

UNIVERZITA KARLOVA

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Aleš Wild

**VÝVOJ JAKOSTI POVRCHOVÝCH VOD V PRAMENNÝCH
POVODÍCH BEROUNKY**

**THE DEVELOPMENT OF WATER QUALITY IN THE HEADWATERS
OF BEROUNKA RIVER CATCHMENTS AREA**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.

Praha 2021

Zadání diplomové práce

Název práce

Vývoj jakosti povrchových vod v pramenných povodí Berounky

Cíle práce

Popis a vysvětlení změn ve vývoji jakosti vody v pramenných povodích řeky Berounky od roku 1981 do roku 2019 na základě vybraných ukazatelů znečištění dle dat z jednotlivých profilů monitoringu jakosti povrchové vody. Dále určit, jakým způsobem byly tyto hodnoty závislé na průtoku vody a jak se v průběhu sledovaného období tato závislost projevila. Stanovit látkové odnosy a specifické látkové odnosy a tím vyjádřit odnos látek ze sledovaného území.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

- Analýza vývoje jakosti vody od roku 1981 do současnosti ve sledované oblasti pomocí daných ukazatelů znečištění
- Průměrné roční koncentrace, závislost na průtoku dle koeficientu determinace R^2 , látkové odnosy a specifické látkové odnosy
- Získání dat z databáze státního podniku Povodí Vltavy a denních průtoků ČHMÚ z jednotlivých profilů v pramenných povodích
- Diskuse a shrnutí výsledků

Datum zadání: 30.11.2019

Jméno vedoucího práce: prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.

Podpis vedoucího práce:

Jméno studenta: Bc. Aleš Wild

Podpis studenta:

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma: „Vývoj jakosti povrchových vod v pramenných povodích Berounky“ vypracoval samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

.....
Bc. Aleš Wild

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu prof. RNDr. Bohumíru Janskému, CSc. za potřebné rady a cenné informace při zpracování diplomové práce. Také bych rád poděkoval státnímu podniku Povodí Vltavy za poskytnutí dat jakosti vody, Českému hydrometeorologickému ústavu za poskytnutí hodnot denních průtoků a Českému hydrometeorologickému ústavu na pobočce Plzeň za stanovení ploch k jednotlivým profilům a odpovídajícím průměrným dlouhodobým průtokům. Rovněž děkuji své rodině, která mě při psaní práce podporovala.

Abstrakt

Práce popisuje vývoj jakosti vody na základě vybraných ukazatelů znečištění v pramenných povodích Berounky (povodí Mže, povodí Radbuzy, povodí Úhlavy a povodí Úslavy a jejich vybraných dílčích povodí) dle profilů umístěných nad profilem monitoringu jakosti vody Bukovec na řece Berounce od roku 1981 do roku 2019. Dále je zjišťována závislost na průtoku během sledovaného období a z ní převažující druh znečištění v daném povodí na základě průběhu regresních křivek a hodnoty koeficientu determinace R^2 . Na základě průměrných ročních koncentrací je popsán vývoj daných ukazatelů znečištění na vybraných profilech za nejdelší možné sledované období, ke kterému jsou k dispozici data o jakosti vody. Dále je vyjádřen jejich průběh v rámci kalendářního roku a při různých hodnotách překročení průtoku. Pomocí látkových odnosů lze zjistit skutečné množství znečišťujících látek na základě koncentrace a daného průtoku. Specifické látkové odnosy pak vyjadřují intenzitu odnosu z plochy 1 km^2 za daný časový interval, tedy stejně jako v případě látkových odnosů za jeden rok. Zjištěné výsledky jsou převedené do grafického výstupu. Na základě zjištěných údajů je možné zjistit dlouhodobější představu o stavu jakosti vody a o jejím vývoji v pramenných povodí Berounky během posledních 40 let. Výsledky ukázaly nejvyšší zátěž na přelomu 80. a 90. let, později došlo k postupnému poklesu jednotlivých koncentrací daných ukazatelů.

Klíčová slova: Berounka, Mže, Úhlava, Radbuza, Úslava, změny kvality vody, vliv zemědělství, průmyslu a sídel, závislost na průtoku, látkový odnos, specifický látkový odnos

Abstract

The paper describes the development of water quality based on selected pollution indicators in the source catchments of the Berounka River (Mže catchment, Radbuza catchment, Úhlava catchment and Úslava catchment of selected sub-catchments) on profiles located above the water quality monitoring profile Bukovec on the Berounka River from 1981 to 2019. Furthermore, the flow dependence during the monitored period and from it the predominant type of pollution in the given catchment is determined on the basis of the course of regression curves and the value of the coefficient of determination R^2 . Based on the average annual concentrations, the evolution of the given pollution indicators on selected profiles is described for the longest possible monitoring period for which water quality data are available. Their evolution within a calendar year can be determined when the flow rate is exceeded. By means of mass transport, the actual amount of pollutants can be determined on the basis of the concentration and the flow rate. The specific mass transport then express the intensity of removal from an area of 1 km^2 for a given time interval, which has been chosen here as well as the pollutant loads for one year. The observed results are then converted into graphical output. Based on the data, it is possible to build up a longer-term picture of the water quality status and its development in the source catchments of the Berounka River over the last 40 years. The results showed the highest loadings in the late 1980s and early 1990s, with a decline in individual concentrations of indicators thereafter.

Keywords: Berounka, Mže, Úhlava, Radbuza, Úslava, changes in water quality, influence of agriculture, industry and settlements, dependence on discharge, mass transport, specific mass transport

Obsah

Úvod a cíle práce.....	11
1. Charakteristika pramenných povodí.....	12
1.1. Vymezené území	12
1.2. Fyzickogeografická charakteristika pramenných povodí	13
1.2.1. Geomorfologické poměry a orografie území	13
1.2.2. Geologická stavba.....	14
1.2.3. Pedologické poměry.....	15
1.2.4. Charakteristika klimatu.....	16
1.2.5. Biogeografické poměry.....	17
1.3. Hydrografické a odtokové poměry	18
1.3.1. Hydrografická charakteristika vodních toků	18
1.3.2. Odtokové poměry vymezené oblasti	22
1.3.3. Režim denních průtoků	23
1.3.4. Průměrné měsíční průtoky v období hydrologických let 1980–2018	26
1.3.5. Režim ročních průtoků.....	29
1.4. Land Cover ve vymezeném území.....	32
1.5. Socioekonomická charakteristika	34
2. Metodika.....	35
2.1. Zdroje dat.....	35
2.2. Sledované ukazatele jakosti vod	38
2.2.1. Organické látky.....	38
2.2.2. Ukazatele anorganického znečištění	39
2.2.3. Sloučeniny síry	40
2.2.4. Halogeny.....	40
2.3. Průměrné roční koncentrace daných ukazatelů podle povodí.....	41
2.4. Hodnocení závislosti koncentrace na průtoku	41
2.5. Hodnocení závislosti koncentrace na překročení průtoku a pořadí dne v roce	42
2.6. Látkové odnosy	42
2.7. Specifické látkové odnosy	43
2.8. Vytváření mapových výstupů v prostředí ArcGis	43
2.9. Charakteristiky profilů podle vodních toků	44
2.9.1. Berounka.....	44
2.9.2. Bradava	44
2.9.3. Hamerský potok.....	44
2.9.4. Kosový potok.....	45
2.9.5. Mže	45
2.9.6. Radbuza	46
2.9.7. Úhlava.....	47

2.9.8.	Úhlavka.....	48
2.9.9.	Úslava	48
2.9.10.	Úterský potok.....	49
3.	Výsledky	50
3.1.	Průměrné roční koncentrace daných ukazatelů podle povodí.....	50
3.1.1.	Berounka.....	50
3.1.2.	Bradava	53
3.1.3.	Hamerský potok.....	55
3.1.4.	Kosový potok.....	57
3.1.5.	Mže	59
3.1.6.	Radbuza	62
3.1.7.	Úhlava.....	64
3.1.8.	Úhlavka.....	68
3.1.9.	Úslava	70
3.1.10.	Úterský potok.....	73
3.2.	Hodnocení závislosti koncentrace na průtoku	76
3.2.1.	Berounka.....	76
3.2.2.	Bradava	78
3.2.3.	Hamerský potok.....	79
3.2.4.	Kosový potok.....	81
3.2.5.	Mže	82
3.2.6.	Radbuza	84
3.2.7.	Úhlava.....	85
3.2.8.	Úhlavka.....	88
3.2.9.	Úslava	90
3.2.10.	Úterský potok.....	92
3.3.	Hodnocení závislosti koncentrace na překročení průtoku a pořadí dne v roce dle povodí	94
3.3.1.	Berounka.....	94
3.3.2.	Mže	96
3.3.3.	Radbuza	98
3.3.4.	Úhlava.....	100
3.3.5.	Úslava	102
3.4.	Hodnocení vývoje látkového odnosu dle povodí.....	104
3.4.1.	Berounka.....	104
3.4.2.	Bradava	107
3.4.3.	Hamerský potok.....	108
3.4.4.	Kosový potok.....	110
3.4.5.	Mže	112
3.4.6.	Radbuza	114
3.4.7.	Úhlava.....	116

3.4.8.	Úhlavka.....	119
3.4.9.	Úslava	120
3.4.10.	Úterský potok.....	123
3.5.	Specifický látkový odnos na profilu Bukovec	125
4.	Diskuse.....	127
5.	Závěr.....	130
6.	Zdroje literatury.....	134
6.1.	Datové podklady.....	137
6.2.	Mapové podklady	137
7.	Seznam obrázků, grafů a tabulek	138
7.1.	Seznam obrázků.....	138
7.2.	Seznam grafů.....	138
7.3.	Seznam tabulek.....	144

Seznam použitých veličin a zkratek

ARCČR500	Digitální vektorová geografická databáze České republiky ArcČR® 500
BSK	biochemická spotřeba kyslíku
BSK ₅	biochemická spotřeba kyslíku za pět dní
c	koncentrace uvedeného ukazatele [mg/l]
C _v	variační koeficient
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSR	Československá republika
ČSÚ	Český statistický úřad
D	decilová odchylka
DIBAVOD	digitální báze vodohospodářských dat
EEA	European Environment Agency (Evropská agentura pro životní prostředí)
HEIS VÚV	Hydroekologický informační systém VÚV TGM
CHKO	chráněná krajinná oblast
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
CHSK _{Cr}	chemická spotřeba kyslíku dichromanem
CHSK _{Mn}	chemická spotřeba kyslíku manganistanem
L	látkový odnos / specifický látkový odnos
MZ	ministerstvo zemědělství
MZCHÚ	maloplošná zvláště chráněná území
N-NH ₄ ⁺	amoniakální dusík
N-NO ₃ ⁻	dusičnanový dusík
P-PO ₄ ³⁻	fosfor fosforečnanový
P _m	empirická pravděpodobnost m-té hodnoty v řadě
PVL	státní podnik Povodí Vltavy
Q	průtok
Q _a	dlouhodobý průměrný průtok
Q _r	průměrný roční průtok
R ²	koeficient determinace
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
V	relativní variace
VD	vodní dílo

Úvod a cíle práce

Voda patří mezi základní složky životního prostředí na Zemi a pro potřebu všech organismů je naprosto nezbytná. Její kvalita je spojena s působením lidské společnosti zejména v oblastech, ve kterých došlo k výraznému ovlivnění jejího okolí v důsledku různých záměrů člověka v krajině. Tyto antropogenní aktivity mohou následně negativně ovlivňovat vlastnosti vodního prostředí např. změnou a množstvím znečišťujících látek (Shuangyun Peng, Shihua Li , 2021) a případně ohrožovat další rozvoj lidské společnosti. Kvalita vody je přirozeně proměnlivá jak v prostoru, tak v čase. Kvalita vody se mění podél toku řeky a je ovlivněna přírodními podmínkami, jako je nadmořská výška, geologie, složitost fyzikálních stanovišť v toku, mokřady a příbřežní oblasti, a také propojení se záplavovým územím (Nilsson, C., Malm Renöfält. 2008).

Stav životního prostředí a jakost povrchových vod se po roce 1990 podařilo na významných vodních tocích v daných povodích výrazně zlepšit výstavbou infrastruktury v podobě ČOV, kanalizací a zavedením dostatečně přísných limitů u zdrojů vypouštění. V rámci Evropské unie to byla např. WFD 2000/60/EC (Rámcová směrnice o vodě), která nařizuje jednotlivým státům dosáhnout dobrého ekologického stavu v povrchových vodách. Pouze 40 % těchto útvarů tuto podmínku splňuje (EEA, 2018). V současné době stále existují vodní útvary, zejména menší a drobné vodní toky, které jsou velmi znečištěné nebo jsou významně ohroženy vysokým odnosem daných chemických látek z jejich okolí. Proto je potřeba zdroje znečištění i nyní monitorovat a snažit se o omezování antropogenních zdrojů znečištění, i když je v některých oblastech, zejména zemědělských krajinách, nedostatek informací o jejich původu.

Hlavním cílem této práce je ukázat, jak se změnily chemické vlastnosti povrchové vody na pramenných tocích řeky Berounky vlivem socioekonomických změn ve využití krajiny od 80. let 20. století do roku 2019 na základě vybraných ukazatelů znečištění. Na vybraných profilech určit, jakým způsobem byly tyto hodnoty závislé na denním průtoku. Zároveň v práci popisují, jak velký byl odnos látek z plochy odpovídající těmto profilům pomocí látkových odnosů a specifických látkových odnosů.

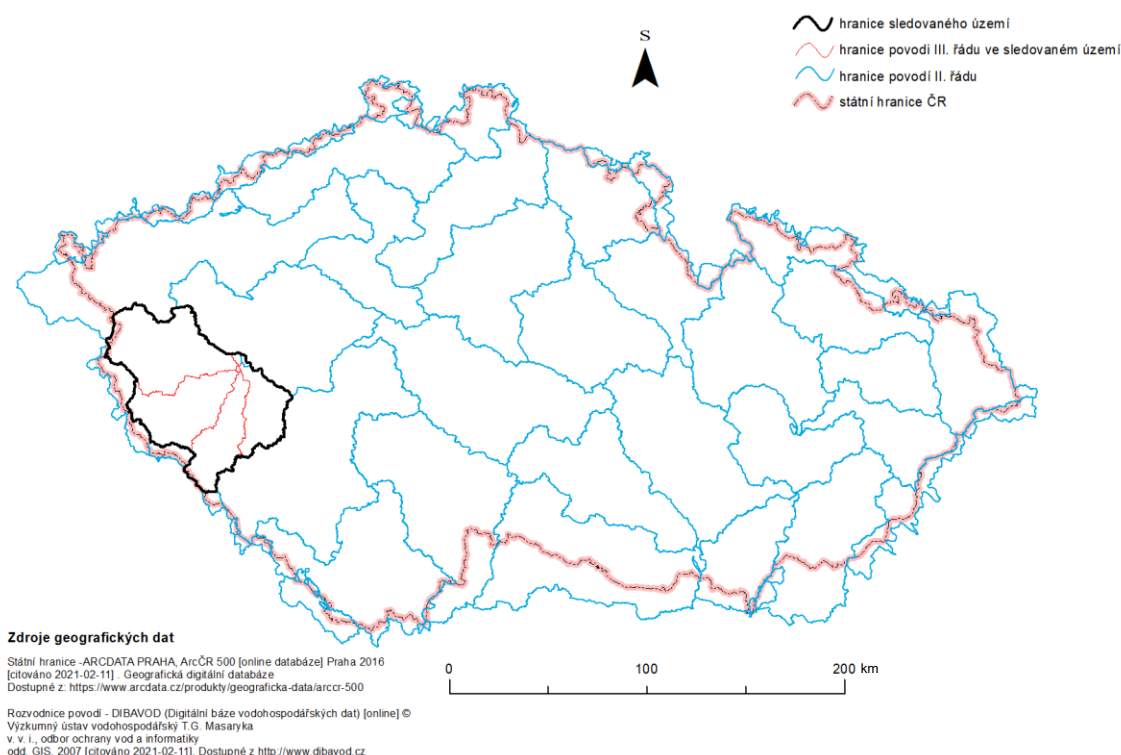
Tato diplomová práce navazuje na autorovu předchozí bakalářskou práci, která popisovala vývoj jakosti vod na celém povodí řeky Berounky na základě tříd jakosti vod normy ČSN 75 7221 v sedmiletých intervalech. Nebyla však prováděna závislost kvality

vod na průtoku, která se jako základní hydrologická veličina výrazně podílí na ovlivnění koncentrací daných ukazatelů jakosti vody v různých oblastech a časovém intervalu.

