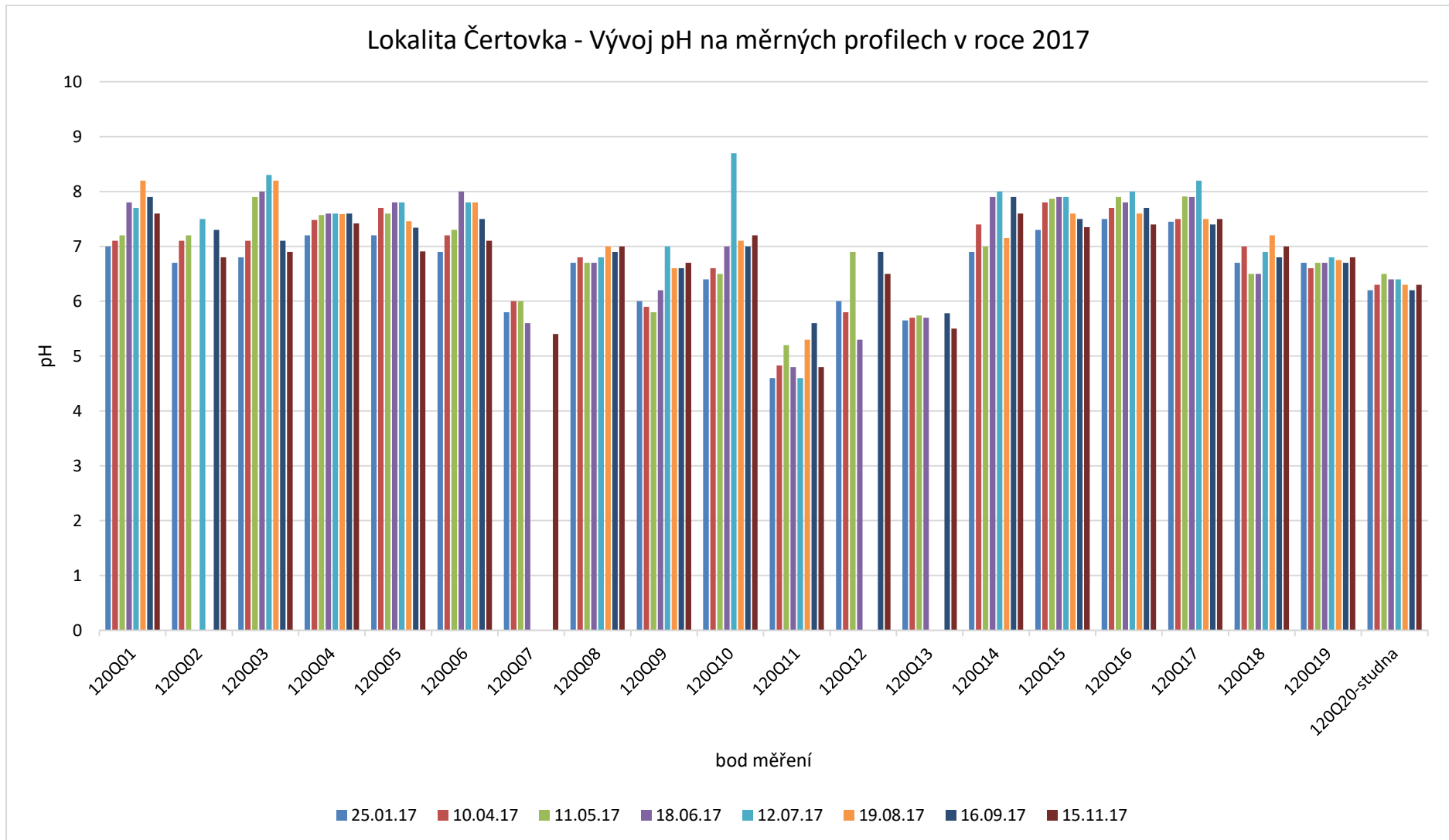
Příloha 21 Lokalita Čertovka - Vývoj konduktivity na měrných profilech v roce 20



Příloha 22 Lokalita Čertovka - Vývoj teploty na měrných profilech v roce 2017



Příloha 23 Lokalita Čertovka - Vývoj Eh na měrných profilech v roce 2017



Příloha 24 Lokalita Čertovka - Vývoj pH na měrných profilech v roce 2017


6.2 Tabulkové přílohy

6.2.1 Lokalita Čihadlo

Zeměpisné souřadnice měřených a vzorkovaných bodů

Tab. příloha 1 Lokalita Čihadlo – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017

Měrný profil	X	Y
130Q1	-715512.117173	-1139832.732976
130Q2	-715440.117174	-1139394.732973
130Q3	-715487.117183	-1139080.732970
130Q4	-715497.396219	-1139081.000848
130Q5	-716042.208093	-1138814.973569
130Q6	-716045.117241	-1138816.732963
130Q7	-717123.529577	-1138591.667649
130Q8	-717859.026850	-1138979.874323
130Q9	-718004.117425	-1139057.732950
130Q10	-719393.848057	-1139197.867654
130Q11	-717629.805487	-1141341.900478
130Q12	-716551.117244	-1141635.732983
130Q13	-715346.240969	-1142418.642562
130Q14	-714803.834067	-1142926.346200
130Q15	-714792.896683	-1142932.439566
130Q16	-714952.163534	-1142990.479630
130Q17	-717160.089455	-1144246.442931
130Q18	-717010.892724	-1145404.792938
130Q19	-716965.683680	-1145466.339862
130Q20	-716830.795030	-1145682.171842

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)


Tab. příloha 2 Lokalita Čihadlo – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu 2017

Vzorkovaný bod	X	Y
130Q1	-715512.1	-1139832.7
130Q2	-715440.1	-1139394.7
130Q3	-715487.1	-1139080.7
130Q6	-716045.1	-1138816.7
130Q10	-719393.8	-1139197.9
130Q11	-717629.8	-1141341.9
130Q12	-716551.1	-1141635.7
130Q14	-714803.8	-1142926.3
130Q16	-714952.2	-1142990.5
130Q18	-717010.9	-1145404.8

Průtoky a specifické odtoky

Tab. příloha 3 Lokalita Čihadlo – průtok na měrných profilech v roce 2017

průtok (l/s)	6-I.	8-IV.	3-V.	24-VI.	18-VII.	27-VIII.	22-IX.	8-XI.	rozptyl
130Q1	0.15	0.26	0.30	0.01	0.15	0.10	0.01	0.10	0.01
130Q2	0.07	0.09	0.10	0.05	0.05	0.10	0.05	0.10	0.00
130Q3	0.20	0.94	1.47	0.14	0.15	0.07	0.12	0.47	0.22
130Q4	0.50	2.10	2.00	0.50	0.53	0.80	0.40	1.20	0.42
130Q5	0.70	3.69	4.11	1.50	1.10	1.26	1.00	1.70	1.45
130Q6	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
130Q7	0.80	5.10	6.90	3.20	1.60	1.85	1.45	2.30	3.82
130Q8	0.90	5.20	7.00	2.90	1.70	1.70	1.40	2.50	3.92
130Q9	0.80	2.90	3.20	0.60	0.40	0.40	0.18	0.50	1.27
130Q10	0.10	0.56	0.50	0.10	0.10	0.10	0.20	0.30	0.03
130Q11	0.10	0.18	0.16	0.02	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00
130Q12	0.10	0.20	0.35	0.15	0.10	0.10	0.08	0.15	0.01
130Q13		0.25	0.45	0.20	0.16	0.12	0.10	0.18	0.01
130Q14	1.60	6.00	9.24	0.60	0.55	0.40	0.30	0.80	9.75
130Q15	0.03	0.10	0.08	0.03	0.01	0.01	0.02	0.05	0.00
130Q16	0.20	1.00	0.99	0.32	0.32	0.38	0.44	0.99	0.11
130Q17	12.70	24.80	23.30	7.50	4.95	3.10	1.33	19.00	75.50
130Q18	1.30	5.20	4.80	1.90	1.75	1.84	1.78	2.48	1.97
130Q19	15.17	32.30	27.92	8.90	5.90	3.70	3.60	23.00	113.49
130Q20	0.30	1.70	1.50	0.70	0.20	0.12	0.10	0.60	0.34


 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplňí SÚRAO)

Tab. příloha 4 Lokalita Čihadlo – plocha dílčích povodí

bod měření	plocha povodí (km²)
130Q1	0.088140
130Q2	0.118243
130Q3	nelze vymezit
130Q4	0.259434
130Q5	0.657372
130Q6	0.125121
130Q7	1.806657
130Q8	0.950100
130Q9	3.095094
130Q10	0.098304
130Q11	0.154717
130Q12	nelze vymezit
130Q13	nelze vymezit
130Q14	1.113920
130Q15	nelze vymezit
130Q16	0.197562
130Q17	5.441931
130Q18	2.198541
130Q19	1.111337
130Q20	0.352283

Tab. příloha 5 Lokalita Čihadlo – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017

spec. odtok (l/s/km ²)	6-I.	8-IV.	3-V.	24-VI.	18-VII.	27-VIII.	22-IX.	8-XI.	medián	1. kvartil
130Q1	1.70	2.89	3.40	0.11	1.70	1.13	0.11	1.13	1.42	0.88
130Q2	0.59	0.72	0.85	0.42	0.42	0.85	0.42	0.85	0.66	0.42
130Q3	nelze vymezit povodí									
130Q4	1.85	10.41	10.02	3.62	2.70	3.08	2.47	5.01	3.35	2.64
130Q5	0.00	0.99	1.69	0.76	0.30	0.40	0.46	0.30	0.43	0.30
130Q6	0.12	0.18	0.22	0.10	0.10	0.05	0.03	0.19	0.11	0.08
130Q7	0.05	0.77	1.53	0.93	0.27	0.32	0.25	0.32	0.32	0.26
130Q8	0.11	0.11	0.11	-0.32	0.11	-0.16	-0.05	0.21	0.11	-0.08
130Q9	0.53	1.23	1.38	0.52	0.46	0.44	0.34	0.47	0.50	0.46
130Q10	1.02	5.70	5.09	1.02	0.97	1.02	2.03	3.05	1.53	1.02
130Q11	0.65	1.15	1.03	0.13	0.13	0.00	0.00	0.26	0.19	0.10
130Q12	nelze vymezit povodí									
130Q13	nelze vymezit povodí									
130Q14	1.44	5.39	8.30	0.54	0.49	0.36	0.27	0.72	0.63	0.46
130Q15	nelze vymezit povodí									
130Q16	1.01	5.06	5.01	1.62	1.62	1.92	2.23	5.01	2.08	1.62
130Q17	2.44	4.66	4.39	1.48	1.02	0.68	0.35	3.59	1.96	0.93
130Q18	0.59	2.37	2.18	0.86	0.80	0.84	0.81	1.13	0.85	0.81
130Q19	1.77	6.30	3.71	0.81	0.40	0.09	1.59	3.15	1.68	0.71
130Q20	0.85	4.83	4.26	1.99	0.57	0.34	0.28	1.70	1.28	0.51