1. Charakteristika pramenných povodí

1.1. Vymezené území

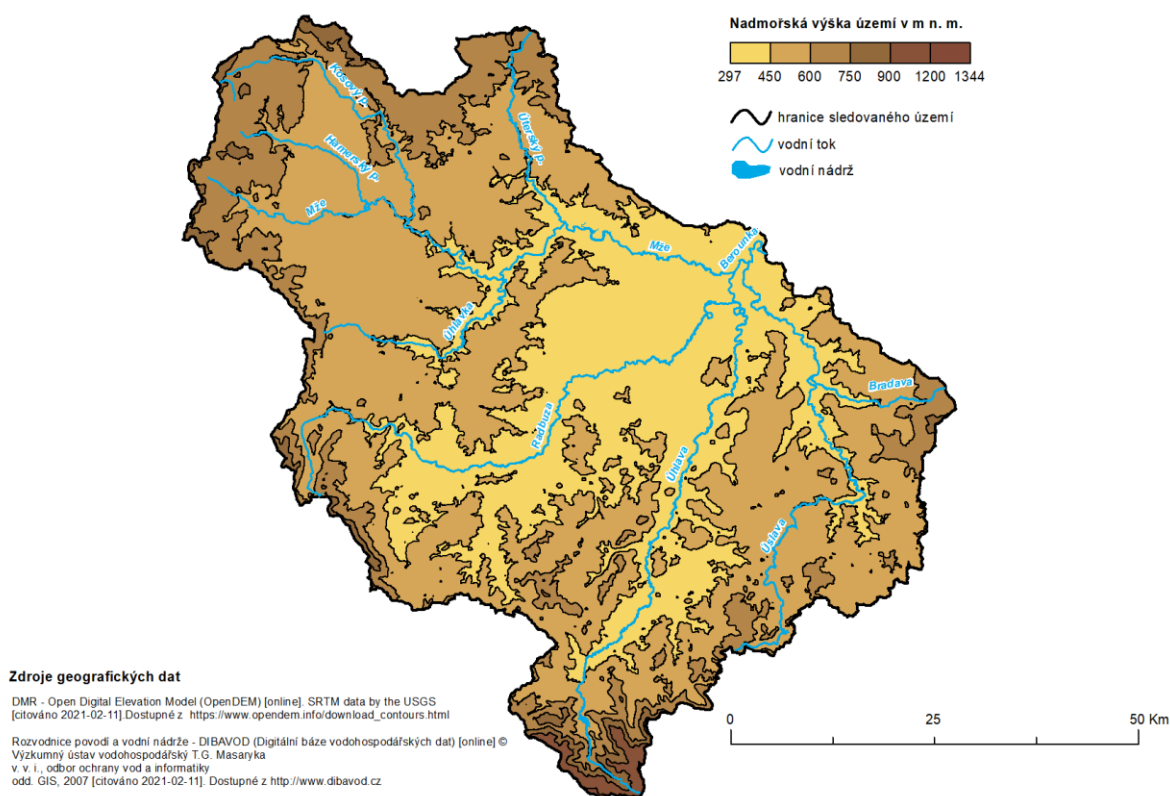
Pramenné oblasti řeky Berounky se nachází v jihozápadní části České republiky v Plzeňském kraji a částečně zasahují do Německa (36 km²). Jednotlivá dílčí povodí jsou III. řádu a část sledované oblasti tvoří povodí IV. řádu 1–11–01–0030. Jedná se o povodí Mže, Radbuzy, Úhlavy, Úslavy a část povodí Berounky ohraničené plochou patřící k profilu Bukovec. Vymezená oblast je součástí mezinárodního povodí Labe a navazuje na něj povodí Dolní Vltavy. Celková rozloha sledovaného území je 4807, 04 km². Toto území je znázorněno na obrázku 1.



Obr. 1 Poloha vymezeného území v rámci ČR

1.2. Fyzickogeografická charakteristika pramenných povodí

Fyzickogeografická charakteristika je již zpracována v bakalářské práci autora (Wild, 2019). Proto jsou v této kapitole uvedeny charakteristiky geomorfologických, geologických, půdních, klimatických a biogeografických poměrů, které jsou zaměřeny na sledované území pramenných povodí. Autor se zde více věnuje hydrologické charakteristice jednotlivých vodních toků v podobě sledování jednotlivých denních, měsíčních a ročních průtoků s danými ukazateli. Obrázek 2 vyjadřuje výškopisné poměry v daném území.



Obr. 2 Výškopisné poměry

1.2.1. Geomorfologické poměry a orografie území

Nejvíce jsou zastoupeny členité pahorkatiny s výškovou členitostí 75 až 150 m a ploché pahorkatiny s členitostí 30 až 75 m. Na území sledovaného území pramenných povodí Berounky jsou zastoupeny následující soustavy (Obr. 3): Šumavská subprovincie, Poberounská subprovincie, Krušnohorská subprovincie a Česko-moravská subprovincie. Šumavská subprovincie zasahuje na území dvěma oblastmi: Českoleskou oblastí (celky Český les, Podčeskoleská pahorkatina, Všerubská vrchovina) a Šumavskou hornatinou (celky Šumava a Šumavské podhůří). Nachází se zde i nejvyšší body oblasti

povodí Čerchov (1042 m n.m.), Jezerní hora (1343 m n.m.) a Ostrý (1280 m n.m.). Poberounská subprovincie zasahuje do území Brdskou oblastí (celky Brdská vrchovina) a Plzeňskou pahorkatinou (celky Plaská a Švihovská vrchovina). Krušnohorská subprovincie zasahuje do dílčího povodí ze severozápadu geomorfologickou oblastí Karlovarské vrchoviny (celek Tepelská vrchovina), Česko-moravská subprovincie z jihovýchodu Středočeskou pahorkatinou s celkem Blatenská pahorkatina (Balatka, Kalvoda, 2006).



Obr. 3 Geomorfologické poměry

1.2.2. Geologická stavba

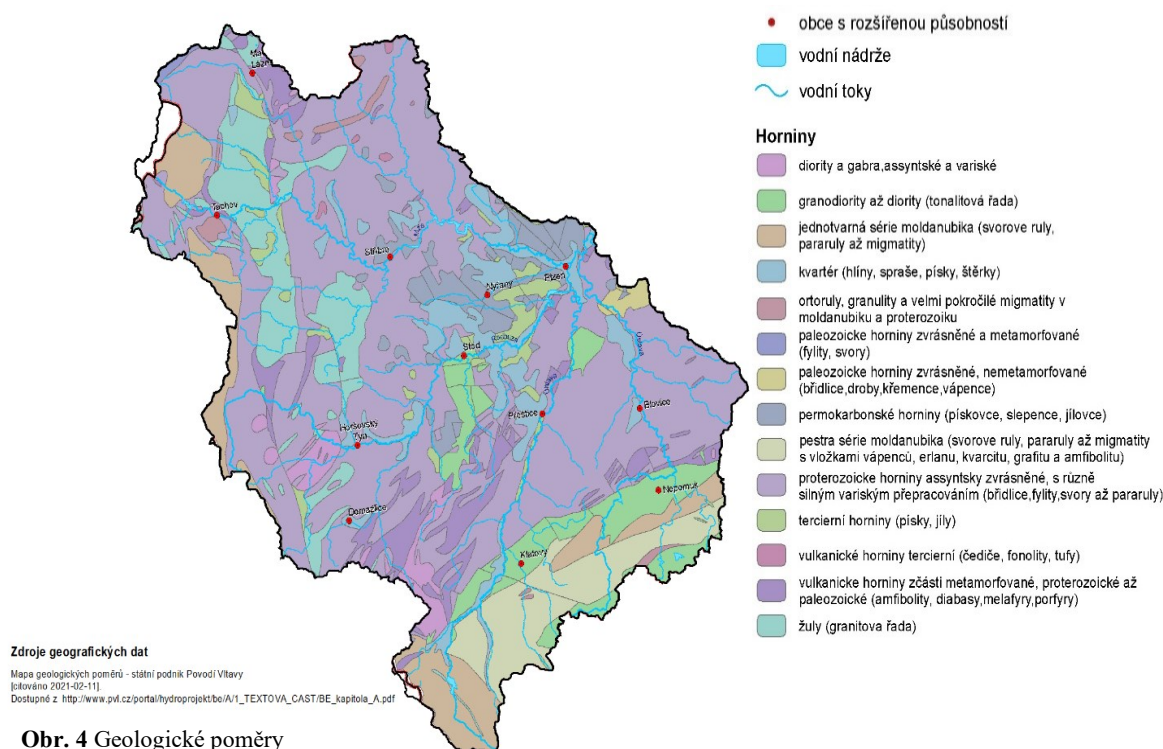
Oblast jednotlivých povodí je tvořena na většině území krystalinikem, které je součástí nejstaršího prekambriického jádra Českého masívu. Skládá se z oblasti moldanubické a oblasti středočeské, také nazývané tepelsko-barrandienské (Obr. 4).

První uvedená oblast je zastoupena moldanubikem Českého lesa a ojedinělými masívy granitoidních hornin ze západočeského a středočeského plutonu. Na východě je ohraničeno vůči středočeské oblasti křemenným valem, na západě přechází do bavorského moldanubika. Severní hranici tvoří dyleňská jednotka krušnohorské oblasti.

Oblast tepelsko-barrandienská je tvořena domažlickým a tepelským krystalinikem, proterozoikem a starším paleozoikem Barrandienu, západočeskými bazickými magmatity

a také izolovanými masívy granitoidů západočeského plutonu. Metamorfované vulkano-sedimentární horniny, bazické a granitoidní plutonity se vyskytují v domažlickém krystaliniku, zatímco tepelské krystalinikum je tvořeno metapelity. Sedimenty Plzeňské pánve tvoří dolní část povodí Radbuzy a Mže před soutokem v Plzni.

Kvartér je na území zastoupen různými typy svahovin, často s příměsí eolických hlín, u úpatí Českého lesa se vyskytují mocné proluviální sedimenty a fluviálními sedimenty, lemující zejména tok Úhlavy, Radbuzy a Mže (Státní podnik Povodí Vltavy– Plán dílčího povodí Berounky: Charakteristiky dílčího povodí, 2020)

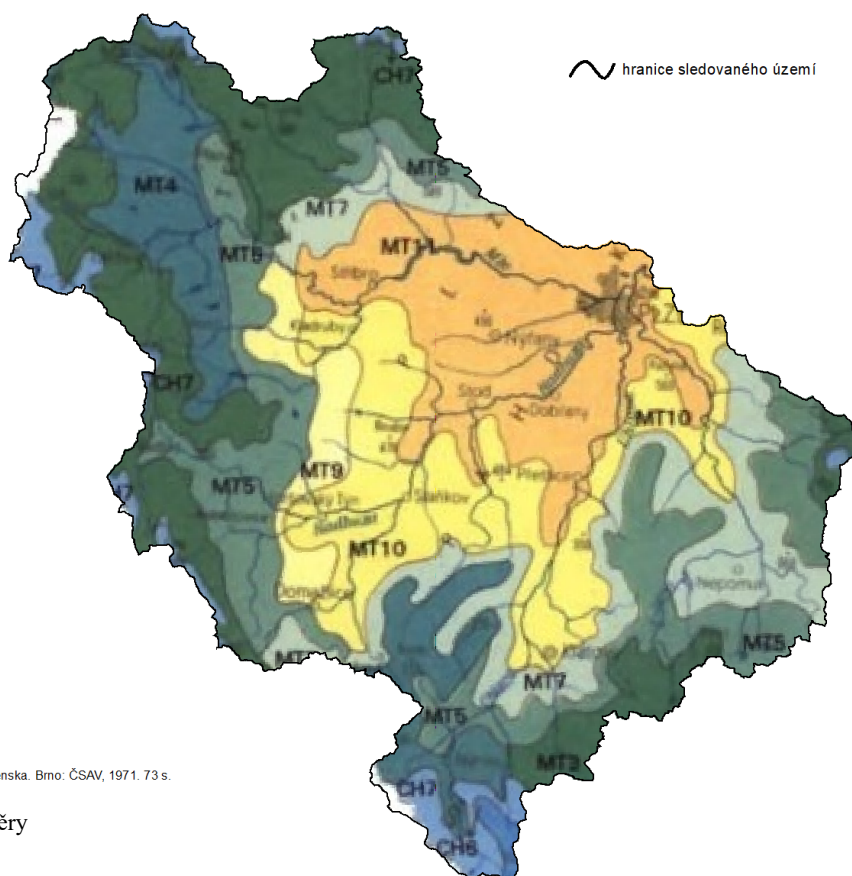


Obr. 4 Geologické poměry

1.2.3. Pedologické poměry

Na území povodí Berounky se nachází velké množství půdních typů. Nejrozšířenějšími typy jsou kambizemě a pseudogleje. V menší míře jsou zastoupeny hnědozemě, luvizemě a fluvizemě. Dle Tomáška (2003) jsou hnědé půdy vázány na pahorkatiny a vrchoviny, které se vyskytují na celcích Českého lesa a Všerubské vrchoviny, části Šumavy i Šumavského podhůří. Dále uvádí, že se u Přimdy a na hranicích s Německem směrem k Železné Rudě vyskytují podzoly, gleje a zrašeliněné půdy. Na horním toku řeky Radbuzy se vyskytují na spraších hnědozemě a ilimerizované půdy. Nivní půdy, především fluvizemě, se poté vytvářejí v údolních nivách řek, zejména na dolním toku Úslavy a Radbuzy.

1.2.4. Charakteristika klimatu



Zdroje geografických dat

QUITT, E. Klimatické oblasti Československa. Brno: ČSAV, 1971. 73 s.

Obr. 5 Klimatické poměry

Sledované území (Obr. 5) se nachází v mírném klimatickém pásu severní polokoule na okraji území s mírným oceánským vlivem a pravidelným střídáním čtyř ročních období. Quitt (1971) stanovil klimatické oblasti v povodí jako mírně teplé v Šumavském podhůří a podhůří Českého lesa (MT3, MT4, MT5, MT7, MT9, MT10, MT11) a v západní části v nejvyšších partiích Šumavy, Českého lesa a Brd oblast chladná (CH6, CH7). V oblastech MT3 až MT5 je příznačné krátké, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché léto. MT7 je charakteristická dlouhým, mírným a mírně suchým létem. V chladných oblastech je typické velmi krátké až krátké, mírně chladné a vlhké léto, mírně chladné jaro a mírný podzim (Quitt, 1971). Klimatické charakteristiky daných oblastí jsou uvedeny v Tabulce 1.

Dle Atlasu podnebí ČSR (data 1961–2000) se dlouhodobé průměrné roční srážkové úhrny pohybují od 500 mm do 1300 mm. Nejnižší úhrny jsou dosaženy v okolí Plzně s postupným růstem úhrnů se zvyšující nadmořskou výškou do oblastí Českého lesa (úhrny kolem 700 mm) a Šumavy (nad 1000 mm).

Dlouhodobá průměrná teplota vzduchu v rámci celého území se pohybuje v rozmezí 7–8 °C. Nejteplejším regionem je oblast Plzně s teplotou 7–9 °C. Postupně s rostoucí nadmořskou výškou klesá na 4–6 °C, na vrcholových částech Šumavy mezi 2–4 °C.

Klimatické oblasti	CH6	CH 7	MT 3	MT4	MT 5	MT 7	MT9	MT 10	MT 11
Počet letních dnů	10–30	10–30	20–30	20–30	30–40	30–40	40–50	40–50	40–50
Počet dnů s $T_{avg} > 10$ °C	120–140	120–140	120–140	140–160	140–160	140–160	140–160	140–160	140–160
Počet mrazových dnů	140–160	140–160	130–160	110–130	130–140	110–130	110–130	110–130	110–130
Počet ledových dnů	60–70	50–60	40–50	40–50	40–60	40–50	30–40	30–40	30–40
Průměrná teplota v lednu (°C)	(-4) – (-5)	(-3) – (-4)	(-3) – (-4)	(-2) – (-3)	(-4) – (-5)	(-2) – (-3)	(-3) – (-4)	(-2) – (-3)	(-2) – (-3)
Průměrná teplota v červenci (°C)	14–15	15–16	16–17	16–17	16–17	16–17	17–18	17–18	17–18
Průměrná teplota v dubnu (°C)	2–4	4–6	6–7	6–7	6–7	6–7	6–7	7–8	7–8
Průměrná teplota v říjnu (°C)	5–6	6–7	6–7	6–7	6–7	7–8	7–8	7–8	7–8
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	140–160	120–130	110–120	110–120	100–120	100–120	100–120	100–120	90–100
Srážkový úhrn ve vegetačním období (v mm)	600–700	500–600	350–450	350–400	350–450	400–450	400–450	400–450	350–400
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	120–140	100–120	60–100	60–80	60–100	60–80	60–80	50–60	50–60
Počet dnů zamračených	150–160	130–150	120–150	150–160	120–150	120–150	120–150	120–150	120–150
Počet dnů jasných	40–50	30–40	40–50	40–50	50–60	40–50	40–50	40–50	40–50

Tabulka 1 Charakteristika klimatických oblastí, Zdroj: Quitt (1971)

1.2.5. Biogeografické poměry

Sledované území spadá podle biogeografického členění České republiky (Culek 2005) do provincie Středoevropských listnatých lesů a Hercynské podprovincie. Na celém území je zastoupen významný počet bioregionů. Největší podíl představuje Plzeňský bioregion 1.28, na který navazují Hornoslavkovský bioregion 1.60, Tachovský bioregion 1.27, Branžovský bioregion 1.40, Brdský bioregion 1.44 a Plánický bioregion 1.41. V okrajových částech území se v západní části nachází Českoleský bioregion 1.61, v jižní části Šumavský bioregion 1.62 a na východě Blatenský bioregion 1.29.

V Plzeňském bioregionu bylo vyhlášeno 48 MZCHÚ, v Hornoslezském je zastoupeno CHKO Slavkovský les a 32 MZCHÚ, v Branžovském 12 MZCHÚ, Brdský bioregion obsahuje 21 MZCHÚ a v Plánickém 9 MZCHÚ. Českoleský bioregion zahrnuje CHKO Český les a 37 MZCHÚ, Šumavský bioregion NP Šumava a ochranné pásmo CHKO Šumava spolu s 125 MZCHÚ. Blatenském bioregion má pak 19 MZCHÚ.

1.3. Hydrografické a odtokové poměry

1.3.1. Hydrografická charakteristika vodních toků

Berounka

Berounka je levostranným přítokem řeky Vltavy. Jde o tok III. řádu podle absolutní řádovosti dle Gravelia. Vzniká soutokem řeky Mže a Radbuzy v nadmořské výšce 298 m n.m. a vlévá se do Vltavy v Praze-Lahovicích v nadmořské výšce 188 m n. m. Na vymezeném území tento vodní tok měří od soutoku Mže a Radbuzy do koncového profilu Bukovec 9,7 km a odpovídá mu plocha 34,8 km². Největším pravostranným přítokem je řeka Úslava.

Bradava

Bradava je pravostranný přítok řeky Úslavy, který pramení na území CHKO Brdy v nadmořské výšce 685 m n. m. a ústí do Úslavy na 26,6 říčním kilometru v nadmořské výšce 357 m n. m. Délka toku činí 21,7 km a plocha povodí tvoří 103,3 km². Největšími přítoky je Bítovský potok, Mítovský potok a říčka Bojovka.

Hamerský potok

Hamerský potok je levostranný přítok řeky Mže, který pramení jihovýchodně od vrchu Čupřina (864 m n. m.) v Českém lese. Do Mže ústí na 77,7 km a délka toku je 33,6 km včetně délky toku na německém území. Plocha povodí je 200 km². Významnými přítoky je levostranný přítok Tichá a Hut'ský potok.

Kosový potok

Kosový potok, někdy označovaný jako Kosí potok, pramení v Českém lese jihovýchodně od vrchu Dyleň (940 m n. m.), v nadmořské výšce 721,5 m n. m. a ústí jako levostranný přítok řeky Mže jejím 67,3 říčním kilometru v nadmořské výšce 402,5 m n. m. Délka toku činí 46,4 km a plocha povodí je 226,1 km². Největšími levostranné přítoky jsou Bahnitý potok, Úšovický potok, Jilmový potok a pravostranný je Senný a Panský potok. V povodí se nachází 256 vodních ploch s celkovou rozlohou 185, 14 ha.

Mže

Mže pramení na území Německa, jako řeka s názvem Blätterbach, ve výšce 640 m n.m. a vtéká na území ČR. Tok dále protéká Českým lesem, Podčeskoleskou pahorkatinou, Stříbrskou pahorkatinou a ústí v Plzni do Berounky ve výšce 298 m n.m. Délka toku na území ČR činí 104,5 km. Největšími levostrannými přítoky jsou Hamerský potok, Kosový a Úterský potok, pravostrannými pak Úhlavka. Plocha povodí je 1 824,13 km². V povodí se nachází 198 vodních ploch větších než 1 ha s celkovou rozlohou 1463,13 ha. Na Mži se nachází VD Lučina (plocha 104,7 km²; objem 5,8 mil. m³) a VD Hracholusky (plocha 1609,4 km², objem 54,63 mil. m³).

Radbuza

Radbuza pramení ve výšce 720 m n.m v Českém lese a teče na jihovýchod přes Chodskou a Plaskou pahorkatinou Vodní tok ústí jako pravostranný přítok do Berounky v Plzni v 298 m n.m. Před soutokem se na ní nachází VD České údolí (plocha 1264,3 km², objem 5,28 mil m³). Největšími přítoky jsou Úhlava (103 km) a Hořina, Černý potok, Zubřina a Merklínka. Délka toku je 111,5 km, plocha povodí činí 1 274,19 km² včetně povodí Úhlavy 2 189,57 km². Na horní části vodním toku se nachází VD Nýrsko (plocha 80,9 km², objem 20,75 mil. m³)

Úhlava

Úhlava pramení v CHKO Šumava v Železnorudské hornatině ve výšce 1128 m n.m a ústí na území Plzně do řeky Radbuzy v nadmořské výšce 307 m n.m. Celková délka toku je 103,7 km. Největšími pravostrannými přítoky jsou zleva Poleňka, zprava Jelenka, Drnový a Točnický potok. Plocha povodí je 915,38 km².

Úhlavka

Řeka Úhlavka pramení v blízkosti obce Přimda výšce 635,27 m n. m. a ústí jako pravostranný přítok do řeky Mže na jejím 44,5 km ve Stříbře, v nadmořské výšce 361,9 m n. m. Její délka je 41,42 km. Nejvýznamnější přítokem je Výrovský potok. Plocha povodí činí 296,62 km².

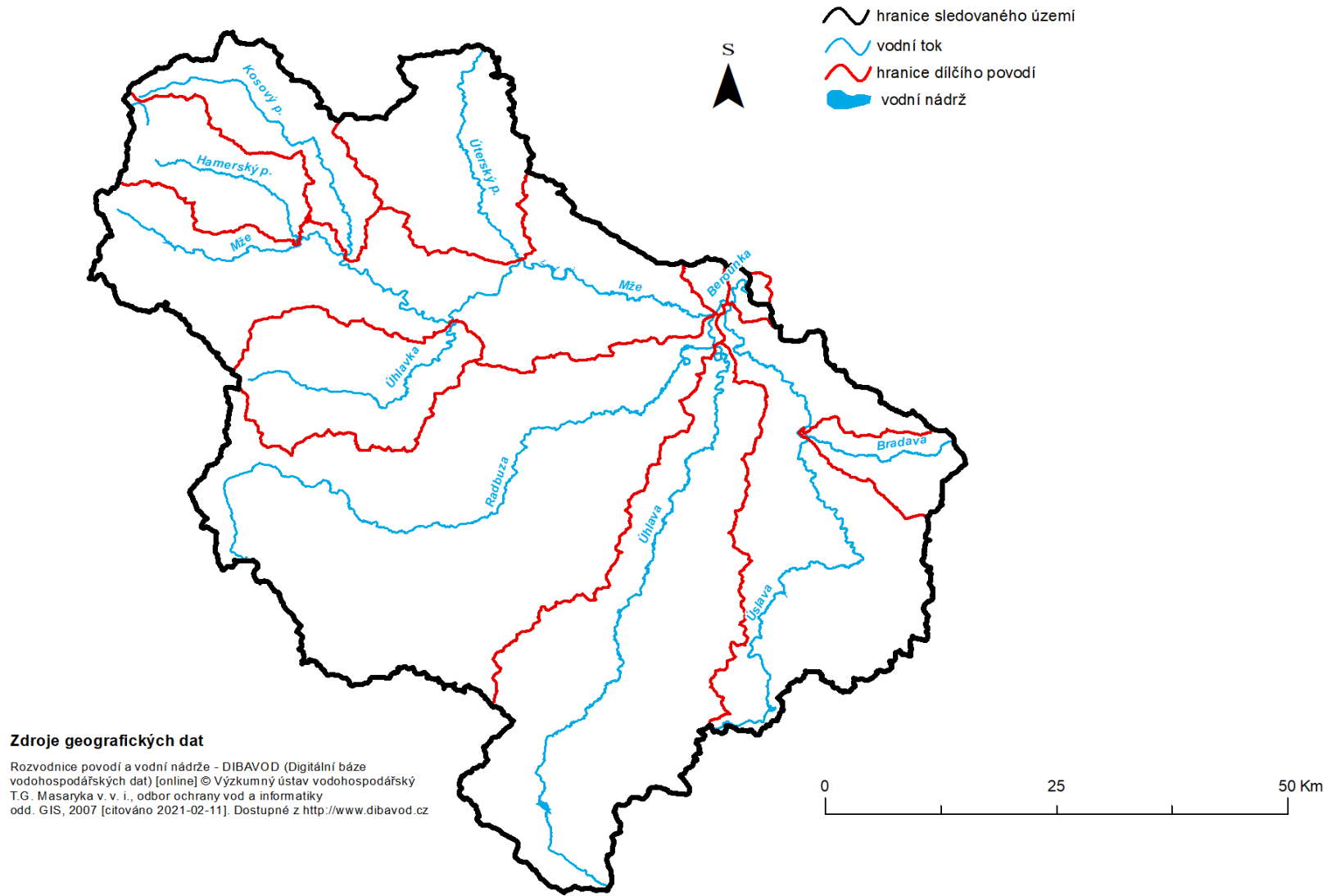
Úslava

Úslava pramení ve výšce 695 m n.m. u obce Čiháň a teče do Plzeňské kotliny, kde ústí zprava do Berounky v Plzni v 296 m n.m. Délka toku je 92,3 km. Největšími přítoky jsou zleva Podhrázský potok, zprava Myslívský potok, Bradava a Kornatický potok. Plocha povodí je 755,9 km².

Úterský potok

Úterský potok pramení v Tepelské vrchovině, dva kilometry od obce Třebouň, ve výšce 665 m n.m. Ve střední části vodní nádrže Hracholusky ústí do řeky Mže, ve výšce 355 m n.m. Délka toku je 34 km. Největšími přítoky jsou Křelovický potok, Kozolupský potok, Hadovka a Dolský potok.

Poloha jednotlivých vodních toků a jejich povodí je vyjádřena na následujícím obrázku 6.



Obr. 6 Hydrologické poměry

1.3.2. Odtokové poměry vymezené oblasti

Tato kapitola je věnována charakteristice hydrologického režimu vodních toků ve studovaném území. Základem pro něj jsou data poskytnutá Českým hydrometeorologickým ústavem na vodoměrných stanicích z volně dostupné databáze. Dlouhodobé průměrné průtoky v profilech vodních útvarů poskytla ČHMÚ Plzeň (Tabulka 2).

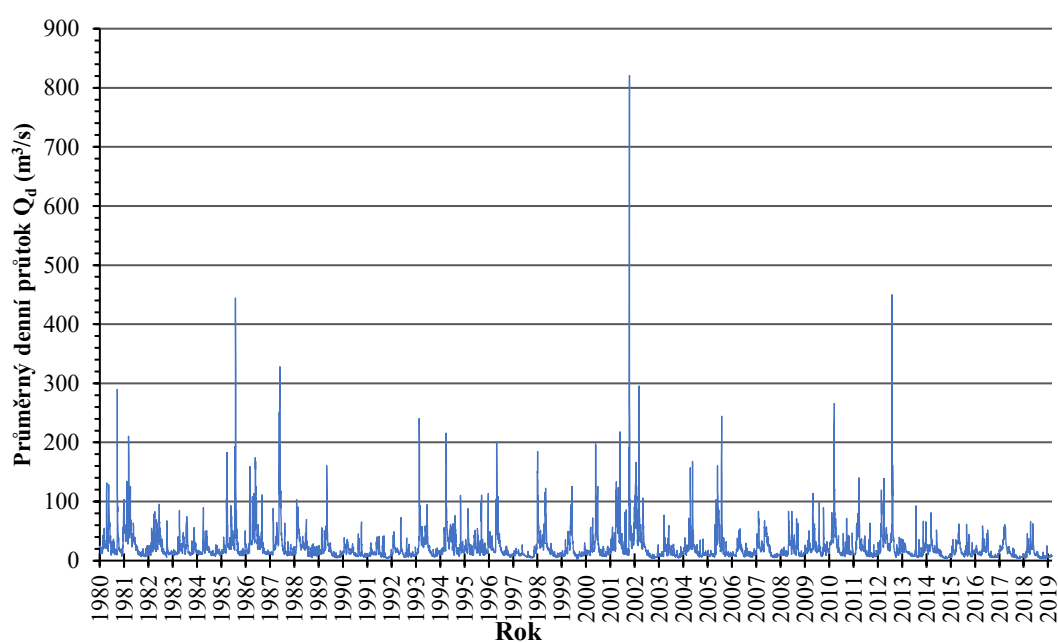
Průtok (Q) je základní jednotkou pro konečnou fázi odtoku vody z povodí. Jedná se o množství vody, které proteče průtočným profilem za jednu sekundu a vyjadřuje se v m^3/s . Dlouhodobý průměrný průtok Q_a charakterizuje průměrnou vodnost toku v daném profilu. Ve vodoměrné stanici je určen jako průměr ze všech hodnot denních průtoků za referenční období (1981–2010).