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplňí SÚRAO)

Tab. příloha 6 Lokalita Čihadlo – měsíční průměrný odběr podzemních vod uváděný pro rok 2016
(www.heis.vuv.cz)

Měsíc roku 2016	Město Deštná	Obec Lodhěřov Najdek
	měsíční průměrné množství (l/s)	
leden	0.851	0.581
duben	0.92	0.562
květen	1.067	0.581
červen	1.011	0.562
červenec	1.029	0.581
srpen	0.967	0.581
září	0.859	0.562
listopad	0.967	0.562

Fyzikálně-chemické parametry

Tab. příloha 7 Lokalita Čihadlo – konduktivita na měrných profilech v roce 2017

konduktivita ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	6-I.	8-IV.	3-V.	24-VI.	18-VII.	27-VIII.	22-IX.	8-XI.	průměr
130Q1	158	118	110	118	106	119	119	125	122
130Q2	135	123	100	95	96	96	93	93	104
130Q3	138	87	81	83	75	84	88	124	95
130Q4	136	103	83	88	72	84	77	100	93
130Q5	96	94	90	89	74	87	76	82	86
130Q6	145	112	67	73	74	76	95	133	97
130Q7	122	109	106	114	119	121	114	102	113
130Q8	143	164	139	142	146	139	136	130	142
130Q9	211	203	187	166	169	232	211	205	198
130Q10	120	108	103	153	138	143	164	250	147
130Q11	109	186	110	106	155			203	145
130Q12	115	103	95	128	111	105	115	117	111
130Q13		115	109	88	96	105	119	137	110
130Q14	178	107	81	86	112	119	98	106	111
130Q15	175	158	131	90	177	247	117	183	160
130Q16	133	118	93	96	148	125	100	103	115
130Q17	260	234	204	222	220	218	217	254	229
130Q18	347	260	134	278	261	222	221	250	247
130Q19	266	222	205	397	364	358	407	197	302
130Q20	443	391	352	309	320	347	331	367	358

Tab. příloha 8 Lokalita Čihadlo – teplota na měrných profilech v roce 2017

teplota °C)	6-I.	8-IV.	3-V.	24-VI.	18-VII.	27-VIII.	22-IX.	8-XI.	rozptyl
130Q1	8.6	8.7	8.2	9.2	9.2	10.2	9.9	9.5	0.40
130Q2	8.4	8.5	9.4	18.0	18.0	17.0	9.5	8.8	18.14
130Q3	6.3	8.2	11.8	14.0	12.7	15.5	9.5	7.1	9.89
130Q4	2.0	7.0	9.0	14.2	15.0	15.2	9.2	6.9	19.21
130Q5	3.0	8.0	9.5	18.2	16.0	15.7	9.4	8.2	23.07
130Q6	5.7	6.6	7.7	17.0	14.0	12.6	9.5	8.4	13.70
130Q7	1.6	7.0	9.1	18.4	18.0	19.1	11.4	7.3	36.16
130Q8	1.8	8.0	11.0	16.0	20.5	16.9	9.9	8.0	31.48
130Q9	1.4	8.0	10.0	17.0	18.2	17.4	10.2	7.5	30.44
130Q10	6.5	7.9	10.0	14.9	15.2	15.0	8.2	7.2	12.60
130Q11	3.0	6.0	9.0	11.2	14.0			9.4	12.45
130Q12	6.9	8.2	10.0	13.2	14.0	15.0	16.0	7.7	11.28
130Q13		5.0	10.1	15.0	14.0	14.0	10.0	6.6	12.92
130Q14	6.0	8.0	9.6	16.6	16.5	19.5	11.7	8.9	20.63
130Q15	5.8	7.0	12.0	18.0	17.2	13.0	11.6	7.0	18.78
130Q16	4.2	8.0	13.1	17.0	18.1	19.0	10.0	7.3	26.91
130Q17	0.6	8.0	12.0	21.5	20.0	23.7	12.6	7.4	55.83
130Q18	1.7	7.0	11.2	20.5	19.0	18.5	10.6	7.3	39.91
130Q19	0.8	6.5	13.0	21.7	18.0	19.0	12.1	7.2	44.77
130Q20	1.3	7.0	10.0	20.3	19.0	19.0	11.4	6.0	43.28

Tab. příloha 9 Lokalita Čihadlo – Eh na měrných profilech v roce 2017

Eh (mV)	06.01.17	08.04.17	03.05.17	24.06.17	18.07.17	27.08.17	22.09.17	08.11.17	průměr
130Q1	399	422	474	451	459	462	406	506	447
130Q2	501	385	448	262	373	431	413	517	416
130Q3	435	413	420	444	468	417	406	412	427
130Q4	447	433	421	415	416	417	393	464	426
130Q5	333	490	463	394	425	421	448	325	412
130Q6	456	437	423	433	482	438	441	445	444
130Q7	384	371	348	339	328	313	332	372	348
130Q8	430	478	404	438	470	465	452	393	441
130Q9	412	394	387	363	376	413	396	407	394
130Q10	460	451	433	430	428	393	435	346	422
130Q11	455	487	459	451	468			496	469
130Q12	484	522	535	513	495	486	430	428	487
130Q13		499	522	455	484	515	511	478	495
130Q14	397	379	480	345	435	383	333	402	394
130Q15	401	352	339	348	363	376	320	397	362
130Q16	385	391	403	383	336	373	378	328	372
130Q17	440	399	460	442	431	416	428	430	431
130Q18	418	446	435	298	377	413	426	463	410
130Q19	440	416	517	278	407	391	386	456	411
130Q20	384	407	420	417	406	389	373	395	399


Tab. příloha 10 Lokalita Čihadlo – pH na měrných profilech v roce 2017

pH	06.01.17	08.04.17	03.05.17	24.06.17	18.07.17	27.08.17	22.09.17	08.11.17	medián
130Q1	5.2	5.3	5.3	5.5	5.4	5.3	5.2	5.1	5.3
130Q2	5.6	5.1	5.8	5.8	5.7	5.6	5.2	5.5	5.6
130Q3	6.2	7.1	6.9	6.6	7.2	6.8	6.6	6.5	6.7
130Q4	6.5	6.3	6.3	7.4	7.2	6.8	6.3	6.5	6.5
130Q5	7.3	7.5	6.6	9.3	8.2	6.9	6.3	6.7	7.1
130Q6	6.1	6.6	6.3	6.5	6.8	6.7	6.7	6.7	6.6
130Q7	5.7	5.5	5.8	5.1	5.1	5.1	5.2	5.8	5.4
130Q8	6.1	7.2	6.3	5.9	5.8	6.2	6.5	6.1	6.2
130Q9	5.2	5.3	5.5	5.8	5.4	5.8	5.8	5.6	5.6
130Q10	6.7	6.8	6.4	6.0	6.3	6.2	6.6	6.8	6.5
130Q11	5.8	5.6	6.5	5.8	6.1			5.4	5.8
130Q12	6.9	6.3	5.9	6.5	5.7	6.2	6.5	6.8	6.4
130Q13		7.2	6.7	6.6	6.1	6.8	6.7	6.3	6.7
130Q14	6.6	6.2	6.5	7.2	7.1	6.7	6.2	6.8	6.6
130Q15	6.8	6.2	6.6	6.8	6.5	6.4	6.1	6.9	6.6
130Q16	6.9	7.1	7.0	6.9	6.6	6.7	6.8	6.9	6.9
130Q17	6.7	7.1	6.9	6.8	6.6	6.4	6.8	6.5	6.8
130Q18	7.3	6.2	7.1	7.3	6.8	6.3	7.3	6.8	7.0
130Q19	7.1	6.7	7.2	7.5	7.3	7.6	7.2	7.2	7.2
130Q20	7.1	7.3	6.8	7.4	7.2	7.5	7.2	7.3	7.3

Chemické analýzy

Tab. příloha 11 Lokalita Čihadlo – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017

Místo vzorkování	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄
	[mg/l]						
130Q1	7.313	1.156	8.003	3.092	13.508	4.511	31.282
130Q2	7.410	0.756	6.250	2.359	9.690	4.432	26.754
130Q3	7.675	0.627	6.210	2.437	29.630	3.145	10.290
130Q6	7.299	0.750	4.395	2.950	26.921	3.002	7.409
130Q10	13.232	1.535	20.394	6.708	34.853	10.293	22.226
130Q11	9.312	0.976	5.643	2.712	9.690	4.861	28.400
130Q12	7.914	3.721	7.527	2.943	14.669	8.435	28.400
130Q16	9.568	1.651	6.967	2.607	22.186	6.576	23.873
130Q14	9.066	0.845	6.629	2.803	10.690	5.575	27.577
130Q18	9.151	1.151	6.717	4.153	24.150	5.925	7.331


 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

6.2.3 Lokalita Magdaléna

Zeměpisné souřadnice měřených a vzorkovaných bodů

Tab. příloha 12 Lokalita Magdaléna – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017

Měrný profil	X	Y
160Q1	-746136.6	-1110185.9
160Q2	-746142.2	-1110637.1
160Q3	-746189.8	-1110639.0
160Q4	-745407.1	-1111803.7
160Q5	-748271.7	-1111283.4
160Q6	-750412.1	-1111915.7
160Q7	-748857.8	-1112045.1
160Q8	-748832.0	-1112065.5
160Q9	-748778.1	-1112307.7
160Q10	-746935.8	-1112191.6
160Q11	-747187.5	-1112377.4
160Q12	-747199.3	-1113470.0
160Q13	-747896.9	-1113545.6
160Q14	-748753.7	-1113417.4
160Q15	-748789.0	-1113441.8
160Q16	-749069.0	-1113595.1
160Q17	-749093.7	-1113665.7
160Q18	-745210.2	-1113755.1
160Q19	-743317.8	-1113331.4
160Q20	-743256.7	-1113355.3

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)


Tab. příloha 13 Lokalita Magdaléna – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu roku 2017

Vzorkovaný bod	X	Y
160Q2	-746142.2	-1110637.1
160Q3	-746189.8	-1110639.0
160Q4	-745407.1	-1111803.7
160Q5	-748271.7	-1111283.4
160Q9	-748778.1	-1112307.7
160Q12	-747199.3	-1113470.0
160Q13	-747896.9	-1113545.6
160Q14	-748753.7	-1113417.4
160Q15	-748789.0	-1113441.8
160Q18	-745210.2	-1113755.1

Průtoky a specifické odtoky

Tab. příloha 14 Lokalita Magdaléna – průtok na měrných profilech v roce 2017

průtok (l/s)	31-I.	11-IV.	4-V.	14-VI.	20-VII.	28-VIII.	30-IX.	8-XI.	rozptyl
160Q1	0.57	2.72	2.60	0.65	0.00	0.00	0.32	0.85	1.035
160Q2	0.18	1.10	1.36	0.40	0.28	0.24	0.18	0.37	0.181
160Q3	0.10	0.45	0.42	0.15	0.05	0.07	0.05	0.12	0.023
160Q4	0.10	0.98	0.65	0.30	0.18	0.19	0.15	0.20	0.084
160Q6	4.25	17.85	15.98	4.56	3.90	4.65	4.45	6.89	28.524
160Q7	0.90	9.40	8.27	0.35	0.05	0.10	0.35	1.50	13.171
160Q8	2.10	3.20	4.00	3.00	2.50	2.00	2.50	3.50	0.428
160Q9	0.20	0.70	0.50	0.20	0.10	0.31	0.23	0.20	0.034
160Q10	0.75	7.45	7.50	0.35	0.00	0.00	0.39	1.60	9.309
160Q11	0.15	0.32	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.015
160Q12	0.10	0.52	0.45	0.30	0.10	0.09	0.15	0.20	0.025
160Q13	0.01	0.20	0.15	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.005
160Q14	0.15	0.03	0.03	0.05	0.13	0.16	0.30	0.35	0.013
160Q15	0.20	0.20	0.18	0.20	0.22	0.24	0.28	0.30	0.002
160Q16	0.08	0.20	0.15	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.005
160Q17	2.00	2.50	2.70	1.97	1.50	1.05	0.83	1.30	0.397
160Q18	1.10	11.80	8.90	2.78	1.20	0.40	0.42	0.80	16.995
160Q19	0.20	1.60	1.80	0.60	0.16	0.15	0.10	0.30	0.417
160Q20	0.30	5.20	4.80	0.40	0.34	0.32	0.30	0.50	4.052

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

Tab. příloha 15 Lokalita Magdaléna – plocha dílčích povodí

bod měření	plocha povodí (km²)
160Q1	246598.7603
160Q2	280695.6192
160Q3	98900.62521
160Q4	203312.1896
160Q5-vrt	
160Q6	1408745.935
160Q7	1283512.791
160Q8	1251432.487
160Q9	360592.9665
160Q10	1295262.41
160Q11	441784.1648
160Q12	90199.99392
160Q13	253133.5753
160Q14	nelze vymezit
160Q15	nelze vymezit
160Q16	189992.9894
160Q17	2889649.113
160Q18	2827595.465
160Q19	1890129.724
160Q20	951678.1798

Tab. příloha 16 Lokalita Magdaléna – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017

spec. odtok (l/s/km ²)	31-I.	11-IV.	4-V.	14-VI.	20-VII.	28-VIII.	30-IX.	8-XI.	medián	1. kvartil
160Q1	1.18	4.72	3.33	0.41	-1.34	-1.26	0.36	1.46	0.79	-0.04
160Q2	0.64	3.92	4.85	1.43	1.00	0.86	0.64	1.32	1.16	0.80
160Q3	1.01	4.55	4.25	1.52	0.51	0.71	0.51	1.21	1.11	0.66
160Q4	0.49	4.82	3.20	1.48	0.89	0.93	0.74	0.98	0.96	0.85
160Q5-vrt										
160Q6	0.75	3.23	2.28	0.72	0.89	1.59	0.97	1.20	1.09	0.85
160Q7	0.70	7.32	6.44	0.27	0.04	0.08	0.27	1.17	0.49	0.22
160Q8	1.56	2.30	3.00	2.40	2.00	1.60	2.00	2.64	2.15	1.90
160Q9	0.55	1.94	1.39	0.55	0.28	0.86	0.64	0.55	0.60	0.55
160Q10	0.58	5.75	5.79	0.27			0.30	1.24	0.91	0.37
160Q11	0.34	0.72	0.57					0.45	0.51	0.42
160Q12	1.11	5.76	4.99	3.33	1.11	1.00	1.66	2.22	1.94	1.11
160Q13	0.04	0.79	0.59	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03
160Q14	nelze vymezit povodí									
160Q15	nelze vymezit povodí									
160Q16	0.42	1.05	0.79	0.26				0.26	0.42	0.26
160Q17	0.65	0.62	0.73	0.57	0.48	0.33	0.23	0.38	0.53	0.37
160Q18	0.35	3.83	2.92	0.88	0.36	0.07	0.10	0.21	0.36	0.18
160Q19	0.11	0.85	0.95	0.32	0.08	0.08	0.05	0.16	0.13	0.08
160Q20	0.32	5.46	5.04	0.42	0.35	0.34	0.32	0.53	0.39	0.33

Fyzikálně-chemické parametry

Tab. příloha 17 Lokalita Magdaléna – konduktivita na měrných profilech v roce 2017

konduktivita ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	31-I.	11-IV.	4-V.	14-VI.	20-VII.	28-VIII.	30-IX.	8-XI.	průměr
160Q1	412	281	255	208			284	399	307
160Q2	337	215	210	156	267	293	335	369	273
160Q3	110	156	180	156	461	422	368	342	274
160Q4	325	278	289	315	335	350	367	383	330
160Q5-vrt	339	289	244	298	356	321	289	240	297
160Q6	321	287	265	325	355	382	341	299	322
160Q7	248	197	180	250	265	290	301	366	262
160Q8	388	375	379	383	389	389	387	422	389
160Q9	340	328	330	349	360	366	360	384	352
160Q10	295	265	282	320			289	299	292
160Q11	385	362	348					360	364
160Q12	270	287	315	327	288	264	326	353	304
160Q13	189	258	276	435	369	426	274	312	317
160Q14	357	361	365	370	365	351	346	458	372
160Q15	299	312	327	348	349	318	324	379	332
160Q16	342	359	360	370				345	355
160Q17	223	218	214	259	266	255	264	245	243
160Q18	496	415	412	399	369	366	387	401	406
160Q19	419	369	378	426	532	585	698	433	480
160Q20	411	329	315	381	390	454	484	461	403

Tab. příloha 18 Lokality Magdaléna – teplota na měrných profilech v roce 2017

teplota (°C)	31-I.	11-IV.	4-V.	14-VI.	20-VII.	28-VIII.	30-IX.	8-XI.	rozptyl
160Q1	1.9	7.9	11.8	17.8			11.1	7.1	23.8
160Q2	5.6	7.1	12.3	15.8	18.7	15.5	10.5	7.6	19.6
160Q3	5.3	8.8	11.3	15.8	18.2	16.9	11.8	7.9	18.7
160Q4	4.8	5.1	6.9	10.1	15.4	13.9	11.8	8.9	13.5
160Q5-vrt	7.3	7.7	8.1	9.2	11.1	15.4	12.3	9.5	6.6
160Q6	1.1	6.8	11.1	16.8	17.9	13.4	10.2	7.5	26.8
160Q7	0.2	7	11.8	20.5	27.5	13.5	10.8	7.4	62.6
160Q8	0.2	6.8	11.6	18	20.6	15.3	10.5	7	38.8
160Q9	8	9	11.6	14.4	17.5	12.9	10.7	7.4	10.3
160Q10	0.7	6.1	14.4	17.8			11.5	8.2	31.2
160Q11	3	5.1	8.4					6.9	4.1
160Q12	3.8	7.1	10.2	15.3	17.7	15.3	11.9	8.4	19.6
160Q13	4.7	8.7	12.1	18.4	18.8	15.7	12.8	6.5	24.5
160Q14	9.1	9.8	10.4	10.4	10.6	10.3	10.4	9.4	0.3
160Q15	7.7	10.1	14.7	15.6	21.1	14.3	11.7	8.8	16.6
160Q16	1.2	7.1	9.9	17.8				8.1	28.7
160Q17	1.2	6.6	10.5	13.9	17.5	12.5	9.6	7.1	21.9
160Q18	3.4	6.9	8.1	12.4	14.4	15.1	11.6	7.9	14.4
160Q19	1.8	6.6	8.7	13.2	16.7	18.8	10.1	7.2	27.5
160Q20	1.8	4.5	6.9	9.7	12.6	14.4	11.1	7.4	15.6

Tab. příloha 19 Lokalita Magdaléna – Eh na měrných profilech v roce 2017

Eh (mV)	31.01.17	11.04.17	04.05.17	14.06.17	20.07.17	28.08.17	30.09.17	08.11.17	průměr
160Q1	268	228	195	167			164	271	216
160Q2	346	368	321	179	209	198	219	347	273
160Q3	430	411	319	179	160	189	387	426	313
160Q4	411	387	261	201	221	196	231	456	296
160Q5- vrt	342	411	350	288	245	212	256	418	315
160Q6	350	358	387	245	215	221	269	326	296
160Q7	430	415	400	168	208	174	179	418	299
160Q8	350	300	270	102	156	155	163	340	229
160Q9	350	220	270	171	179	174	164	446	247
160Q10	336	312	305	274			275	288	298
160Q11	331	268	245					367	303
160Q12	421	389	315	191	182	176	168	487	291
160Q13	412	235	220	178	195	190	187	425	255
160Q14	381	424	382	289	249	190	188	456	320
160Q15	311	360	375	179	173	176	180	455	276
160Q16	353	356	321	301				311	328
160Q17	254	242	248	173	245	168	155	225	214
160Q18	356	389	321	266	192	186	289	468	308
160Q19	315	288	267	240	165	160	180	302	240
160Q20	387	387	356	223	187	166	160	311	272