Vodní tok	název profilu	Q_a (m^3/s)
Berounka	Bukovec	23,9
Bradava	Žákava	0,592
Hamerský potok	Brod nad Tichou	1,28
Kosový potok	Třebel	1,49
Mže	Stříbro pod (hist.)	6,83
Radbuza	VN České údolí–hráz hladina	5,48
Úhlava	Doudlevice	5,04
Úhlavka	Stříbro	1,39
Úslava	Doubravka	3,61
Úterský potok	Trpísty	1,35

Tabulka 2 Dlouhodobé průměrné průtoky na daných profilech

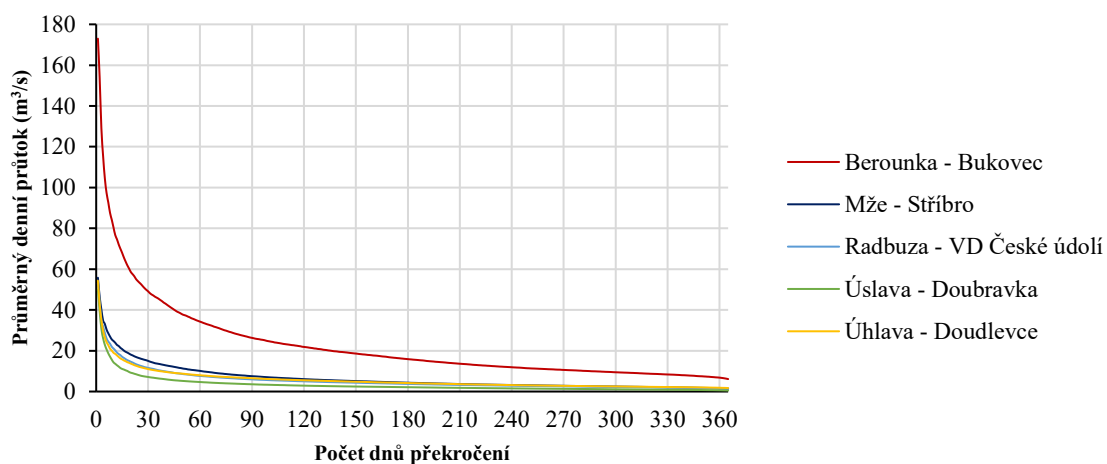
1.3.3. Režim denních průtoků

V grafu 1 jsou uvedeny přepočtené průměrné denní průtoky na závěrovém profilu Bukovec na řece Berounce. Na grafu je patrná vysoká rozkolísanost mezi jednotlivými hodnotami způsobená častými povodněmi na jednotlivých vodních tocích např. v hydrologických letech 1985, 1987, 2002 a 2012. Absolutní maximum, které je na grafu dobře viditelné, nastalo dne 13. 8. 2002, kdy se průměrná denní hodnota dostala až na hodnotu 820,82 m³/s. Naopak minimum bylo získáno dne 21. 6. 2000, kdy průměrná denní hodnota dosáhla pouhých 2,26 m³/s.



Graf 1 Průměrné denní průtoky v m³/s na profilu Bukovec 1980 až 2019

Míru rozkolísanosti denních průtoků lze vyjádřit i pomocí čar překročení neboli histogramem kumulovaných četností pro hlavní povodí (Graf 2). Absolutní hodnoty překročení se označují jako m-denní průtoky, to znamená dosažené nebo překročené po dobu „m“ dní v roce (Netopil 1984).



Graf 2 Čary překročení průměrných denních průtoků na hlavních povodích

m-denní průtok Vodní tok – profil	m-denní průtok											
	Q ₃₀	Q ₆₀	Q ₉₀	Q ₁₂₀	Q ₁₅₀	Q ₁₈₀	Q ₂₁₀	Q ₂₄₀	Q ₂₇₀	Q ₃₀₀	Q ₃₃₀	Q ₃₆₀
Berounka–Bukovec	48,39	34,22	26,39	21,59	18,12	15,65	13,77	12,09	10,75	9,54	8,41	6,84
Bradava–Žákava	1,27	0,73	0,52	0,39	0,32	0,26	0,22	0,18	0,14	0,11	0,08	0,04
Hamerský potok – Brod nad Tichou	3,12	2,2	1,69	1,38	1,15	0,95	0,8	0,69	0,61	0,54	0,47	0,39
Kosový potok – Trpísty	3,13	2,16	1,63	1,37	1,15	1,04	0,81	0,69	0,61	0,53	0,53	0,76
Mže–Stříbro (hist.)	15,01	10,12	7,51	6,07	5,12	4,32	3,66	3,19	2,80	2,44	2,09	1,60
Radbuza – VD České údolí	11,56	7,65	5,97	5,01	4,33	3,74	3,24	2,86	2,55	2,25	1,95	1,53
Úhlava–Doudlevec	11,00	7,98	6,52	5,52	4,80	4,15	3,61	3,16	2,79	2,49	2,20	1,84
Úhlavka–Stříbro	3,13	2,05	1,52	1,20	0,99	0,80	0,67	0,55	0,45	0,36	0,27	0,17
Úslava–Doubravka	7,13	4,66	3,55	2,89	2,45	2,12	1,81	1,54	1,32	1,10	0,90	0,62
Úterský potok – Brod nad Tichou	3,61	2,26	1,53	1,14	0,86	0,60	0,43	0,33	0,26	0,23	0,16	0,10

Tabulka 3 M-denní průtoky na hlavních profilech daných vodních toků , (vlastní výpočet)

Nevýhodou čar překročení je, že podle nich nelze zjištěné odchylky postihnout kvalitativními znaky. Níže je vyjádřena proměnlivost pomocí decilové odchylky. Decilová odchylka (D) je průměr odchylek jednotlivých sousedních decilů, hodnot průtoků rozdělující uspořádanou řadu na deset skupin o stejném počtu členů (Netopil 1984).

$$D = \frac{Q_{30} - Q_{330}}{10}$$

Decilová odchylka udává absolutní rozpětí, v němž se pohybuje asi 85 % členů řady. Vyšší hodnoty decilové odchylky vyjadřují větší variabilitu, nižší pak menší variabilitu. Vzhledem k rozdílné vodnosti řek je nutné převést hodnoty na relativní variaci v podobě podílu absolutní variace a průměrného průtoku $V = D/Q_a$.

Nejvhodnější mírou variace je variační koeficient (C_v), který měří současně variaci jak ve vzájemné odlišnosti všech hodnot denních průtoků, tak variaci každého průtoku vztaženého k dlouhodobému průměru Q_a . Jedná se o podíl směrodatné odchylky δ jako míry absolutní variability a aritmetického průměru souboru denních průtoků Q_a o počtu členů n (Netopil 1984). Vyšší hodnota C_v značí větší variabilitu a nižší hodnota menší variabilitu.

$$C_v = \frac{\delta}{Q_a} = \frac{\sqrt{\frac{\sum(Q_d - Q_a)^2}{n}}}{Q_a}$$

Největší proměnlivosti průtoků (Tabulka 4) dosahuje podle obou znaků rok 2002 a rok 1987. Nejmenší relativní variace byla naopak zjištěna v roce 1985. Nejvyšší hodnoty variačního koeficientu jsou opět v roce 2002, naopak nejmenší v roce 2006.

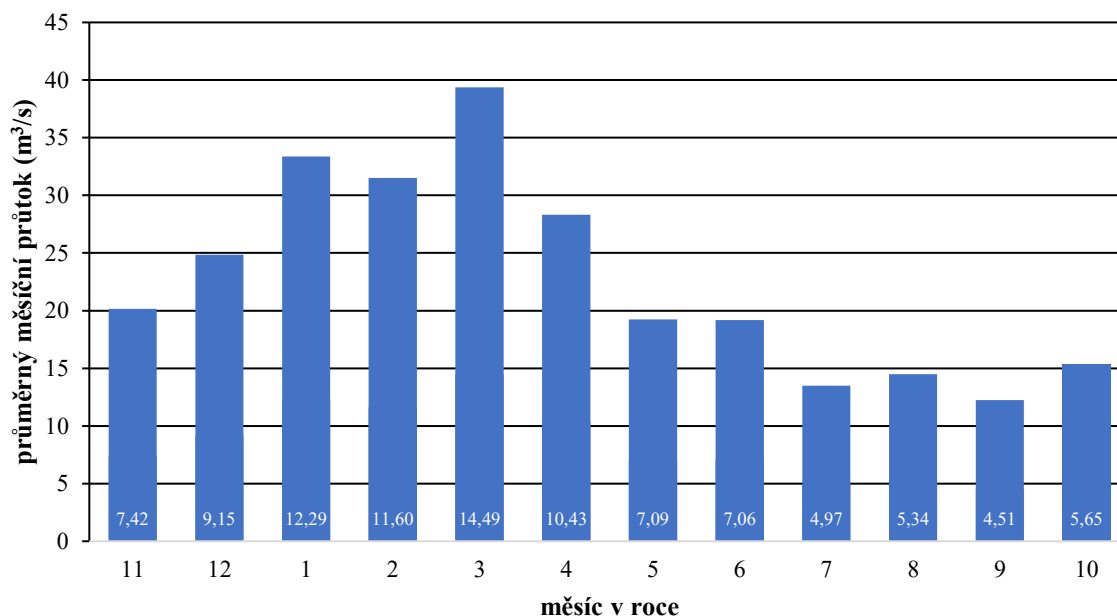
Tabulka 4 Hodnoty decilové odchylky, relativní variace a variační koeficientů dle daných roků na profilu Bukovec

Rok	m-denní průtok		D (m ³ /s)	V (%)	C _v
	Q ₃₀	Q ₃₃₀			
1981	79,65	12,58	6,71	28,06	0,55
1982	53,06	8,57	4,45	18,61	0,51
1983	55,20	10,45	4,47	18,72	0,49
1984	39,65	11,25	2,84	11,88	0,47
1985	27,18	9,69	1,75	7,32	0,45
1986	84,04	10,07	7,40	30,95	0,48
1987	94,96	11,66	8,33	34,86	0,49
1988	87,48	10,45	7,70	32,23	0,49
1989	40,24	9,69	3,06	12,78	0,12
1990	36,44	5,85	3,06	12,80	0,22
1991	27,54	7,72	1,98	8,29	0,42
1992	29,08	4,96	2,41	10,09	0,44
1993	27,06	7,02	2,00	8,39	0,29
1994	54,01	8,17	4,58	19,18	0,03
1995	60,77	12,94	4,78	20,02	0,32
1996	37,63	10,87	2,68	11,19	0,08
1997	50,68	7,89	4,28	17,90	0,11
1998	45,34	5,76	3,96	16,56	0,22
1999	42,49	7,49	3,50	14,65	0,16
2000	45,82	7,63	3,82	15,98	0,19
2001	50,92	8,93	4,20	17,57	0,06
2002	111,46	12,23	9,92	41,52	1,27
2003	51,63	5,53	4,61	19,29	0,14
2004	25,64	6,77	1,89	7,90	0,38
2005	43,56	7,92	3,56	14,91	0,18
2006	63,74	7,60	5,61	23,49	0,01
2007	37,03	7,79	2,92	12,24	0,24
2008	44,87	6,49	3,84	16,06	0,26
2009	40,00	8,05	3,20	13,37	0,18
2010	53,30	11,68	4,16	17,41	0,08
2011	54,25	9,45	4,48	18,74	0,12
2012	52,94	7,44	4,55	19,04	0,08
2013	55,91	12,23	4,37	18,28	0,38
2014	26,83	7,16	1,97	8,23	0,38
2015	30,62	4,95	2,57	10,74	0,44
2016	33,12	7,95	2,52	10,53	0,26
2017	30,39	5,73	2,47	10,32	0,15
2018	37,39	4,94	3,25	13,58	0,20
2019	25,64	4,84	2,08	8,70	0,52
PRŮMĚR	Q ₃₀	Q ₃₃₀	D (m ³ /s)	V (%)	C _v
	48,40	8,42	4,00	16,73	0,30

1.3.4. Průměrné měsíční průtoky v období hydrologických let 1980–2018

Rozložení odtoků v průběhu každého roku se posuzuje v rámci jednotlivých měsíců. Na následujících grafech jsou uvedeny průměrné měsíční průtoky z let 1980 až 2018 na hlavních vodních tocích a jejich závěrových profilech (výjimku tvoří řeka Mže a Radbuza) s procentuálním podílem měsíčního odtoku na ročním odtoku.

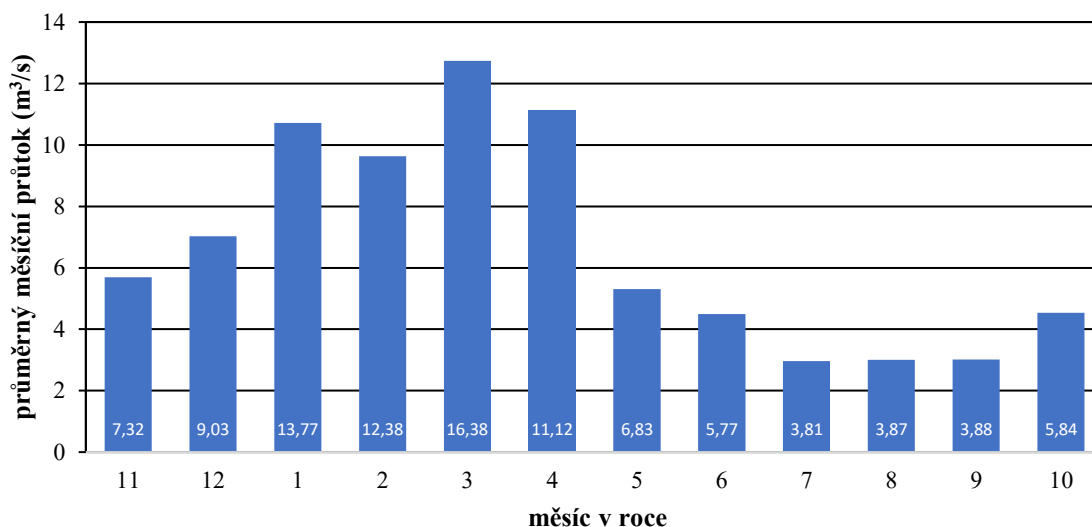
Berounka–Bukovec



Graf 3 Průměrné měsíční průtoky na profilu Bukovec

Z grafu 3 je patrné, že nejvyšší průměrné měsíční průtoky se vyskytují na profilu Bukovec v březnu ($39,4 \text{ m}^3/\text{s}$, 14,5 % ročního odtoku) vlivem k tání sněhové pokrývky ve vyšších nadmořských výškách Českého lesa a Šumavy. Další měsíc se zvýšeným měsíčním průtokem je leden ($33,4 \text{ m}^3/\text{s}$, 12,3 %) a únor ($31,5 \text{ m}^3/\text{s}$, 11,6 %). Nejméně vodnými měsíci jsou červenec ($13,49 \text{ m}^3/\text{s}$, 4,9 % ročního odtoku) a září ($12,25 \text{ m}^3/\text{s}$, 4,52 %).

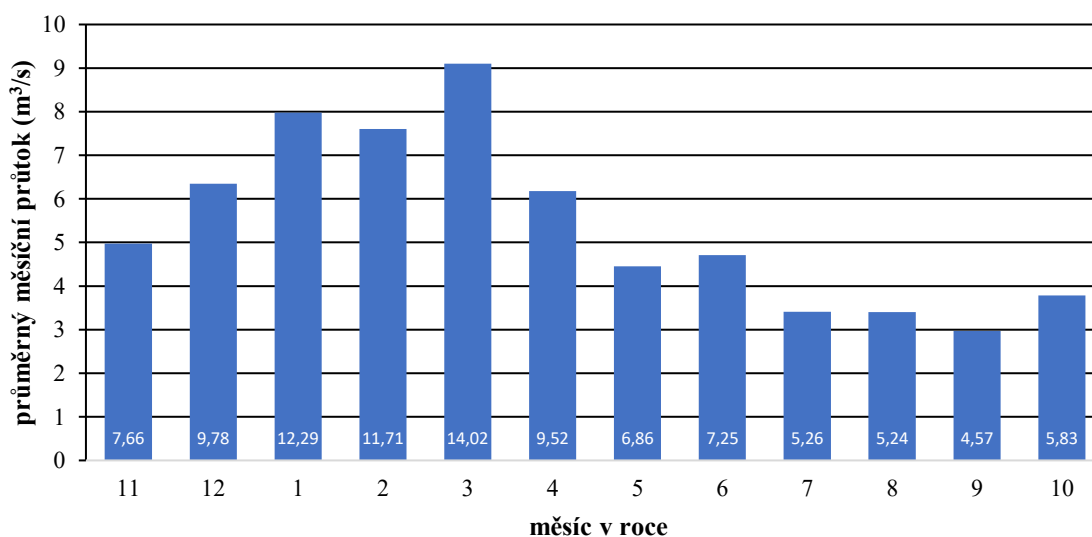
Mže–Stříbro (hist.)



Graf 4 Průměrné měsíční průtoky na profilu Stříbro (hist.)