Tab. příloha 20 Lokalita Magdaléna – pH na měrných profilech v roce 2017

pH	31.01.17	11.04.17	04.05.17	14.06.17	20.07.17	28.08.17	30.09.17	08.11.17	medián
160Q1	6.7	6.6	6.8	6.8	0.0	0.0	7.3	7.0	6.8
160Q2	6.8	7.2	7.1	7.0	7.1	7.2	7.1	7.2	7.1
160Q3	6.8	6.9	7.3	7.1	7.6	7.8	7.8	7.6	7.5
160Q4	6.2	6.1	6.2	6.2	6.4	6.5	6.5	6.6	6.3
160Q5- vrt	4.3	17.9	16.0	4.6	3.9	4.7	4.5	6.9	4.6
160Q6	6.8	6.7	6.4	6.8	6.9	7.2	7.1	6.8	6.8
160Q7	7.2	7.3	7.4	6.5	5.4	5.7	5.5	7.5	6.9
160Q8	6.1	6.2	6.1	6.5	5.7	5.1	5.9	7.8	6.1
160Q9	6.1	7.3	6.1	5.1	5.3	5.7	5.1	7.3	5.9
160Q10	6.8	6.9	7.1	7.2	0.0	0.0	7.1	7.0	6.9
160Q11	6.3	6.3	6.2					6.5	6.3
160Q12	7.1	6.9	6.8	6.1	6.8	6.9	7.2	7.0	6.9
160Q13	7.1	8.4	8.9	9.0	8.7	8.5	5.7	7.1	8.4
160Q14	6.1	6.1	6.3	6.4	6.5	6.6	6.1	6.7	6.3
160Q15	7.2	7.2	7.3	7.0	6.2	6.5	6.4	7.2	7.1
160Q16	6.1	6.1	6.2	6.2	0.0	0.0	0.0	6.1	6.1
160Q17	6.4	6.5	6.6	6.9	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4
160Q18	6.8	7.1	6.9	7.0	7.1	6.9	7.1	7.2	7.1
160Q19	6.5	6.5	6.6	7.1	7.2	7.2	6.8	6.7	6.7
160Q20	6.1	6.2	6.1	6.3	6.4	6.3	6.3	6.2	6.3

Chemické analýzy

Tab. příloha 21 Lokalita Magdaléna – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017

Místo vzorkování	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄
	[mg/l]						
160Q12	13.539	3.574	26.925	21.514	61.213	41.030	35.398
160Q2	7.690	1.739	14.340	8.683	71.683	3.431	15.229
160Q13	12.723	2.492	24.908	18.911	83.423	32.881	28.400
160Q14	10.384	27.808	30.636	20.922	46.251	50.465	39.925
160Q15	11.862	9.999	28.468	20.223	51.181	36.598	37.044
160Q9	16.129	3.149	30.054	20.791	48.106	31.165	65.033
160Q5	9.058	14.462	17.527	11.887	64.605	17.155	35.809
160Q4	10.687	11.492	24.345	26.099	70.121	24.160	71.207
160Q3	11.668	12.841	21.473	15.992	55.013	26.591	50.627
160Q18	16.413	14.486	27.002	19.871	66.973	41.887	57.212


 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplňí SÚRAO)

6.2.4 Lokalita Březový potok

Zeměpisné souřadnice měřených a vzorkovaných bodů

Tab. příloha 22 Lokalita Březový potok – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017

Měrný profil	X	Y
110Q1	-809156.1	-1109977.7
110Q2	-809182.1	-1110049.7
110Q3	-810827.1	-1112003.7
110Q4	-810843.1	-1112020.7
110Q5	-811124.0	-1113396.6
110Q6	-810837.1	-1112909.7
110Q7	-810777.1	-1112878.7
110Q8	-810129.1	-1114283.7
110Q9	-808132.1	-1113222.7
110Q10	-808093.1	-1113113.7
110Q11	-807447.1	-1112658.7
110Q12	-807474.1	-1112676.7
110Q13	-806563.1	-1112045.7
110Q14	-806608.1	-1112182.7
110Q15	-806198.1	-1112882.7
110Q16	-806061.1	-1112984.7
110Q17	-805306.1	-1114920.7
110Q18	-805052.1	-1114984.7
110Q19	-804956.3	-1115171.1
110Q20	-805027.1	-1110624.7

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

Tab. příloha 23 Lokalita Březový potok – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu roku 2017

Vzorkovaný bod	X	Y
110Q3	-810827.1	-1112003.7
110Q5	-811124.0	-1113396.6
110Q7	-810777.1	-1112878.7
110Q11	-807447.1	-1112658.7
110Q13	-806563.1	-1112045.7
110Q15	-806198.1	-1112882.7
110Q16	-806061.1	-1112984.7
110Q17	-805306.1	-1114920.7
110Q18	-805052.1	-1114984.7
110Q20	-805027.1	-1110624.7

Průtoky a specifické odtoky

Tab. příloha 24 Lokalita Březový potok – průtok na měrných profilech v roce 2017

průtok (l/s)	8-II.	10-IV.	10-V.	17-VI.	22-VII.	18-VIII.	22-IX.	9-XI.	rozptyl
110Q1	0.15	7.20	4.80	0.25	0.15	0.15	0.07	0.52	6.649
110Q2	0.17	7.60	5.80	0.02	0.00	0.01	0.00	0.71	8.293
110Q3	0.40	2.90	1.71	0.07	0.01	0.01	0.01	0.61	0.975
110Q4	0.10	0.28	0.14	0.09	0.00	0.00	0.00	0.08	0.008
110Q5	0.02	0.33	0.14	0.01	0.00	0.00	0.06	0.02	0.011
110Q6	0.15	0.50	0.16	0.04	0.00	0.00	0.00	0.18	0.025
110Q7	0.50	8.20	6.99	0.42	0.01	0.14	0.10	0.70	10.084
110Q8	0.14	1.11	0.79	0.02	0.02	0.00	0.01	0.22	0.158
110Q9	2.50	12.80	10.30	2.50	0.17	0.12	0.15	0.80	21.945
110Q10	0.15	1.10	0.25	0.00	0.00	0.02	0.01	0.15	0.121
110Q11	0.16	5.20	2.57	0.01	0.01	0.01	0.01	0.13	3.188
110Q12	1.03	3.20	6.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	5.113
110Q13	1.80	72.00	69.75	22.18	3.60	1.28	0.49	2.06	851.944
110Q14	0.04	0.32	0.21	0.01	0.00	0.01	0.01	0.16	0.012
110Q15	0.18	1.30	0.45	0.10	0.05	0.14	0.05	0.17	0.155
110Q16	3.45	115.00	99.61	24.90	9.14	7.24	2.59	5.75	1874.842
110Q17	15.50	52.60	32.33	17.04	1.87	9.08	1.86	44.00	321.462
110Q18	16.50	112.80	89.88	7.15	2.27	2.13	1.97	18.00	1700.811
110Q20	0.03	0.43	0.33	0.12	0.03	0.01	0.01	0.04	0.023

Tab. příloha 25 Lokalita Březový potok – plocha dílčích povodí

bod měření	plocha povodí (km²)
110Q1	3649346
110Q2	699144
110Q3	137641
110Q4	495792
110Q5	55877
110Q6	152469
110Q7	441524
110Q8	1191849
110Q9	4480761
110Q10	1327279
110Q11	975944
110Q12	927705
110Q13	3826674
110Q14	202659
110Q15	1309197
110Q16	834024
110Q17	3271474
110Q18	6455308
110Q19	vrt
110Q20	166818

Tab. příloha 26 Lokalita Březový potok – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017

spec. odtok (l/s/km ²)	8-II.	10-IV.	10-V.	17-VI.	22-VII.	18-VIII.	22-IX.	9-XI.	medián	1. kvartil
110Q1	0.04	1.97	1.32	0.07	0.04	0.04	0.02	0.14	0.05	0.04
110Q2	0.24	10.87	8.30	0.03	0.00	0.01	0.00	1.02	0.13	0.01
110Q3	2.91	21.07	12.42	0.49	0.07	0.04	0.04	4.41	1.70	0.06
110Q4	0.20	0.56	0.28	0.18				0.16	0.20	0.18
110Q5	0.36	5.82	2.59	0.15		0.02	1.12	0.42	0.42	0.25
110Q6	0.98	3.28	1.07	0.25				1.15	1.07	0.98
110Q7	0.75	16.70	15.13	0.85	0.02	0.31	0.08	1.14	0.80	0.26
110Q8	0.12	0.93	0.66	0.02	0.01	0.00	0.01	0.18	0.07	0.01
110Q9	0.33	0.32	0.33	0.43	0.03	-0.01	0.01	-0.13	0.17	0.01
110Q10	0.11	0.83	0.19		0.00	0.02	0.01	0.11	0.11	0.01
110Q11	0.16	5.33	2.63	0.01	0.01	0.01	0.01	0.13	0.07	0.01
110Q12	1.11	3.45	7.26					0.30	2.28	0.91
110Q13	0.47	18.82	18.23	5.80	0.94	0.34	0.13	0.54	0.74	0.44
110Q14	0.20	1.55	1.05	0.05		0.06	0.05	0.79	0.20	0.05
110Q15	0.14	0.99	0.34	0.08	0.04	0.10	0.04	0.13	0.12	0.07
110Q16	1.71	49.62	35.01	3.13	6.58	6.96	2.45	4.02	5.30	2.96
110Q17	3.93	11.83	6.66	4.44	0.52	2.73	0.52	13.16	4.19	2.18
110Q18	2.15	-0.24	-1.39	-2.59	-0.84	-0.57	0.14	2.10	-0.40	-0.98
110Q20	0.17	2.58	1.97	0.74	0.15	0.09	0.08	0.21	0.19	0.13

Fyzikálně-chemické parametry

Tab. příloha 27 Lokalita Březový potok – konduktivita na měrných profilech v roce 2017

konduktivita ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	8-II.	10-IV.	10-V.	17-VI.	22-VII.	18-VIII.	22-IX.	9-XI.	průměr
110Q1	350	309	338				401	396	359
110Q2	342	320						423	362
110Q3	532	498	386	364	547	430	539	590	486
110Q4	580	402	578	619				600	556
110Q5	244	140	172	199		190	202	234	197
110Q6	316	270	257	217				286	269
110Q7	243	120	174	206	270	243	242	255	219
110Q8	352	313	423					532	405
110Q9	496	360	350	403	457	498	443	333	418
110Q10	600	598	536		426			498	532
110Q11	334	290	297	452	570	459	409	492	413
110Q12	345	295	223	451				396	342
110Q13	350	342	396	377	400	423	427	486	400
110Q14	472	489	356	484		619	510	589	503
110Q15	365	236	289	326	400	355	356	341	334
110Q16	422	256	285	357	415	387	443	425	374
110Q17	398	345	384	411	430	433	453	386	405
110Q18	480	350	396	426	420	389	401	387	406
110Q19	560	590	350	365	405	430	440	417	445
110Q20	263	115	127	108	132	325	212	188	184

Tab. příloha 28 Lokalita Březový potok – teplota na měrných profilech v roce 2017

teplota (°C)	8-II.	10-IV.	10-V.	17-VI.	22-VII.	18-VIII.	22-IX.	9-XI.	rozptyl
110Q1	1	6.2	8.3				9.6	7.2	8.734
110Q2	0.6	6.3						7.2	8.540
110Q3	4.1	8.2	9.3	13.6	20	21	12	12	28.687
110Q4	1.9	7.6	8	12.4				12.3	14.850
110Q5	6.9	7.5	7.8	9.6		10	10	9.3	1.433
110Q6	5.1	6.3	8.8	12.4				9.3	6.454
110Q7	4	7.2	10.5	14.4	19.3	17.5	12.3	6.9	25.349
110Q8	5.2	7.2	13.2					12.3	11.327
110Q9	3.6	6.8	13.6	18.6	19	15.2	7.2	7	30.984
110Q10	2.6	7.8	13		16			9.5	20.922
110Q11	1.5	6.5	10.5	13.8	20.6	16.6	10.2	8.2	31.324
110Q12	0.2	5.2	9.8	13				7.7	18.730
110Q13	5.8	7.3	13.8	16	20	17	10.2	7.5	23.992
110Q14	1.3	6.5	8.4	12.6	0	20.3	10	8.3	35.799
110Q15	1.2	6.4	9.8	15	15.4	14.5	12	9.8	20.849
110Q16	5.5	7.3	11	17.7	16.3	16.2	12.7	8.3	18.502
110Q17	1.5	6.9	14	18.3	18.9	15	7.8	7.4	33.819
110Q18	1	7.2	12.8	16	18	16.7	9.6	7.6	29.699
110Q19-vrt	7.6	7.9	10.2	11.8	11.9	11.8	11.6	11.1	2.771
110Q20	3.5	4.5	7	10.7	13	17.4	11.5	8.6	18.519

Tab. příloha 29 Lokalita Březový potok – Eh na měrných profilech v roce 2017

Eh (mV)	08.02.17	10.04.17	10.05.17	17.06.17	22.07.17	18.08.17	22.09.17	09.11.17	průměr
110Q1	350	347	410	-	-	-	418	396	384
110Q2	356	296	-	-	-	-	-	356	336
110Q3	350	300	385	405	21	295	22	477	282
110Q4	341	270	326	362	-	-	-	263	312
110Q5	436	400	412	408	-	443	323	499	417
110Q6	402	320	399	362	-	-	-	350	367
110Q7	353	360	374	295	418	411	290	481	373
110Q8	362	325	420	-	-	-	-	263	343
110Q9	370	354	339	405	425	430	442	396	395
110Q10	315	230	260	-	326	-	-	305	287
110Q11	334	250	337	195	28	140	31	320	204
110Q12	312	298	308	415	-	-	-	458	358
110Q13	420	312	360	400	178	360	418	470	365
110Q14	250	245	289	365	0	390	358	269	271
110Q15	369	321	389	430	390	408	343	442	387
110Q16	463	358	408	425	310	332	285	447	379
110Q17	386	259	298	355	500	441	445	420	388
110Q18	361	338	342	326	419	412	418	424	380
110Q19	380	395	435	445	405	415	407	434	415
110Q20	357	324	337	359	423	415	464	470	394


Tab. příloha 30 Lokalita Březový potok – pH na měrných profilech v roce 2017

pH	08.02.17	10.04.17	10.05.17	17.06.17	22.07.17	18.08.17	22.09.17	09.11.17	medián
110Q1	7.6	7.3	8.1				8.0	8.1	8.0
110Q2	7.2	7.0						8.2	7.2
110Q3	6.6	7.3	6.9	8.4	7.8	6.5	6.9	6.8	6.9
110Q4	6.6	7.0	6.7	7.9				8.0	7.0
110Q5	6.2	6.5	6.4	6.1		6.1	6.6	6.3	6.3
110Q6	6.8	7.2	6.8	8.2				6.7	6.8
110Q7	6.8	7.1	6.5	7.5	6.8	7.5	5.3	7.2	7.0
110Q8	7.2	7.3	7.3					7.4	7.3
110Q9	6.9	7.0	6.9	6.8	6.8	7.1	7.2	7.3	7.0
110Q10	7.8	8.2	7.9		7.9			7.8	7.9
110Q11	7.0	6.8	6.7	7.7	6.2	7.1	7.4	7.4	7.1
110Q12	7.2	6.7	6.3	7.9				7.2	7.2
110Q13	7.1	6.8	6.8	7.8	6.9	7.6	7.8	8.0	7.4
110Q14	6.9	6.9	6.5	7.4	0.0	6.6	6.6	6.5	6.6
110Q15	6.8	7.0	6.9	7.8	6.7	7.4	7.8	7.7	7.2
110Q16	7.5	7.1	7.2	7.8	7.2	7.3	7.5	7.7	7.4
110Q17	7.5	8.2	8.7	8.3	7.9	7.9	7.9	8.2	8.1
110Q18	7.8	7.6	7.5	7.9	7.7	7.9	8.0	7.8	7.8
110Q19- vrt	7.9	7.5	7.3	7.2	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4
110Q20	5.7	6.2	6.2	5.8	5.2	6.3	7.0	6.2	6.2

Chemické analýzy

Tab. příloha 31 Lokalita Březový potok – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017

Místo vzorkování	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄
	[mg/l]						
110Q3	27.310	4.915	45.163	21.050	61.091	91.352	64.621
110Q5	8.011	3.596	21.324	10.928	52.328	6.004	53.096
110Q7	10.368	3.414	24.406	12.897	50.815	6.719	68.326
110Q11	14.793	6.793	53.160	22.510	80.226	16.726	132.535
110Q13	25.317	6.969	46.646	18.714	132.920	55.183	45.276
110Q15	10.340	3.913	36.208	17.472	115.982	17.155	30.458
110Q16	21.533	5.898	40.704	19.722	136.508	42.173	23.461
110Q17	15.851	8.743	38.606	19.805	147.027	26.448	32.516
110Q18	17.863	7.880	37.239	18.537	126.013	32.738	35.809
110Q20	9.268	1.990	17.453	5.529	39.686	6.862	32.105


 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

6.2.5 Lokalita Čertovka

Zeměpisné souřadnice měřených a vzorkovaných bodů

Tab. příloha 32 Lokalita Čertovka – souřadnice měrných profilů sledovaných v roce 2017

Měrný profil	X	Y
120Q1	-820857.1	-1027095.7
120Q2	-821361.1	-1027404.7
120Q3	-821737.1	-1027433.7
120Q4	-820983.1	-1028206.7
120Q5	-820429.1	-1028829.7
120Q6	-820489.1	-1028862.7
120Q7	-818177.1	-1028232.7
120Q8	-817178.1	-1028547.7
120Q9	-816651.7	-1029546.3
120Q10	-816588.6	-1029687.9
120Q11	-816478.0	-1030721.0
120Q12	-816771.1	-1031069.7
120Q13	-818539.4	-1031075.0
120Q14	-816507.3	-1031671.0
120Q15	-816740.1	-1031951.7
120Q16	-815738.1	-1032276.7
120Q17	-815412.1	-1033605.7
120Q18	-820982.1	-1032853.7
120Q19	-820525.1	-1032854.7
120Q20	-820432.1	-1032442.7

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)


Tab. příloha 33 Lokalita Čertovka – souřadnice měrných profilů vzorkovaných v listopadu roku 2017

Vzorkovaný bod	X	Y
120Q2	-821361.1	-1027404.7
120Q6	-820489.1	-1028862.7
120Q7	-818177.1	-1028232.7
120Q9	-816651.7	-1029546.3
120Q10	-816588.6	-1029687.9
120Q11	-816478.0	-1030721.0
120Q12	-816771.1	-1031069.7
120Q14	-816507.3	-1031671.0
120Q15	-816740.1	-1031951.7
120Q18	-820982.1	-1032853.7

Průtoky a specifické odtoky

Tab. příloha 34 Lokalita Čertovka – průtok na měrných profilech v roce 2017

průtok (l/s) / hladina (m)	25-I.	10-IV.	11-V.	18-VI.	12-VII.	19-VIII.	16-IX.	15-XI.	rozptyl
120Q01	2.30	12.10	10.50	1.39	0.31	0.30	0.51	2.20	19.95
120Q02	1.10	4.02	3.06	0.00	0.01	0.00	0.02	0.50	2.19
120Q03	0.90	3.12	2.37	0.02	0.03	0.08	0.58	1.30	1.17
120Q04	0.83	7.47	5.90	0.53	0.36	0.35	0.67	1.13	7.05
120Q05	0.56	4.50	3.40	0.08	0.07	0.08	0.55	0.80	2.56
120Q06	0.05	1.73	1.50	0.08	0.03	0.01	0.02	0.08	0.47
120Q07	0.20	3.70	2.53	1.16	0.00	0.00	0.00	0.22	1.74
120Q08	0.13	2.48	2.20	0.15	0.12	0.11	0.10	0.15	0.92
120Q09	0.05	2.59	2.14	0.36	0.20	0.17	0.44	0.23	0.87
120Q10	0.15	1.81	1.65	0.14	0.06	0.01	0.32	0.25	0.48
120Q11	0.30	3.05	2.98	0.08	0.05	0.03	0.01	0.32	1.57
120Q12	0.18	3.16	2.53	0.01	0.00	0.00	0.01	0.26	1.47
120Q13	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
120Q14	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120Q15	0.90	5.20	4.80	1.10	0.09	0.02	2.14	3.41	3.67
120Q16	0.60	6.30	4.80	0.10	0.05	0.01	0.01	1.43	5.38
120Q17	1.12	3.28	2.35	1.24	1.45	0.30	1.10	2.89	0.91
120Q18	1.00	2.20	2.10	0.30	0.15	0.12	0.12	1.20	0.67
120Q19	0.01	0.10	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
120Q20- studna	2.30	12.10	10.50	1.39	0.31	0.30	0.51	2.20	19.95