Nejvyšší průměrné měsíční průtoky na vodoměrné stanici ve Stříbře jsou vyjádřeny na grafu 4. Nejvyšší průtoky jsou v průměru dosaženy v březnu ($12,75 \text{ m}^3/\text{s}$, 16,38 % ročního odtoku), dubnu ($8,64 \text{ m}^3/\text{s}$, 11,12 % ročního odtoku) a lednu ($10,71 \text{ m}^3/\text{s}$, 7,32 %). Naopak nejmenších průtoků je dosahováno v červenci ($2,96 \text{ m}^3/\text{s}$, 3,81 % odtoku), srpnu ($3,01 \text{ m}^3/\text{s}$, 3,87 % odtoku) a září ($3,02 \text{ m}^3/\text{s}$, 3,88 % ročního odtoku).

Radbuza–VD České údolí

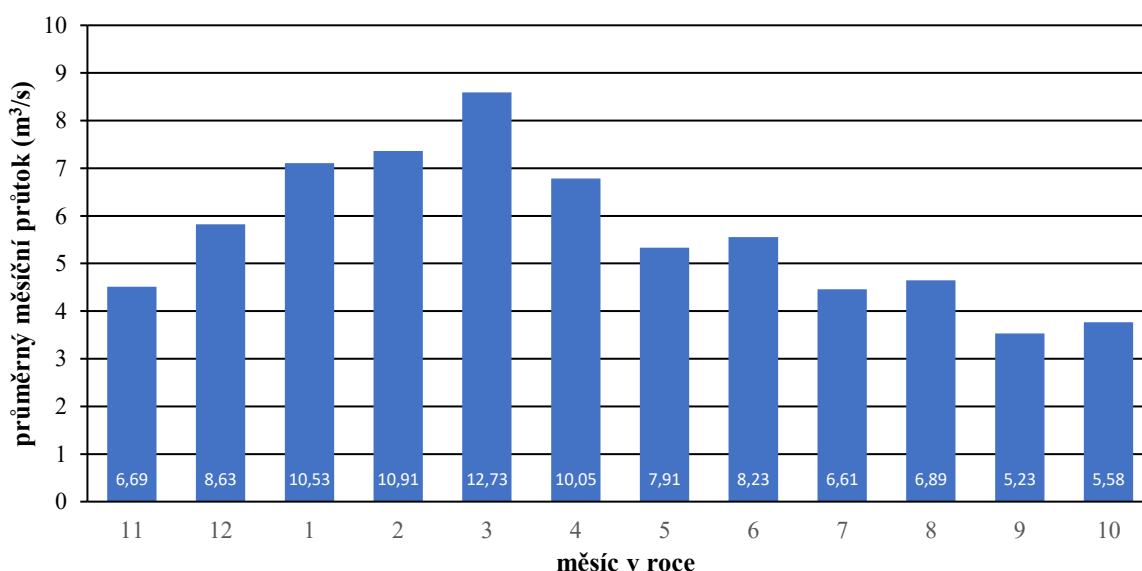


Graf 5 Průměrné měsíční průtoky na profilu VD České údolí

Na grafu 5 je vidět, že nejvyšší průměrné měsíční průtoky se vyskytují na profilu VD České údolí v březnu ($9,1 \text{ m}^3/\text{s}$, 14 % ročního odtoku) vlivem tání sněhu. Mezi další měsíce se zvýšeným měsíčním průtokem patří leden ($8 \text{ m}^3/\text{s}$, 12,3 %) a únor ($7,6 \text{ m}^3/\text{s}$, 11 %). Nejméně vodným měsícem je září ($3 \text{ m}^3/\text{s}$, 4,8 % ročního odtoku).

Úhlava–Doudlevice

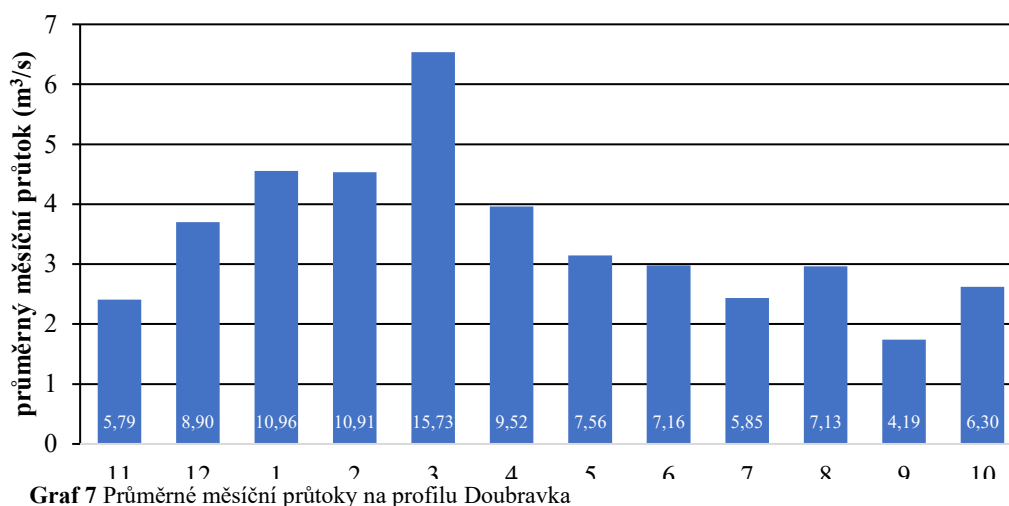
Na Úhlavě (Graf 6) jsou nejvyšší průměrné měsíční průtoky v měsíci březnu ($8,6 \text{ m}^3/\text{s}$, 12,7 % ročního odtoku). Mezi další vodné měsíce patří únor ($7,4 \text{ m}^3/\text{s}$), leden ($7,1 \text{ m}^3/\text{s}$) a duben ($6,8 \text{ m}^3/\text{s}$). Naopak nejméně vodnými měsíci je září ($3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, 5,2 % ročního odtoku) a říjen ($3,8 \text{ m}^3/\text{s}$, 5,6 % ročního odtoku).



Graf 6 Průměrné měsíční průtoky na profilu Doudlevice

Úslava–Doubravka

Na Úslavě (Graf 7) je nejvodnatější měsíc březen s průměrným měsíčním průtokem $6,53 \text{ m}^3/\text{s}$, což činí 15,8 % ročního odtoku. Měsíce leden a únor jsou vyrovnané s průtokem $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Minimální měsíční průtoky byly zjištěny v měsíci září $1,74 \text{ m}^3/\text{s}$ (4,2 % ročního odtoku).



Graf 7 Průměrné měsíční průtoky na profilu Doubravka

1.3.5. Režim ročních průtoků

Roční vodnosti řek vyjádřené jejich ročním průtokem Q_r se mění v závislosti na velikosti podílu hlavního zdroje napájení, v našich přírodních podmínkách zejména na množství srážek v povodí a na jejich časovém rozložení (Netopil, 1984). K nejuvhodnějšímu způsobu patří charakteristika na základě průměrných ročních průtoků, na které jsou vidět změny ve vodnosti za delší časové období, v našem případě za 39 hydrologických let. V následující tabulce 5 je znázorněna situace na profilu Bukovec na základě poměru ročního průtoky a dlouhodobého průměrného průtoky, tzv. Q_r / Q_a v procentech. Je zde možné rozlišit roky nadprůměrně, průměrně a podprůměrně vodné. Je zde patrný vliv povodní v srpnu 2002 s nadprůměrnou vodností 227,48 %. Naopak rok 2019 měl pouze 48,66 %.

Rok	Q _r	Q _r /Q _a [%]	Rok	Q _r	Q _r /Q _a [%]
1981	37,00	154,81	2001	25,29	105,80
1982	25,00	104,61	2002	54,37	227,48
1983	24,16	101,07	2003	20,72	86,70
1984	20,88	87,38	2004	14,80	61,91
1985	16,93	70,85	2005	19,63	82,15
1986	35,49	148,50	2006	23,61	98,81
1987	35,63	149,08	2007	18,29	76,54
1988	35,50	148,55	2008	17,73	74,19
1989	21,13	88,42	2009	19,70	82,41
1990	18,62	77,89	2010	25,94	108,52
1991	14,01	58,63	2011	26,82	112,23
1992	13,38	55,98	2012	21,92	91,73
1993	16,92	70,81	2013	32,93	137,79
1994	23,20	97,08	2014	14,83	62,07
1995	31,73	132,76	2015	13,49	56,43
1996	22,03	92,16	2016	17,71	74,10
1997	21,26	88,96	2017	14,91	62,37
1998	18,67	78,13	2018	13,62	56,99
1999	20,06	83,94	2019	11,63	48,66
2000	19,26	80,57			

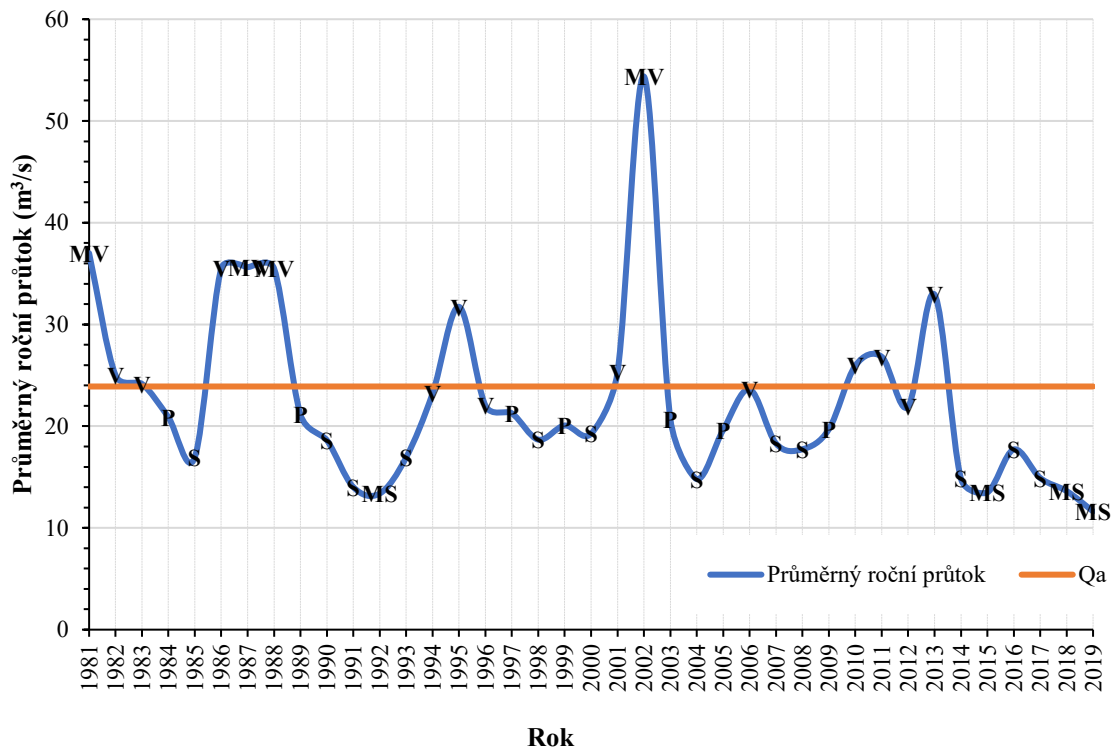
Tabulka 5 Poměr průměrného ročního průtoku a dlouhodobého průměrného průtoku v daných letech na profilu Bukovec

Pro potřeby objektivního posuzování celkové vodnosti je dále uveden způsob hodnocení pravděpodobnostního překročení ročních průtoků vyjádřený v procentech (p %) v tabulce 6. Na grafu 8 je patrné střídání mimořádně vodných a mimořádně suchých let. Nejvodnějším rokem je rok 2002 zastoupený povodněmi v srpnu, dále pak roky 1985, 1986.

p (%)	míra vodnosti řek	
0–10	mimořádně vodný rok	MV
11–40	vodný rok	V
41–60	průměrně vodný rok	P
61–90	málo vodný rok	S
91–100	mimořádně suchý rok	MS

Tabulka 6 Způsob hodnocení pravděpodobnostního překročení ročních průtoků

Nejméně vodným obdobím jsou roky 2019, 1992 a 2015, které byly mimořádně suché a málo vodné. Naopak mimořádně vodné byly roky 2002, 1981, 1987 a 1988. Průměrné roční průtoky byly po většinu sledovaného časového období pod hodnotou dlouhodobého průtoku Q_a (23,9 m³/s). Roky s různou vodností se střídají, to ukazuje na nepravidelný rytmus změn ročních vodností řek (Netopil 1984).

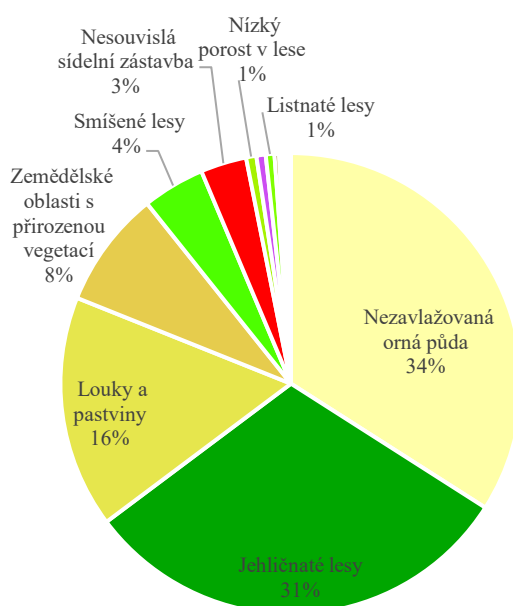


Graf 8 Míra vodnosti let během sledovaného období 1981 až 2019 na profilu Bukovec

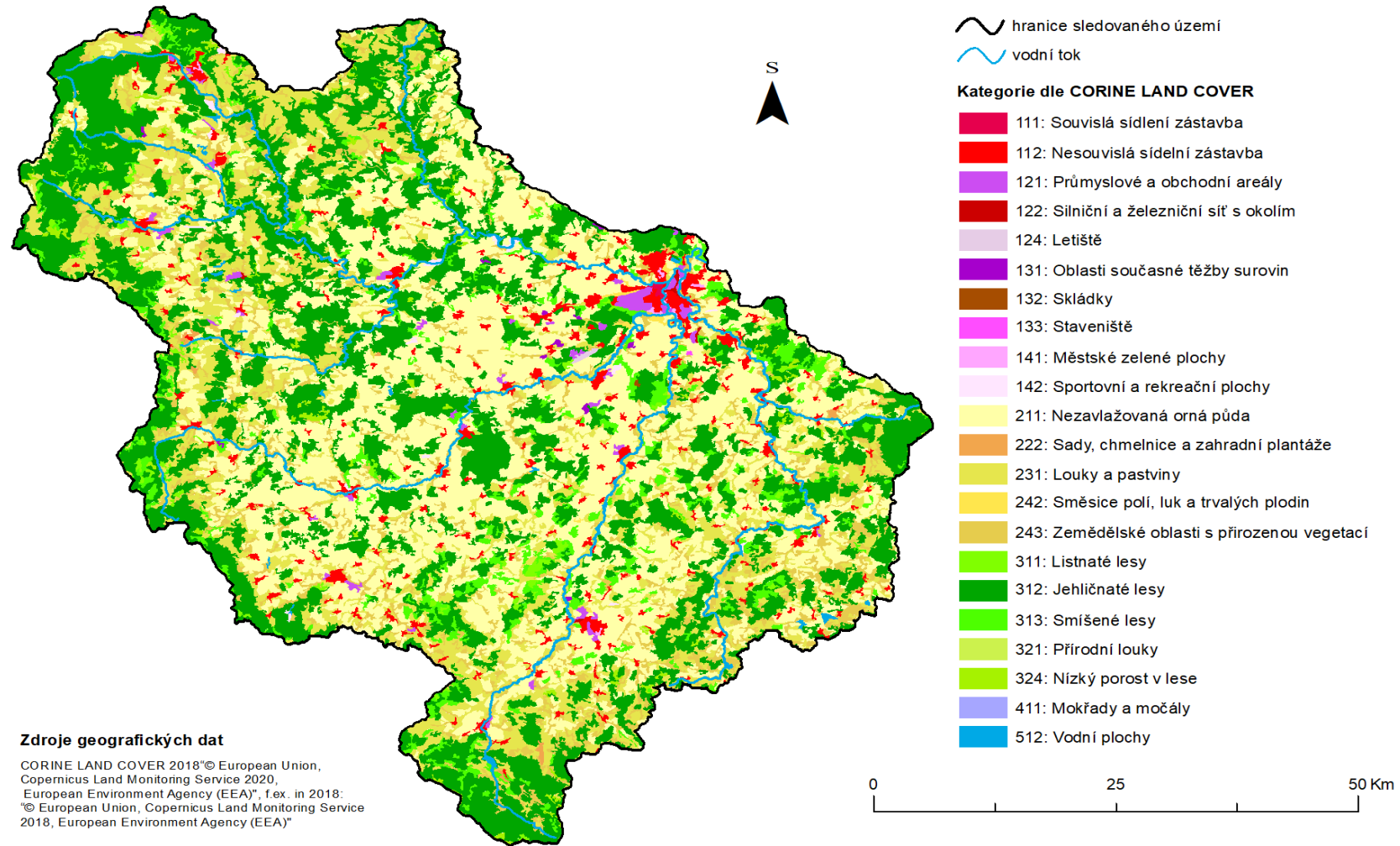
1.4. Land Cover ve vymezeném území

Land Cover je velmi ovlivněn danou fyzickogeografickou charakteristikou krajiny, ale i socioekonomickým využitím daného území. Data pochází z databáze Corine Land Cover 2018 z portálu Copernicus.