 SÚRAO	Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Čihadlo, Magdaléna, Březový potok a Čertovka	Evidenční označení:
		(doplň SÚRAO)

Tab. příloha 35 Lokalita Čertovka – plocha dílčích povodí

bod měření	plocha povodí (km²)
120Q01	2.473043176
120Q02	0.502904728
120Q03	1.808070939
120Q04	1.384065065
120Q05	5.573966043
120Q06	0.351078618
120Q07	1.342140778
120Q08	1.130184914
120Q09	0.548094933
120Q10	0.48330319
120Q11	00.01.00
120Q12	0.915618709
120Q13	0.080784641
120Q14	nelze vymezit
120Q15	1.382733976
120Q16	2.398028089
120Q17	6.523564132
120Q18	1.847360818
120Q19	nelze vymezit
120Q20-studna	

Tab. příloha 36 Lokalita Čertovka – specifický odtok z dílčích povodí v roce 2017

spec. odtok (l/s/km ²)	25-I.	10-IV.	11-V.	18-VI.	12-VII.	19-VIII.	16-IX.	15-XI.	medián	1. kvartil
120Q01	0.15	0.25	0.62	0.35	-0.02	-0.02	-0.07	0.23	0.19	-0.02
120Q02	0.40	1.79	1.37	-0.04	-0.03	-0.16	-1.11	-1.59	-0.04	-0.40
120Q03	0.50	1.73	1.31	0.01	0.01	0.04	0.32	0.72	0.41	0.04
120Q04	0.16	0.90	0.72	0.27	0.18	0.19	0.07	0.18	0.19	0.18
120Q05	0.10	0.80	0.61	0.01	0.01	0.01	0.10	0.14	0.10	0.01
120Q06	0.14	4.93	4.27	0.23	0.09	0.04	0.05	0.23	0.18	0.08
120Q07	0.15	2.76	1.89	0.86				0.16	0.86	0.16
120Q08	0.12	2.19	1.95	0.13	0.11	0.10	0.09	0.13	0.12	0.10
120Q09	0.09	4.73	3.90	0.66	0.36	0.31	0.80	0.42	0.54	0.35
120Q10	0.31	3.75	3.41	0.28	0.12	0.02	0.66	0.52	0.41	0.24
120Q11	0.44	4.50	4.39	0.12	0.07	0.04	0.01	0.47	0.28	0.06
120Q12	0.20	3.45	2.76	0.01			0.01	0.28	0.24	0.06
120Q13	0.25	0.19	0.12	0.12			0.12	0.25	0.15	0.12
120Q14	nelze vymezit povodí									
120Q15	0.65	3.76	3.47	0.80	0.07	0.01	1.55	2.47	1.17	0.50
120Q16	-0.13	0.46	0.00	-0.42	-0.02	0.00	-0.89	-0.83	-0.07	-0.52
120Q17	0.17	0.50	0.36	0.19	0.22	0.05	0.17	0.44	0.21	0.17
120Q18	0.54	1.19	1.14	0.16	0.08	0.06	0.06	0.65	0.35	0.08
120Q19	nelze vymezit povodí									

Fyzikálně-chemické parametry

Tab. příloha 37 Lokalita Čertovka – konduktivita na měrných profilech v roce 2017

konduktivita ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	25-I.	10-IV.	11-V.	18-VI.	12-VII.	19-VIII.	16-IX.	15-XI.	průměr
120Q01	702	552	666	676	733	765	843	752	711
120Q02	817	438	465		450		467	513	525
120Q03	405	568	689	707	750	937	828	910	724
120Q04	385	399	410	420	439	444	469	457	428
120Q05	216	252	378	432	256	269	285	257	293
120Q06	369	329	300	331	350	355	337	372	343
120Q07	276	190	169	222				336	239
120Q08	244	268	285	315	340	305	283	279	290
120Q09	183	182	183	180	179	174	185	180	181
120Q10	209	196	209	201	200	721	254	243	279
120Q11	201	217	232	224	238	250	268	222	232
120Q12	158	165	148	204			205	196	179
120Q13	121	120	115	135			134	128	126
120Q14	717	397	422	382	402	398	463	450	454
120Q15	408	527	430	440	486	511	536	498	480
120Q16	750	748	772	765	802	815	766	758	772
120Q17	509	513	510	527	512	577	553	549	531
120Q18	178	248	234	393	366	256	228	222	266
120Q19	198	176	180	186	224	230	223	210	203
120Q20- studna	286	275	295	290	300	308	304	294	294

Tab. příloha 38 Lokalita Čertovka – teplota na měrných profilech v roce 2017

teplota (°C)	25-I.	10-IV.	11-V.	18-VI.	12-VII.	19-VIII.	16-IX.	15-XI.	rozptyl
120Q01	4.1	7.2	10.6	13.8	16.2	15.9	10.0	6.9	17.19
120Q02	6.7	8.3	10.5		17.3		10.9	4.8	15.80
120Q03	7.1	8.6	15.8	23.7	18.3	16.8	11.0	5.9	34.02
120Q04	5.1	9.2	15.6	18.0	16.9	15.6	10.0	6.7	21.66
120Q05	4.8	9.6	12.8	14.7	17.0	16.1	10.5	7.0	16.63
120Q06	5.5	8.6	10.5	14.6	16.6	15.7	10.3	5.1	17.23
120Q07	5.1	8.4	9.3	13.4				7.4	7.44
120Q08	1.0	9.8	20.0	22.0	17.0	15.0	11.5	6.8	43.10
120Q09	8.6	8.0	9.3	10.0	10.5	14.5	10.4	8.9	3.54
120Q10	4.2	7.9	13.0	17.3	20.3	20.3	11.3	5.2	36.21
120Q11	5.8	8.7	10.1	11.0	18.3	22.0	10.6	5.3	29.78
120Q12	4.1	7.3	8.6	13.4			11.7	6.4	9.90
120Q13	5.2	6.8	7.6	9.9			7.1	5.6	2.33
120Q14	5.0	7.6	10.7	13.7	20.5	23.0	15.6	5.2	40.23
120Q15	3.2	10.8	11.6	13.3	15.0	24.4	10.8	5.7	35.56
120Q16	0.9	7.0	9.6	11.2	23.0	25.0	16.0	7.1	60.35
120Q17	1.1	7.2	9.0	11.9	17.7	22.8	9.6	6.6	40.27
120Q18	5.9	7.1	12.0	14.8	18.0	19.0	11.5	5.9	23.89
120Q19	5.4	8.6	10.9	12.2	16.0	21.0	11.3	7.3	21.82
120Q20- studna	6.0	6.2	7.1	8.5	9.2	9.3	9.1	8.2	1.58

Tab. příloha 39 Lokalita Čertovka – Eh na měrných profilech v roce 2017

Eh (mV)	25-I.	10-IV.	11-V.	18-VI.	12-VII.	19-VIII.	16-IX.	15-XI.	průměr
120Q01	315	295	331	345	457	336	534	462	384
120Q02	290	335	390		452		558	430	409
120Q03	310	328	329	324	335	320	540	425	364
120Q04	390	410	435	426	433	439	563	545	455
120Q05	419	439	453	452	471	488	500	485	463
120Q06	282	350	380	363	208	-29	215	250	252
120Q07	328	401	320	268				521	368
120Q08	96	120	137	108	129	135	158	162	131
120Q09	315	326	330	342	409	454	424	443	380
120Q10	420	368	350	421	419	409	417	450	407
120Q11	120	57	50	26	28	10	30	47	46
120Q12	356	348	322	234			434	540	372
120Q13	43	51	60	45			48	63	52
120Q14	249	264	242	254	366	394	312	278	295
120Q15	385	379	386	395	438	419	411	405	402
120Q16	290	300	287	299	325	326	310	288	303
120Q17	312	334	336	336	385	156	395	379	329
120Q18	360	371	380	377	399	465	452	475	410
120Q19	356	394	400	421	415	438	425	410	407
120Q20-studna	408	395	405	404	410	400	390	405	402

Tab. příloha 40 Lokalita Čertovka – pH na měrných profilech v roce 2017

pH	25-I.	10-IV.	11-V.	18-VI.	12-VII.	19-VIII.	16-IX.	15-XI.	medián
120Q01	7.0	7.1	7.2	7.8	7.7	8.2	7.9	7.6	7.7
120Q02	6.7	7.1	7.2		7.5		7.3	6.8	7.2
120Q03	6.8	7.1	7.9	8.0	8.3	8.2	7.1	6.9	7.5
120Q04	7.2	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.4	7.6
120Q05	7.2	7.7	7.6	7.8	7.8	7.5	7.3	6.9	7.5
120Q06	6.9	7.2	7.3	8.0	7.8	7.8	7.5	7.1	7.4
120Q07	5.8	6.0	6.0	5.6				5.4	5.8
120Q08	6.7	6.8	6.7	6.7	6.8	7.0	6.9	7.0	6.8
120Q09	6.0	5.9	5.8	6.2	7.0	6.6	6.6	6.7	6.4
120Q10	6.4	6.6	6.5	7.0	8.7	7.1	7.0	7.2	7.0
120Q11	4.6	4.8	5.2	4.8	4.6	5.3	5.6	4.8	4.8
120Q12	6.0	5.8	6.9	5.3			6.9	6.5	6.3
120Q13	5.7	5.7	5.7	5.7			5.8	5.5	5.7
120Q14	6.9	7.4	7.0	7.9	8.0	7.2	7.9	7.6	7.5
120Q15	7.3	7.8	7.9	7.9	7.9	7.6	7.5	7.4	7.7
120Q16	7.5	7.7	7.9	7.8	8.0	7.6	7.7	7.4	7.7
120Q17	7.5	7.5	7.9	7.9	8.2	7.5	7.4	7.5	7.5
120Q18	6.7	7.0	6.5	6.5	6.9	7.2	6.8	7.0	6.9
120Q19	6.7	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8	6.7
120Q20- studna	6.2	6.3	6.5	6.4	6.4	6.3	6.2	6.3	6.3

Chemické analýzy

Tab. příloha 41 Lokalita Čertovka – chemické složení vod odebraných na vybraných měrných profilech v roce 2017

Místo vzorkování	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄
	[mg/l]						
120Q2	13.539	3.574	26.925	21.514	61.213	23.731	86.848
120Q6	7.690	1.739	14.340	8.683	71.683	15.011	68.737
120Q7	12.723	2.492	24.908	18.911	83.423	9.721	131.712
120Q9	10.384	27.808	30.636	20.922	46.251	7.005	59.270
120Q10	11.862	9.999	28.468	20.223	51.181	10.150	73.265
120Q11	16.129	3.149	30.054	20.791	48.106	14.153	49.804
120Q12	9.058	14.462	17.527	11.887	64.605	7.863	70.384
120Q14	10.687	11.492	24.345	26.099	70.121	26.305	21.815
120Q15	11.668	12.841	21.473	15.992	55.013	73.482	53.920
120Q18	16.413	14.486	27.002	19.871	66.973	15.869	61.328

6.2.6 Záznam denních průtoků a hladin

Tab. příloha 42 Záznam denních průtoků a hladin

datum	Čihadlo		Čertovka		Magdaléna		Březový potok	
	130Q3	130Q16	120Q7	120Q20	160Q14	160Q5	110Q5	110Q19
03.05.2017	0.99	1.47						
04.05.2017	1.01	1.60			0.03	1.02		
05.05.2017	0.99	1.55			0.02	1.00		
06.05.2017	0.99	1.31			0.02	1.00		
07.05.2017	1.01	1.25			0.02	1.02		
08.05.2017	0.99	1.01			0.02	1.05		
09.05.2017	0.80	1.03			0.02	1.08		
10.05.2017	0.60	1.11	2.53	0.66	0.02	1.10		0.50
11.05.2017	0.60	1.01	2.53	0.66	0.02	1.11	0.15	0.50
12.05.2017	0.60	0.95	2.53	0.68	0.02	1.13	0.15	0.51
13.05.2017	0.75	0.87	2.53	0.71	0.02	1.16	0.15	0.53
14.05.2017	0.60	0.74	2.08	0.72	0.02	1.16	0.13	0.53
15.05.2017	0.60	0.80	1.84	0.64	0.02	1.03	0.13	0.47
16.05.2017	0.60	0.74	1.81	0.65	0.02	1.03	0.09	0.47
17.05.2017	0.60	0.62	1.81	0.67	0.02	1.05	0.09	0.48
18.05.2017	0.60	0.62	2.08	0.68	0.02	1.07	0.09	0.48
19.05.2017	0.60	0.59	2.53	0.71	0.02	1.10	0.09	0.50
20.05.2017	0.60	0.60	2.53	0.76	0.02	1.16	0.08	0.53
21.05.2017	0.59	0.46	2.14	0.79	0.02	1.19	0.08	0.54
22.05.2017	0.57	0.56	1.81	0.80	0.02	1.20	0.08	0.55
23.05.2017	0.54	0.56	1.90	0.82	0.02	1.21	0.05	0.55
24.05.2017	0.39	0.64	1.81	0.84	0.02	1.24	0.05	0.56
25.05.2017	0.54	0.69	1.84	0.87	0.02	1.27	0.02	0.58
26.05.2017	0.44	0.52	1.84	0.88	0.02	1.28	0.02	0.58
27.05.2017	0.34	0.34	2.23	0.91	0.02	1.31	0.01	0.59
28.05.2017	0.32	0.35	1.93	0.93	0.02	1.33	0.01	0.61
29.05.2017	0.32	0.44	1.81	0.95	0.02	1.35	0.00	0.61
30.05.2017	0.33	0.44	2.17	0.98	0.02	1.37	0.00	0.62
31.05.2017	0.32	0.58	1.81	1.01	0.02	1.41	0.00	0.64
01.06.2017	0.32	0.59	1.81	1.04	0.02	1.44	0.00	0.65
02.06.2017	0.32	0.63	1.81	1.06	0.06	1.45	0.00	0.66
03.06.2017	0.32	0.32	1.81	1.08	0.07	1.47	0.00	0.67
04.06.2017	0.32	0.48	1.81	1.10	0.07	1.48	0.00	0.66
05.06.2017	0.32	0.57	1.81	1.13	0.07	1.50	0.00	0.66
06.06.2017	0.73	1.17	1.81	1.13	0.07	1.50	0.00	0.68
07.06.2017	0.54	1.05	1.96	1.16	0.07	1.53	0.00	0.70

08.06.2017	0.32	0.97	1.77	1.19	0.07	1.55	0.00	0.71
09.06.2017	0.32	0.90	1.79	1.20	0.07	1.55	0.00	0.71
10.06.2017	0.39	0.77	1.81	1.23	0.07	1.58	0.00	0.71
11.06.2017	0.32	0.58	1.81	1.25	0.07	1.60	0.00	0.72
12.06.2017	0.32	0.74	1.81	1.26	0.07	1.59	0.00	0.73
13.06.2017	0.32	0.64	1.69	1.29	0.07	1.62	0.00	0.75
14.06.2017	0.32	0.54	1.48	1.32	0.05	1.64	0.00	0.76
15.06.2017	0.32	0.16	1.48	1.34	0.02	1.65	0.00	0.77
16.06.2017	0.32	0.29	1.31	1.35	0.07	1.66	0.00	0.77
17.06.2017	0.32	0.26	1.23	1.38	0.07	1.68	0.00	0.78
18.06.2017	0.32	0.24	1.16	1.41	0.07	1.71	0.00	0.80
19.06.2017	0.32	0.27	0.99	1.43	0.07	1.72	0.00	0.80
20.06.2017	0.32	0.27	1.23	1.44	0.02	1.72	0.00	0.80
21.06.2017	0.32	0.19	0.99	1.47	0.02	1.73	0.00	0.81
22.06.2017	0.32	0.26	1.12	1.49	0.02	1.75	0.00	0.82
23.06.2017	0.49	0.38	1.07	1.51	0.02	1.75	0.00	0.82
24.06.2017	0.32	0.26	1.14	1.54	0.02	1.78	0.00	0.82
25.06.2017	0.32	0.16	1.20	1.55	0.03	1.79	0.00	0.84
26.06.2017	0.32	0.24	0.97	1.57	0.07	1.80	0.00	0.85
27.06.2017	0.34	0.33	0.78	1.58	0.07	1.80	0.00	0.86
28.06.2017	0.51	0.37	0.78	1.58	0.04	1.79	0.00	0.86
29.06.2017	0.57	0.46	0.82	1.58	0.16	1.77	0.00	0.93
30.06.2017	0.45	0.32	0.78	1.56	0.16	1.80	0.00	0.92
01.07.2017	0.60	0.22	0.78	1.58	0.16	1.82	0.00	0.93
02.07.2017	0.48	0.32	0.69	1.60	0.16	1.84	0.00	0.95
03.07.2017	0.51	0.28	0.36	1.61	0.16	1.85	0.00	0.97
04.07.2017	0.45	0.25	0.20	1.65	0.16	1.86	0.00	0.98
05.07.2017	0.46	0.20	0.08	1.68	0.16	1.86	0.00	1.00
06.07.2017	0.39	0.15	0.06	1.71	0.08	1.87	0.00	1.01
07.07.2017	0.44	0.15	0.01	1.72	0.14	1.88	0.00	1.03
08.07.2017	0.46	0.15	0.01	1.73	0.11	1.88	0.00	1.04
09.07.2017	0.39	0.10	0.00	1.75	0.07	1.89	0.00	1.06
10.07.2017	0.40	0.16	0.00	1.75	0.08	1.89	0.00	1.07
11.07.2017	0.48	0.26	0.00	1.77	0.14	1.90	0.00	1.09
12.07.2017	0.72	0.20	0.00	1.78	0.16	1.90	0.00	1.10
13.07.2017	0.78	0.25	0.00	1.81	0.16	1.92	0.00	1.11
14.07.2017	0.48	0.21	0.00	1.82	0.16	1.93	0.00	1.12
15.07.2017	0.55	0.23	0.00	1.83	0.16	1.93	0.00	1.12
16.07.2017	0.40	0.20	0.00	1.85	0.16	1.94	0.00	1.12
17.07.2017	0.32	0.18	0.00	1.86	0.08	1.95	0.00	1.13
18.07.2017	0.32	0.15	0.00	1.87	0.07	1.95	0.00	1.13
19.07.2017	0.32	0.13	0.00	1.88	0.07	1.95	0.00	1.13
20.07.2017	0.33	0.22	0.00	1.90	0.13	1.96	0.00	1.14