Na základě níže uvedeného grafu je v celém území nejvíce zastoupena kategorie 211 nezavlažovaná orná půda (34 %), kategorie 312 jehličnaté lesy (31 %) a kategorie 231 louky a pastviny (16 %). Třetinu plochy území tvoří zemědělsky využívaná krajina, což je jednou z příčin znečišťování povrchových vod. Nejméně zastoupené kategorie jsou smíšené lesy, nesouvislá sídelní zástavba a nízký porost v lese. Kategorie souvislé sídelní zástavby, skládky a mokřady a močály mají zastoupení nižší než 0,01 %. Využití území je znázorněno níže v grafu 9, procentuální zastoupení tabulce 7 a na mapě na Obr. 7.



Graf 9 Využití území Land Cover, CORINE LAND COVER 2018:“© European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2018, European Environment Agency (EEA)”



Zdroje geografických dat

CORINE LAND COVER 2018 © European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2020, European Environment Agency (EEA), f.ex. in 2018: © European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2018, European Environment Agency (EEA)

Vodní toky DIBAVOD (Digitální báze vodohospodářských dat) [online] © Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka v. v. i., odbor ochrany vod a informatiky odd. GIS, 2007 [citováno 2021-02-11]. Dostupné z <http://www.dibavod.cz>

Obr. 7 Mapa využití území, CORINE LAND Cover

CLC kód	Kategorie Land Cover	Plocha [km ²]	Procentuální zastoupení [%]
211	Nezavlažovaná orná půda	1635,65	34,02
312	Jehličnaté lesy	1476,76	30,72
231	Louky a pastviny	783,09	16,29
243	Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	394,17	8,20
313	Smíšené lesy	210,50	4,38
112	Nesouvislá sídelní zástavba	155,00	3,22
324	Nízký porost v lese	34,58	0,72
121	Průmyslové a obchodní areály	31,30	0,65
311	Listnaté lesy	29,28	0,61
512	Vodní plochy	17,35	0,36
142	Sportovní a rekreační plochy	7,97	0,17
242	Směsice polí, luk a trvalých plodin	7,94	0,17
222	Sady, chmelnice a zahradní plantáže	5,45	0,11
321	Přírodní louky	4,67	0,10
131	Oblasti současné těžby surovin	4,09	0,09
141	Městské zelené plochy	3,14	0,07
122	Silniční a železniční síť s okolím	2,21	0,05
124	Letiště	1,64	0,03
111	Souvislá sídelní zástavba	1,60	0,03
132	Haldy a skládky	0,35	0,01
133	Staveniště	0,34	0,01
411	Mokřady a močály	0,26	0,01

Tabulka 7 Kategorie využití území a jejich procentuální zastoupení

1.5. Socioekonomická charakteristika

Antropogenní aktivity v povodí zásadní měrou ovlivňovaly a stále ovlivňují stav jakosti vody. V této kapitole je představena socioekonomická charakteristika v povodí s důrazem na původ znečištění povrchových vod.

V rámci celého sledovaného území žije přibližně 456 tisíc obyvatel (ArcČR500; ČSÚ 2011) v 319 obcích. Část obcí však zasahuje do sledovaného území jen částí svého katastrálního území, proto skutečný počet obyvatel může být odlišný. Mezi největší sídla do počtu obyvatel patří Plzeň (170 000 obyvatel), Klatovy (22 415 obyvatel), Mariánské Lázně (13 224 obyvatel), Tachov (12 609 obyvatel) a Domažlice (11 163 obyvatel). Naopak nejmenší obcí jsou Kaničky s pouhými 27 obyvateli. Průměrná hustota zalidnění stanovená z celkového počtu obyvatel vůči ploše sledovaného území byla vypočtena na 94 obyvatel/km². Tento údaj však nevypovídá o skutečném rozmístění obyvatelstva, jelikož je tento výsledek ovlivněn vysokou hustotou zalidnění v Plzni a rozmístění obyvatelstva v okrajových částech kraje a pohořích Český les a Šumava, kde je hustota zalidnění velmi nízká.

Největší potenciál k vzniku znečištění mají obce, kde je vysoký počet obyvatel a ty, kde jsou lokalizovány průmyslové podniky. Množství znečištění je zároveň ovlivněno přítomností čistíren odpadních vod s různým stupněm čištění.

Ve sledovaném území nejsou zastoupeny významné zdroje průmyslových zdrojů znečištění kromě velkých sídel, jako je Plzeň (Škoda Transportation a.s., Škoda Electric a.s., Plzeňský Prazdroj) a Domažlicích (AGROPODNIK DOMAŽLICE a.s.).

Sledované území je významnou zemědělskou oblastí. Převládá horská a bramborářská zemědělská oblast (eAgri, MZ 2009). Pěstují se zde převážně obiloviny a píce a v okolí Plzně je rozšířené příměstské zemědělství. Mezi největší zemědělské podniky patří Agricos, a.s.

Vybudovaná je řada dopravních spojení, z nichž nejvýznamnější je dálnice D5 spojující Plzeň a státní hranici s Německem a dále silnice I třídy 19, 20, 21, 22, 26, 27.

2. Metodika

Pro zpracování výsledků diplomové práce byl použit software Microsoft Excel pro hodnocení ukazatelů fyzikálně-chemického složení vody, jejichž charakteristika je uvedena dále v práci. Bylo provedeno hodnocení časového chodu a variability znečištění a závislostní hodnocení jako základní metoda pro analýzu závislosti průběhu jednotlivých procesů. Zejména pak byla stanovena závislost mezi vybranými ukazateli vůči průtoku a času. Dále byla vytvořena analýza látkového a specifického látkového odnosu z povodí v ročním intervalu.

2.1. Zdroje dat

Hlavní zdroj dat pochází z databáze státního podniku Povodí Vltavy (PVL). Ta obsahovala výsledek monitoringu na 20 reprezentativních profilech na vodních tocích v povodí Berounky nad závěrovým profilem Bukovec od roku 1981 do roku 2019 v jejich odpovídajících jednotkách. Byl zde dále seznam profilů dle daných vodních toků, jejich poloha v souřadnicovém systému S-JTSK a doba sledování. Seznam je uveden v tabulce 8 a jejich poloha v rámci povodí na obrázku 8.

Povodí Vltavy, s.p. zároveň poskytl data týkající se množství vypouštěných látek z jednotlivých druhů možného znečištění v pramenných povodích Berounky.

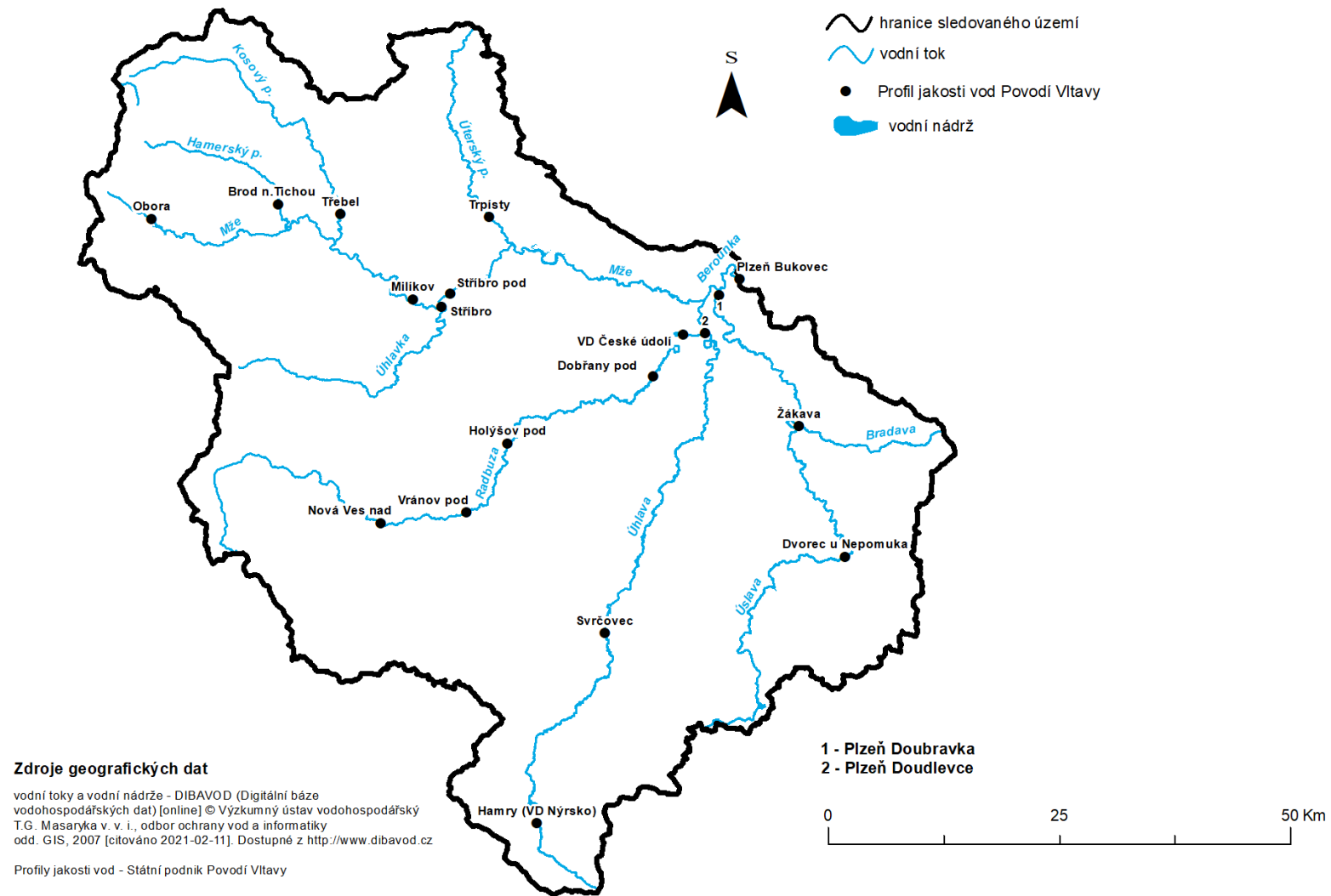
Dalším zdrojem byly hodnoty denních průtoků v m^3/s z volně přístupné databáze Českého hydrometeorologického ústavu z vodoměrných stanic. Jednalo se o hodnoty z daných profilů, kde došlo k odběrům pro zjišťování jakosti vody. U stanic, které nebylo možno propojit s existujícím místem odběru, se přepočítávaly denní hodnoty podle dodaného koeficientu stanoveného podílu ploch profilu vůči vodoměrné stanici

v co nejbližší vzdálenosti od profilu. Plochy povodí pro tyto závěrové profily byly získány v ČHMÚ–Plzeň.

K vytvoření mapových produktů byly použity vektorové vrstvy z veřejné databáze DIBAVOD z Výzkumného ústavu vodohospodářského (HEIS VÚV): vrstvy povodí A07 až A09 Hydrologické členění I až III. řádu, linie průběhu vodních toků a lokalizace vodních nádrží vrstva A03 Vodní tok (hrubé úseky) a A05 Vodní nádrže. Pro analýzu využití území se využila vektorová datová sada CORINE Land Cover 2018 ze serveru Copernicus.

vodní tok	název profilu	X-JTSK	Y-JTSK	plocha profilu (km ²)	ID vodom. stanice	název vodom. stanice	plocha stanice (km ²)	přepočítávací koeficient
Hamerský potok	Brod nad Tichou	-865920	-1053073	189,19	171000	Planá	119,28	1,58611
Radbuza	Dobřany	-827996	-1076834	1169,88	179900	Lhota	1181,82	0,98990
Úslava	Dvorec u Nepomuka	-809894	-1098893	178,92	186500	Prádllo	142,03	1,25972
Úhlava	Hamry (př. VN Nýrsko)	-846731	-1123297	43,80	180900	VD Nýrsko	81,17	0,53955
Radbuza	Holýšov	-844600	-1082002	791,92	179000	Staňkov	701,51	1,12888
Mže	Milíkov	-852733	-1065172	831,27	174000	Stříbro	1144,10	0,72657
Radbuza	Nová Ves	-859298	-1088821	215,53	178500	Tasnovice	172,02	1,25291
Mže	Obora	-879698	-1052887	35,23	169500	VD Lučina	104,80	0,33617
Berounka	Bukovec	-817330	-1067604	4807,04	186000	Plzeň-Bílá Hora	4017,47	1,19653
Úslava	Doubravka	-819775	-1069003	755,46	187000	Plzeň – Koterov	733,25	1,03029
Úhlava	Doudlevec	-821801	-1072923	915,19	183000	Štěnovice	892,84	1,02504
Úhlavka	Stříbro	-849751	-1066349	296,64	173000	Stříbro	296,58	1,00019
Mže	Stříbro (hist.)	-848606	-1065108	1144,01	174000	Stříbro	1144,01	1,00000
Úhlava	Svrčovec	-836850	-1103923	443,31	182000	Klatovy	338,74	1,30870
Úterský potok	Trpísty	-843372	-1057387	297,24	175000	Trpísty	297,24	0,99999
Kosový potok	Třebel	-859366	-1055034	216,54	172000	Třebel	216,54	1,00000
Radbuza	VN České údolí – hráz hladina	-824230	-1072781	1264,30	180100	VD České údolí	1264,33	0,99998
Radbuza	Vránov	-849951	-1088864	470,08	179000	Staňkov	701,51	0,67010
Bradava	Žákava	-813009	-1084212	101,73	186900	Bradava	102,55	0,99202

Tabulka 8 Seznam profilů jakosti vody



Obr. 8 Mapa jednotlivých jakostních profilů v rámci povodí

2.2. Sledované ukazatele jakosti vod

Na základě žádosti o data byla od státního podniku Povodí Vltavy poskytnuta data o následujících ukazatelích: BSK₅, CHSK_{Cr}, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, chloridy, sírany. Na závěrových profilech daného povodí byly využity všechny tyto ukazatele kromě povodí Radbuzy, jelikož zde nebyla souvislá datová řada. U ostatních profilů byly analyzovány kromě síranů a chloridů všechny ukazatele.

2.2.1. Organické látky

Biochemická spotřeba kyslíku za pět dní (BSK₅)

Hodnota BSK je definována jako hmotnostní koncentrace rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek a v oxickém prostředí biochemickou oxidací organických látek ve vodě, která se vyjadřuje v mg/l. Použití je definováno jako míra koncentrace biologicky rozložitelných organických látek. Jelikož je doba oxidace dlouhá, stanovený výsledek se označí jako pětidenní biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ neboli množství rozpuštěného kyslíku, který se spotřeboval k biochemické oxidaci látek ve vodním prostředí za dobu pěti dnů při teplotě 20 °C. (Pitter, 2015). BSK₅, její podoba a chod odráží charakteristické vlastnosti bodových zdrojů znečištění. Uplatňuje se u ní tzv. efekt ředění, který znamená, že s rostoucím průtokem budou koncentrace klesat. V průběhu roku je chod koncentrací vyrovnán (Langhammer, 2009).

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Chemická spotřeba kyslíku vyjadřuje veškeré organické znečištění včetně rozložitelných a nerozložitelných látek. Tento ukazatel využívá dvě metody lišící se oxidačním činidlem – manganistanem draselným (CHSK_{Mn}) nebo dichromanem (CHSK_{Cr}). První z uvedených je starší a výhodou této metody, navržené v roce 1866 Kubelem je jednoduchost a malá spotřeba činidel (Synáčková, 1996). Nedá se však využít, při nízkém stupni oxidace organiky, jehož hodnota je nedostatečná pro silně znečištěné odpadní vody.

V současné době se používá výhradně dichroman jako mezinárodní metoda pro zjišťování obsahu organických látek. Pozitivním přínosem je kromě přesnějšího stanovení také vysoký stupeň oxidace organických látek, která umožňuje použití i v silně znečištěných vodách. Režim chodu CHSK závisí zejména na technologiích a charakteru

výroby u průmyslových provozů. Koncentrace CHSK v toku tak závisí na vodnosti toku a s vyšším průtokem u bodových zdrojů v recipientu koncentrace znečištění klesají.

2.2.2. Ukazatele anorganického znečištění

Sloučeniny dusíku: N-NH₄⁺, N-NO₃⁻

Dusík, který patří mezi prvky vstupujících do většiny biologických procesů, se ve vodě vyskytuje v různých formách a podobách.

Amoniakální dusík (N-NH₄⁺) je přítomen ve všech povrchových vodách, a to jak ve vodách antropogenně znečištěných, tak v tocích s jen nízkými hodnotami zátěže, kde jeho zdroj představuje atmosférická depozice. Ve vodě je velmi nestálý, jelikož podléhá nitrifikaci, kterou se mění postupně na dusitany až dusičnany (Pitter, 2015). Zdroji amoniakálního dusíku jsou především komunální a průmyslové zdroje, konkrétně chemický průmysl. Ukazatel také dokáže podat informaci o množství fekálních odpadů. Chod koncentrací odpovídá charakteristice bodového znečištění. Se zvyšujícím se průtokem dochází k snižování koncentrace vlivem ředění v blízkosti těchto zdrojů (Langhammer, 2009).

Dusičnany (N-NO₃⁻) představují konečný stupeň rozkladu organických dusíkatých látek nitrifikačními procesy v rámci dusíkového cyklu (Langhammer, 2009). Tyto látky jsou zdrojem živin pro vegetaci, která je spotřebovává pro svůj růst. V průběhu roku se jejich koncentrace mění v závislosti na vegetačním období. Ve vegetačním období, jsou jejich koncentrace nejnižší, naopak v mimovegetačním období v časném jaře, na podzim a v zimě jsou nejvyšší. Jejich hlavním zdrojem jsou plošné zdroje znečištění, především zemědělská výroba. Jedná se většinou o části aplikovaných přírodních nebo umělých dusíkatých hnojiv, která rychle pronikají do půdy a jsou snadno rozpustná ve vodě. V případě jejich většího uvolnění, které pak vede k přemnožení řas a sinic, můžeme tento proces označit jako eutrofizaci. Jedná se o ukazatel odrážející vlastnosti plošného zdroje znečištění. Vzhledem k podobě transportu je intenzita vyšší při vyšším úhrnu srážek a průtoku. Zejména v jarním období dochází k jejich vymývání ze zemědělské půdy, což vede ke zvýšení koncentrací v povrchových vodách (Pivokonský, Benešová, Janský, 2001, Judová, Janský, 2005).

Sloučeniny fosforu (fosfor fosforečnanový P-PO₄³⁻)

Fosfor je prvek, který se ve vodách vyskytuje v organických nebo anorganických sloučeninách. Fosforečnanové ionty se lehko váží na železo, hliník a vápník, se kterými vytváří jednoduché soli, jejichž rozpustnost se mění v závislosti na pH a nasycení vody kyslíkem (Švehláková, 2009). V bilančním množství dominuje nerozpuštěný fosfor, který představuje až 95 % celkového fosforu v tocích (Synáčková, 1996). Zvýšené koncentrace fosforu ve vodním prostředí způsobují větší výskyt řas a sinic a dochází k eutrofizaci. Hlavní složku uvolněného fosforu představují rozpustné fosforečnany. U všech typů zdrojů znečištění bychom mohli nalézt odnášení fosforu. Nejčastěji je zbytkem použití průmyslových hnojiv. Režim chodu a změny závisí na zdroji znečištění. U profilů, kde je silné bodové znečištění, je patrná nepřímá závislost koncentrací na průtoku (Janský, 1983, Langhammer, 2009).

2.2.3. Sloučeniny síry

Sírany

Sírany jsou nejvíce vyskytující se sloučenina síry v povrchových vodách. Jsou většinou termodynamicky stabilní a vázány na geologické podloží se zastoupením minerálů sádrovce (CaSO₄ · 2 H₂O) a anhydritu (CaSO₄). Dalším zdrojem jsou městské a průmyslové exhalace obsahující SO₂ a SO₃ vzniklá spalováním fosilních paliv. Nejčastěji se vyjadřují v mg v 1 litru vody nebo v mmol/l (Pitter (2015). Důležitou vlastností síranů je jejich schopnost agresivní reakce vůči betonu, a proto se sledují kvůli hodnocení potenciálních rizik pro regulační objekty na toku a vodní stavby (Langhammer, 2009).

2.2.4. Halogeny

Chloridy

Chloridy, jako nejčastější forma výskytu chlóru, se vyskytují v povrchových vodách pouze ve velmi nízkých koncentracích a v závislosti na geologickém podloží. Vyšší koncentrace mohou být způsobené těžbou kamenných solí, ale většina pochází z antropogenních aktivit např. komunální odpadní vody nebo velkokapacitní živočišná výroba, kde v močůvce nacházíme vysoké koncentrace chloridů. Výrazný zdroj představuje rovněž chemický průmysl. Nezanedbatelné množství chloridů se do vodních toků dostává ze zimního chemického posypu komunikací (Janský, 1983, Langhammer, 2009).

2.3. Průměrné roční koncentrace daných ukazatelů podle povodí

K hodnocení časového průběhu koncentrací daných ukazatelů jakosti vody došlo podle daného subpovodí pramenného toku. Tento údaj je vhodný pro popis časového vývoje znečištění ve sledovaném období, dosažených minimálních a maximálních hodnotách, míře variability souboru dat. Umožňuje časovou lokalizaci a hodnocení periodicity (Langhammer, 2009). Byly vytvořeny souhrnné grafy průměrných ročních hodnot, které umožňují bližší analýzu a popsání zákonitostí výskytu daných hodnot znečištění.

2.4. Hodnocení závislosti koncentrace na průtoku

Bylo využito hodnocení závislosti koncentrace vybraných ukazatelů na stavu průtoku. Tuto metodu užil ve své disertační práci Janský (1982). Vyjádření bylo prováděno přes korelační diagramy, kde hodnoty průtoku představují nezávislou proměnnou a hodnoty koncentrací závislou proměnnou. Pro každý sledovaný vodní tok byl zvolen závěrový profil, na kterém byl tento graf vytvořen. V případě řeky Mže se jednalo o profil Stříbro (hist.), jelikož nebyly k dispozici hodnoty o průtoku na níže položeném profilu a v případě řeky Radbuzy profil Holýšov, který měl nejdelší časovou řadu pozorování). Grafy byly proloženy regresními čarami popisující průběh závislosti na obou sledovaných proměnných.

Pro každý takto stanovený graf byl vypočítán koeficient determinace R^2 v rozsahu od 0 do 1, kdy hodnota blízká se hodnotě jedné znamená těsnější závislost. Jedná se podíl druhé mocniny kovariance a součinu variance obou proměnných:

$$R_{xy}^2 = \frac{cov^2 XY}{varX \cdot varY}$$

2.5. Hodnocení závislosti koncentrace na překročení průtoku a pořadí dne v roce

Na profilu Bukovec bylo využito hodnocení závislosti koncentrace na překročení průtoku a daném pořadí dne v roce. Byly vytvořeny na všech povodích kromě dílčích, jelikož zde profily nemají dostatečné časové řady. Tento způsob umožňuje získat rozložení této závislosti daného ukazatele v závislosti na čase a zohlednit klimatické poměry nebo vliv vegetace na základě tzv. hodnoty překročení průtoku „m“ a lépe vyjádřit rozdílný průběh znečištění vodních toků na profilech mezi sebou (Janský, 1983). V datovém souboru obsahující data o odběru vzorku, průtok a koncentraci daného ukazatele se nejprve vyjádří pořadí dne v daném roce a míru překročení podle empirické čáry překročení. Pomocí kontingenční tabulky, kde jsou hodnoty rozděleny do předem zvolených intervalů se vyjádří průměrné hodnoty odpovídající koncentrace. Výsledné hodnoty jsou vyjádřeny v podobě grafů, kde jsou podle koncentrace zabarveny dané intervaly koncentrace daného ukazatele. Výpočet míry překročení lze stanovit podle následujícího předpisu podle Čegodajeva:

$$P_m = \frac{m - 0,3}{n + 0,4}$$

kde je: P_m ...empirická pravděpodobnost m-té hodnoty v řadě

m..... pořadové číslo prvku ve vzestupné řadě

n.....počet prvků řady

2.6. Látkové odnosy

Dále byly stanoveno množství ukazatelů na základě látkových odnosů ke zjištění skutečné hodnoty znečišťujících látek. Látkový odnos lze vyjádřit jako součin průtoku a koncentrace podle níže uvedeného předpisu. Odnosy byly stanoveny pro celé sledované období na základě průměrných denních průtoků v tunách za rok.

$$L = c \cdot Q$$

Kde je: L ... objem látkového odnosu

c ... koncentrace uvedeného ukazatele [g/m³]

Q... okamžitý průtok, odpovídající měřené situaci [m³/s]

(v práci použit průměrný denní průtok odpovídajícímu dni odběru)

2.7. Specifické látkové odnosy

Specifický látkový odnos je ukazatel, který vyjadřuje intenzitu látkového odnosu z plochy daného povodí a zároveň se vyjadřuje za ucelené časové období (Janský, 1983). Bylo zjišťováno množství sledované látky v tunách, která odteče z 1 km² za jeden rok pro celé území vyjádřené daty z profilu Bukovec.

Pro celé povodí lze stanovit specifický látkový odnos podle předpisu

$$L = \frac{C \cdot Q \cdot T}{A}$$

Kde je: L specifický látkový odnos

c..... ..koncentrace daného ukazatele [g/m³]

Q průměrný průtok [m³/s]

T.... čas (31557,6 časový koeficient – sekundy z rok / 1000

Aplocha odpovídající profilu [km²]

2.8. Vytváření mapových výstupů v prostředí ArcGis

Při zpracovávání a popisu mapových produktů charakteristiky území se využilo prostředí programu ArcGis ArcMap 10.7.1.

Pomocí nástroje *Add Data* byla v mapovém projektu získána tabulka z textového souboru obsahující data o poloze jednotlivých profilů, která se změnila podle možnosti *Display XY Data* na bodovou vrstvu obsahující dané profily. Dále byla zobrazena vrstva povodí a vodních toků. Z nich byla vybrána sledovaná oblast povodí Berounky pomocí nástroje *Clip*, kde za zdrojová data byla použita vrstva povodí prvního, druhého a třetího řádu a vodních toků, která se vždy upravila na vrstvu povodí II. řádu 1–10. Dílčí povodí IV. řádu 1–11–01–0020 a 1–11–01–0030 vyjadřující část povodí Berounky u profilu Bukovec musela být na tuto vrstvu napojena pomocí nástroje *Union*, jelikož se nachází v sousedním povodí 1–11, ale jsou součástí sledovaného území. U takto připravených vrstev byl následně pomocí

funkce *Project* změněn souřadnicový systém z S-JTSK Krovak East North na WGS_1984_UTM_Zone_33 N.

2.9. Charakteristiky profilů podle vodních toků

2.9.1. Berounka

Bukovec

Profil Bukovec se nachází na stejnojmenném jezu v blízkosti obce Bukovec. Vybraná data o kvalitě vody (BSK₅, CHSK_{Cr}) byla k dispozici od roku 1981 a pokračovala souvisle až do roku 2019. Jedná se o závěrový profil celého sledovaného území a jsou k němu vztaženy výsledky z celého území všech dílčích povodí Mže, Radbuzy, Úhlavy a Úslavy. Jakost vody v tomto profilu proto odráží výsledky z celého sledovaného území v podobě stavu znečištění jednotlivých řek tvořící Berounku a několika bodových zdrojů v městské zástavbě Plzně (Pivovar Plzeňský Prazdroj, ČOV Plzeň, Plzeňská teplárna) a sídel před ní (např. na Mži obce Kozolupy, Touškov a Radčice). Malé bodové znečištění se dá očekávat v blízkosti malé vodní elektrárny Bukovec, kde sídlí několik průmyslových podniků.

2.9.2. Bradava

Žákava

Profil Žákava na řece Bradavě se nachází v místě mostu v u obce Žákava. Chemická data jsou k dispozici od roku 1996 až do roku 2019. Projevuje se zde vliv znečišťujících látek z řeky Bradavy, Mítovského potoka a říčky Bojůvka vzhledem převažujícímu zemědělskému využití území – orné půdy a pastvin v okolí říční nivy. Drobným bodovým zdrojem je ČOV a kanalizace ve Spáleném Poříčí.

2.9.3. Hamerský potok

Brod nad Tichou

Profil Brod nad Tichou je závěrovým profilem povodí Hamerského potoka a nachází se u mostu rozdělující obec Brod nad Tichou. Pro hodnocení byla použita souvislá časová řada od roku 1996. V profilu je vyjádřena informace týkající se stavu jakosti vody z oblasti na západ od Plané u Mariánských lázní. Zároveň je zde patrný vliv povodí Slatinného a Planského potoka a říčky Tichá. Část dílčího povodí je pokrytá lesní půdou, významně jsou však zastoupeny zemědělské plochy na středním toku. Dalším zdrojem znečištění jsou

důlní vody ze Zadního Chodova, ČOV Planá, a průmyslový podnik Stora Enso Wood v Plané.

2.9.4. Kosový potok

Třebel

Profil Třebel popisuje stav jakosti vody na Kosovém potoku před tím, než se tento potok vlévá do řeky Mže. Samotné místo odběru je v místě mostu silnice 230 pod obcí Třebel. Ukazatele jsou k dispozici od roku 1981 do roku 2019 kromě období 1991–1996, kdy nejsou data k dispozici. Poskytuje informace o celém povodí Kosového potoka zahrnující oblasti Slavkovského lesa, povodí Úšovického a Rašelinného potoka a dále oblasti směrem k státní hranici s Německem s povodím Bahnitého potoka. Na horním toku převažuje zemědělská činnost, ale hlavním zdrojem znečištění je město Mariánské Lázně (ČOV) a jeho předměstí Velká Hleďsebe.

2.9.5. Mže

Obora

Profil je první zvolený na řece Mži. K měření dochází pod mostem, několik set metrů před VD Lučina. Chemická data pochází z měření od roku 1996 až do současnosti. Projevuje se zde vliv pramenných oblastí řeky Mže na území Německa ale i České republiky, které jsou většinou tvořeny lesními porosty. Do profilu ústí i drobné vodní toky Lískového a Prudkého potoka. Na území připadající na tento profil se nenachází žádné významné zdroje znečištění.