21.07.2017	0.32	0.19	0.00	1.91	0.07	1.97	0.00	1.14
22.07.2017	0.32	0.12	0.00	1.93	0.07	1.98	0.00	1.15
23.07.2017	0.32	0.17	0.00	1.95	0.11	1.99	0.00	1.15
24.07.2017	0.64	0.64	0.00	1.93	0.13	1.97	0.00	1.14
25.07.2017	0.43	0.34	0.00	1.93	0.16	1.95	0.00	1.13
26.07.2017	0.34	0.37	0.00	1.94	0.16	1.95	0.00	1.13
27.07.2017	0.81	0.75	0.00	1.95	0.16	1.96	0.00	1.14
28.07.2017	0.43	0.32	0.00	1.96	0.16	1.97	0.00	1.14
29.07.2017	0.32	0.19	0.00	1.98	0.15	1.99	0.00	1.16
30.07.2017	0.32	0.18	0.00	1.99	0.08	2.00	0.00	1.16
31.07.2017	0.32	0.16	0.00	2.00	0.07	2.01	0.00	1.17
01.08.2017	0.32	0.09	0.00	2.02	0.08	2.02	0.00	1.17
02.08.2017	0.32	0.08	0.00	2.03	0.14	2.03	0.00	1.18
03.08.2017	0.32	0.10	0.00	2.03	0.17	2.03	0.00	1.18
04.08.2017	0.33	0.23	0.00	2.03	0.30	2.03	0.00	1.18
05.08.2017	0.32	0.15	0.00	2.04	0.27	2.04	0.00	1.19
06.08.2017	0.32	0.12	0.00	2.06	0.16	2.06	0.00	1.20
07.08.2017	0.32	0.16	0.00	2.06	0.16	2.06	0.00	1.20
08.08.2017	0.32	0.12	0.00	2.06	0.16	2.06	0.00	1.20
09.08.2017	0.48	0.10	0.00	2.07	0.14	2.07	0.00	1.20
10.08.2017	0.46	0.08	0.00	2.07	0.16	2.07	0.00	1.20
11.08.2017	0.86	0.41	0.00	2.04	0.20	2.04	0.00	1.19
12.08.2017	0.60	0.16	0.00	2.01	0.16	2.01	0.00	1.17
13.08.2017	0.94	0.11	0.00	2.01	0.16	2.01	0.00	1.17
14.08.2017	0.90	0.11	0.00	2.02	0.16	2.02	0.00	1.17
15.08.2017	0.76	0.10	0.00	2.02	0.16	2.02	0.00	1.18
16.08.2017	0.33	0.19	0.00	2.03	0.14	2.03	0.00	1.18
17.08.2017	0.32	0.18	0.00	2.03	0.16	2.03	0.00	1.18
18.08.2017	0.32	0.13	0.00	2.03	0.16	2.03	0.00	1.18
19.08.2017	0.67	0.33	0.00	2.03	0.12	2.03	0.00	1.18
20.08.2017	0.55	0.21	0.00	2.04	0.07	2.04	0.00	1.19
21.08.2017	0.50	0.26	0.00	2.05	0.07	2.05	0.00	1.19
22.08.2017	0.47	0.26	0.00	2.06	0.07	2.06	0.00	1.19
23.08.2017	0.36	0.22	0.00	2.06	0.07	2.06	0.00	1.19
24.08.2017	0.32	0.12	0.00	2.07	0.07	2.07	0.00	1.19
25.08.2017	0.32	0.08	0.00	2.08	0.07	2.08	0.00	1.20
26.08.2017	0.32	0.11	0.00	2.08	0.08	2.08	0.00	1.20
27.08.2017	0.38	0.07	0.00	2.09	0.16	2.09	0.00	1.20
28.08.2017	0.32	0.16	0.00	2.10	0.16	2.10	0.00	1.21
29.08.2017	0.32	0.10	0.00	2.11	0.11	2.11	0.00	1.21
30.08.2017	0.32	0.09	0.00	2.11	0.16	2.11	0.00	1.21
31.08.2017	0.32	0.05	0.00	2.12	0.14	2.12	0.00	1.21
01.09.2017	0.38	0.22	0.00	2.11	0.16	2.11	0.00	1.15

02.09.2017	0.32	0.12	0.00	2.09	0.16	2.09	0.00	1.09
03.09.2017	0.33	0.16	0.00	2.09	0.16	2.09	0.00	1.03
04.09.2017	0.32	0.12	0.00	2.09	0.16	2.09	0.00	1.01
05.09.2017	0.32	0.10	0.00	2.10	0.16	2.10	0.00	0.99
06.09.2017	0.32	0.11	0.00	2.10	0.16	2.10	0.00	0.94
07.09.2017	0.32	0.14	0.00	2.11	0.16	2.11	0.00	0.94
08.09.2017	0.31	0.12	0.00	2.11	0.16	2.11	0.00	0.94
09.09.2017	0.32	0.10	0.00	2.10	0.16	2.10	0.00	0.93
10.09.2017	0.32	0.09	0.00	2.11	0.21	2.11	0.00	0.93
11.09.2017	0.32	0.14	0.00	2.10	0.16	2.10	0.00	0.93
12.09.2017	0.32	0.12	0.00	2.12	0.16	2.12	0.00	0.93
13.09.2017	0.32	0.08	0.00	2.12	0.16	2.12	0.00	0.93
14.09.2017	0.41	0.06	0.00	2.12	0.16	2.12	0.00	0.94
15.09.2017	0.60	0.13	0.00	2.14	0.16	2.14	0.00	0.94
16.09.2017	0.60	0.14	0.00	2.14	0.21	2.14	0.00	0.94
17.09.2017	0.60	0.16	0.00	2.13	0.16	2.13	0.00	0.93
18.09.2017	0.62	0.17	0.00	2.14	0.18	2.14	0.00	0.93
19.09.2017	0.60	0.14	0.00	2.14	0.16	2.14	0.00	0.93
20.09.2017	0.60	0.14	0.00	2.15	0.16	2.15	0.00	0.93
21.09.2017	0.60	0.13	0.00	2.15	0.16	2.15	0.00	0.93
22.09.2017	0.44	0.11	0.00	2.15	0.16	2.15	0.00	0.93
23.09.2017	0.32	0.09	0.00	2.15	0.16	2.15	0.00	0.93
24.09.2017	0.32	0.07	0.00	2.15	0.16	2.15	0.00	0.93
25.09.2017	0.32	0.09	0.00	2.15	0.16	2.15	0.00	0.92
26.09.2017	0.32	0.16	0.00	2.16	0.16	2.16	0.00	0.93
27.09.2017	0.32	0.30	0.00	2.17	0.16	2.17	0.00	0.93
28.09.2017	0.40	0.20	0.00	2.17	0.16	2.17	0.00	0.93
29.09.2017	0.36	0.06	0.00	2.18	0.21	2.18	0.00	0.93
30.09.2017	0.32	0.04	0.00	2.18	0.30	2.18	0.00	0.93
01.10.2017	0.32	0.06	0.00	2.19	0.18	2.19	0.00	0.94
02.10.2017	0.33	0.09	0.00	2.19	0.11	2.19	0.00	0.93
03.10.2017	0.52	0.24	0.00	2.17	0.18	2.17	0.01	0.89
04.10.2017	0.60	0.13	0.00	2.17	0.27	2.17	0.01	0.87
05.10.2017	0.60	0.10	0.00	2.16	0.18	2.16	0.01	0.84
06.10.2017	0.75	0.11	0.00	2.17	0.18	2.17	0.01	0.84
07.10.2017	0.60	0.08	0.00	2.17	0.30	2.17	0.01	0.84
08.10.2017	0.80	0.27	0.00	2.16	0.30	2.16	0.02	0.82
09.10.2017	0.60	0.23	0.00	2.16	0.30	2.16	0.02	0.81
10.10.2017	0.75	0.33	0.00	2.16	0.30	2.16	0.01	0.80
11.10.2017	0.60	0.24	0.00	2.16	0.30	2.16	0.01	0.79
12.10.2017	0.60	0.20	0.00	2.16	0.29	2.16	0.01	0.78
13.10.2017	0.62	0.14	0.00	2.17	0.20	2.17	0.01	0.79
14.10.2017	0.93	0.13	0.00	2.17	0.16	2.17	0.02	0.78

15.10.2017	0.94	0.15	0.00	2.17	0.16	2.17	0.03	0.78
16.10.2017	0.60	0.21	0.00	2.16	0.16	2.16	0.02	0.78
17.10.2017	0.60	0.24	0.00	2.16	0.16	2.16	0.02	0.78
18.10.2017	0.60	0.21	0.00	2.15	0.16	2.15	0.01	0.77
19.10.2017	0.60	0.03	0.00	2.15	0.16	2.15	0.01	0.77
20.10.2017	0.60	0.02	0.00	2.15	0.16	2.15	0.01	0.77
21.10.2017	0.60	0.02	0.00	2.16	0.30	2.16	0.01	0.76
22.10.2017	0.91	0.13	0.00	2.15	0.22	2.15	0.01	0.74
23.10.2017	0.90	0.16	0.00	2.15	0.20	2.15	0.00	0.70
24.10.2017	0.60	0.08	0.00	2.16	0.22	2.16	0.00	0.68
25.10.2017	0.60	0.03	0.00	2.15	0.29	2.16	0.00	0.68
26.10.2017	0.60	0.03	0.00	2.15	0.30	2.16	0.00	0.67
27.10.2017	0.75	0.21	0.00	2.13	0.30	2.14	0.00	0.66
28.10.2017	0.60	0.11	0.00	2.12	0.30	2.13	0.00	0.64
29.10.2017	1.41	0.88	0.00	2.06	0.30	2.08	0.00	0.60
30.10.2017	1.16	0.34	0.00	2.05	0.30	2.08	0.00	0.59
31.10.2017	0.99	0.39	0.00	2.05	0.30	2.08	0.01	0.59
01.11.2017	0.99	0.43	0.00	2.04	0.30	2.07	0.01	0.59
02.11.2017	0.99	0.47	0.01	2.03	0.30	2.07	0.01	0.58
03.11.2017	0.99	0.36	0.07	2.04	0.30	2.08	0.01	0.58
04.11.2017	0.99	0.44	0.13	2.04	0.30	2.08	0.01	0.58
05.11.2017	0.99	0.42	0.22	2.03	0.30	2.08	0.02	0.58
06.11.2017	0.99	0.57	0.22	2.05	0.30	2.09	0.02	0.59
07.11.2017	0.99	0.47	0.15	2.05	0.30	2.10	0.02	0.59
08.11.2017			0.08	2.04	0.00		0.02	0.60
09.11.2017			0.16		0.00		0.02	
10.11.2017			0.22		0.00		0.02	
11.11.2017			0.22		0.00		0.02	
12.11.2017			0.22		0.00		0.02	
13.11.2017			0.22		0.00		0.02	
14.11.2017			0.22		0.00		0.02	
15.11.2017			0.22		0.00			

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

Tel.: 221 421 511, E-mail: info@surao.cz

www.surao.cz