Milíkov

Profil Milíkov se nachází na 51. říčním kilometru řeky Mže. Na tomto profilu jsou hodnoty o ukazatelích znečištění od roku 1981 do roku 2019. Poskytuje informace o jakosti vody na středním toku řeky Mže. Na úseku od Obory po Milíkov se nevyskytují velké bodové zdroje znečištění až na město Tachov (místní ČOV) a odtok z bývalých dolů Vítkov I a Vítkov II. Dochází zde ke spojení stavu jakosti vody z povodí Hamerského a Kosového potoka.

Stříbro (hist.)

Stříbrský profil leží v blízkosti bývalých stříbrských dolů na 44. říčním kilometru řeky Mže. Na profilu jsou data k dispozici od roku 1990 do roku 2019. Od Milíkova vodní tok protéká zalesněným údolím až do urbánní zástavby Stříbra. Zároveň se do něho promítá vliv povodí Úhlavky po soutoku s Mží. Podél toku se vyskytuje několik průmyslových objektů, ale největší podíl připadá na odvodňovací štoly bývalých stříbrných dolů (štola Prokop) a městskou ČOV. Je zde vidět množství znečištění přicházející do vodní nádrže Hracholusky.

2.9.6. Radbuza

Nová Ves

Profil Nová Ves je prvním profilem na řece Radbuze a je situován v přední části města Horšovský Týn. Jedná se o profil s kratší časovou řadou jednotlivých ukazatelů od roku 2006 do roku 2019. Zohledňuje situace na horním toku Radbuzy včetně jejich přítoků jako je např. Bezděkovský a Slatinný potok a říčka Slatina. Radbuza protéká nejprve lesními porosty až do Bělé nad Radbuzou, kde je bodový zdroj místní ČOV. Směrem po toku v okolí řeky následně převažuje orná půda. Ostatní zdroje znečištění nejsou zastoupeny.

Vránov

Profil Vránov se nachází přímo ve stejnojmenné obci Vránov. Jedná o profil s krátkou časovou řadou od roku 2006 do roku 2019. Je v něm zohledněn vliv předchozího profilu Nová Ves, zároveň ale zohledňuje povodí Černého potoka a jeho přítoků odvodňující oblast Českého lesa. Opět se jedná o převážně zemědělskou krajinu. Mezi další zdroje ovlivnění patří Křakovský potok a řeka Zubřina např. ČOV Domažlice, Osvračín, Pasečnice.

Holýšov

Holýšovský profil se nachází severně od města Holýšov na 44. říčním kilometru a vyjadřuje informaci o stavu znečištění včetně profilu Vránov a povodí Zubřiny. Chemická data ukazatelů pochází z období od roku 1981 do roku 2019. Na profilu je vidět ovlivnění sídly Staňkov a Holýšov a jejich ČOV.

Dobřany

Profil v Dobřanech leží na 17,8 říčním kilometru řeky Radbuzy u usedlosti Wartův Mlýn pod dálnicí D5 pod obcí Dobřany. Jedná se o profil, kde jsou k dispozici vybrané hodnoty od roku 1985 do roku 2019. Na profilu se měří sírany a chloridy od roku 2006 do roku 2019. Zobrazuje stav jakosti vody pod profilem Holýšov včetně povodí Hořiny, Merklínky a Dnešického potoka. V úseku mezi Holýšovem a Dobřany nejsou v území významnější zdroje bodového znečištění.

VN České údolí

Profil je přímo situován na hrázi vodního díla České údolí. Jedná se o profil, na kterém v minulosti docházelo pouze k periodickému odběru a řada dat není dostatečně souvislá. Zároveň zobrazuje stav znečišťujících látek přímo ve vodní nádrži a z městské zástavby Plzně. Na vodní nádrži zároveň dochází k akumulaci znečišťujících látek. Levostranným přítokem je Luční potok, který přináší látky z orné půdy přímo do oblasti vodního díla.

2.9.7. Úhlava

Hamry–VD Nýrsko

Úvodní profil na Úhlavě se nachází pár set metrů před vodní nádrží Nýrsko v osadě Přední Hamry. Na profilu jsou k dispozici vybraná chemická data od roku 1981 do roku 2019, fosfor od roku 1985 do roku 2019, chloridy a sírany mají období bez sledování 2004–2012. Na území nejsou zastoupeny žádné významné bodové zdroje znečištění. Nachází se zde několik samot jako jsou např. Hojsova Stráž a Hamry. Mimo samotného toku horního toku Úslavy se zde projevuje vliv povodí Bílého potoka.

Svrčovec

Profil Svrčovec se nachází na 60. říčním kilometru řeky Úhlavy na pravém rameni řeky. Dané ukazatele lze analyzovat od roku 1981 do roku 2017. Svrčovec zohledňuje stav profilu Hamry v oblasti mezi Švihovem a Nýrskem a zohledňuje charakter krajiny v okolí Klatov a Janovic nad Úhlavou. Bodové zdroje znečištění představují ČOV v Nýrsku, Janovicích a Klatovech a vliv kamenolomu ve Svrčovci. Dále se zde projevují zdroje znečištění v ostatních povodích řek Chodské Úhlavy, řeka Jelenky a Andělice.

Doudlevice

Poslední profil na řece Úhlavě leží jen několik metrů od soutoku s řekou Radbuzou. Jedná se o závěrový profil pro povodí Úhlavy, která vyjadřuje stav v celém povodí. Od roku 1981 do roku 2019 existují data o BSK₅, CHSK_{Cr}, fosforečnanech, dusičnanech, síranech a chloridech. Úhlava od Svrčovce stále protéká intenzivně zemědělsky využívanou krajinou s dalšími bodovými zdroji v podobě jednotlivých ČOV v Červeném Poříčí, Dolních Lukavicích a Přešticích. Mimo výše uvedené profily se zde projevuje vliv menších povodí jako Točnický potok (oblast předměstí Klatov), Příchovický potok (ČOV Horšice) a Divoký potok.

2.9.8. Úhlavka

Stříbro

Profil Stříbro na řece Úhlavce se nachází několik metrů před jejím ústím do řeky Mže na předměstí města Stříbra. Jedná o závěrový profil celého povodí Úhlavky sahající k severnímu konci Českého lesa s hodnotami o ukazatelích znečištění od roku 1981 do roku 2019. Mimo samotnou Úhlavku je profil ovlivněn povodím Výrovského, Mezholezského a Černovského potoka. Zdroje znečištění většinou představují jednotlivé čistírny odpadních vod v jednotlivých obcích (Bor, Kladruby, Staré Sedlo, Stráž, Velké Dvorce) a orná půda v povodí uvedených vodních toků.

2.9.9. Úslava

Dvorec u Nepomuka

Profil Dvorec u Nepomuka je prvním sledovaným profilem na řece Úslavě v obci Dvorec u Nepomuka. Vybraná chemická data jsou k dispozici od roku 1996 do roku 2019, sírany a chloridy mají krátkou časovou řadu od roku 1996 do roku 2000. Většinu území příslušející tomuto profilu tvoří samotná řeka Úslava z drobnými zdroji znečištění v podobě ČOV v sídlech Plánice, Prádlo, Hnačov a Žinkovy, lihovar STOCK v Prádle a zámek Crown Estates Žinkovy. Mezi ostatní zdroje znečištění patří říčka Mihovka (ČOV Nepomuk) a Habartický potok (kanalizace v Habarticích). Další zdroje znečištění se v této části povodí nenachází.

Doubravka

Profil Doubravka je poslední profil na řece Úslavě, než se vlévá do řeky Berounky. Vyjadřuje stav jakosti vody na Úslavě včetně profilu Žákava na řece Bradavě a profilu Dvorec u Nepomuku. Hlavní data o jakosti vody lze začít analyzovat od roku 1981. Projevuje se zde i vliv menších povodí jako je např. Hádecký potok, Myslívský a Podhrázský potok. Většina území mezi Dvorcem a Plzní je zemědělsky využívána jako pastviny a orná půda, ale zároveň je zde zastoupen významný počet sídel s ČOV např. Starý Plzenec, Blovice nebo Štáhlavy. Přimo v intravilánu města Plzně se nachází likérka STOCK a komerční zástavba.

2.9.10. Úterský potok

Trpísty

Profil Trpísty je závěrovým profilem pro povodí Úterského potoka před jeho soutokem s řekou Mží. Nachází se u mostu přes Úterský potok pod obcí Trpísty. Hodnoty o jednotlivých ukazatelích znečištění jsou k dispozici od roku 1982, ale chybí data od roku 1989 do roku 1996. Nejsou zde k dispozici hodnoty chloridů a síranů. Zahrnuje území mezi Tepelskou a Rakovnickou vrchovinou a stav odráží samotné povodí Úterského potoka ale i řady jeho přítoků jako je např. Hadovka, Blažimský či Nezdický potok. Většina samotného toku protéká údolní nivou obklopenou lesními porosty a jediným významnějším bodovým zdrojem znečištění je ČOV v městě Úterý a výpusť kanalizace v Trpístech.

3. Výsledky

3.1. Průměrné roční koncentrace daných ukazatelů podle povodí

3.1.1. Berounka

Bukovec

Průměrné roční koncentrace BSK₅ (Graf 10) od začátku měření v roce 1981 (4,22 mg/l) se zvyšovaly na hodnotu 6,6 mg/l v roce 1985. Pak nastal krátký pokles, ale od roku 1987 opět stoupaly až do roku 1991 (7,18 mg/l). Po roce 1993 je patrný postupný sestupný trend až do roku 2002 (2,56 mg/l). Do konce sledovaného období se hodnoty pohybovaly v intervalu od 2 do 4 mg/l s nepatrným zvýšením v roce 2011 (3,78 mg/l).

Koncentrace ukazatele CHSK_{Cr} (Graf 11) se zvyšovaly od roku 1982 (24,08 mg/l) do roku 1985 (34,5 mg/l). V období mezi roky 1985 až 1993 se koncentrace pohybovaly od 31,17 mg/l (rok 1987) až 35,75 mg/l (rok 1989). Po roce 1993 klesaly s mírným zvýšením v roce 1996 (30,67 mg/l) a 1998 (24,42 mg/l) až do roku 2005 (14,99 mg/l). Od roku 2006 koncentrace kolísají nad hodnotou 17 mg/l s dalším zvýšením v letech 2012 (21 mg/l) a 2018 (21,58 mg/l).

Na grafu 12 jsou vidět průměrné roční koncentrace ukazatele N-NH₄⁺ (dusíku amoniakálního). Tento ukazatel stoupal od začátku doby měření, prvního maxima dosáhl v roce 1985 s roční hodnotou 2,08 mg/l. Následně byl zjištěn propad až do roku 1987 (1,17 mg/l), ale od tohoto roku koncentrace opět stoupaly až do roku 1991 (2,2 mg/l). Od roku 1994 je na grafu patrný výrazný pokles na hodnotu 0,3 mg/l v roce 1997. Do roku 2008 se hodnoty mírně zvyšovaly na 0,45 mg/l, ale následně opět klesaly.

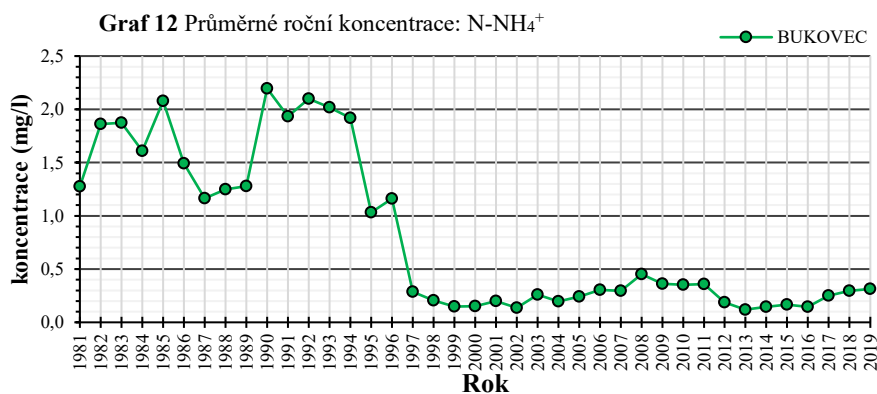
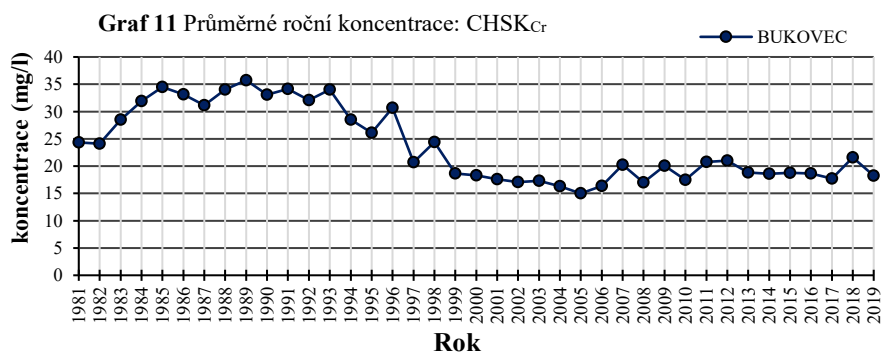
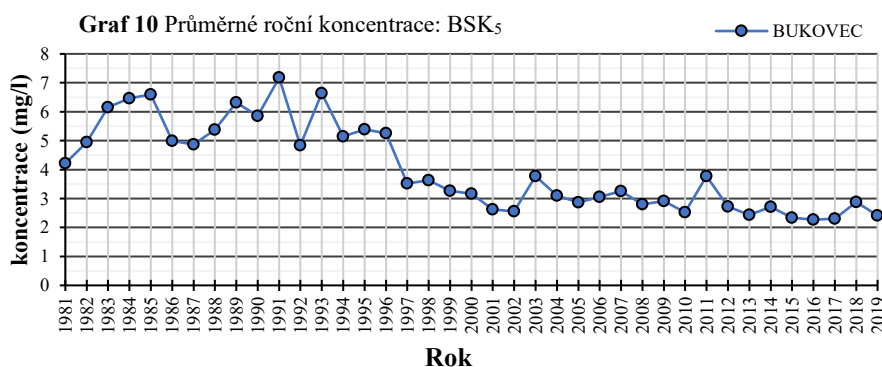
Dusík dusičnanový N-NO₃⁻ (Graf 13) na začátku měření kolísá a na maximální hodnotu průměrných ročních koncentrací se dostává až v roce 1988 (5,9 mg/l). Na začátku devadesátých let nejprve koncentrace klesají (3,6 mg/l v roce 1991), ale pak následně rostou do roku 1994 (5,3 mg/l). V druhé polovině devadesátých let je na grafu patrný postupný pokles. Do konce sledovaného období se hodnoty pohybují okolo hodnoty 3 mg/l s postupným zvyšujícím se trendem v posledních čtyřech sledovaných letech.

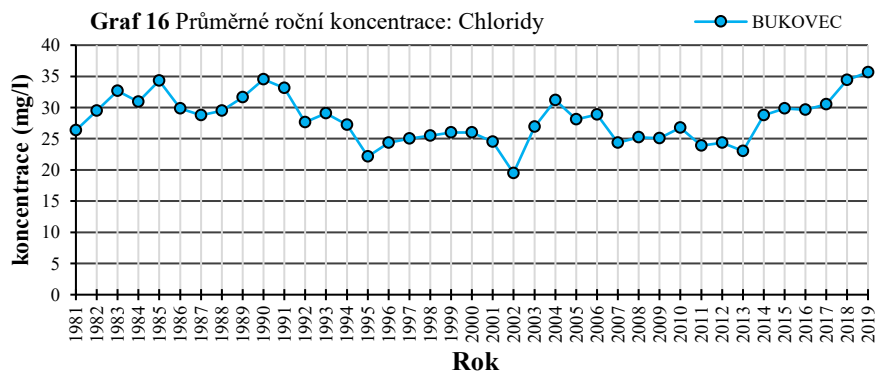
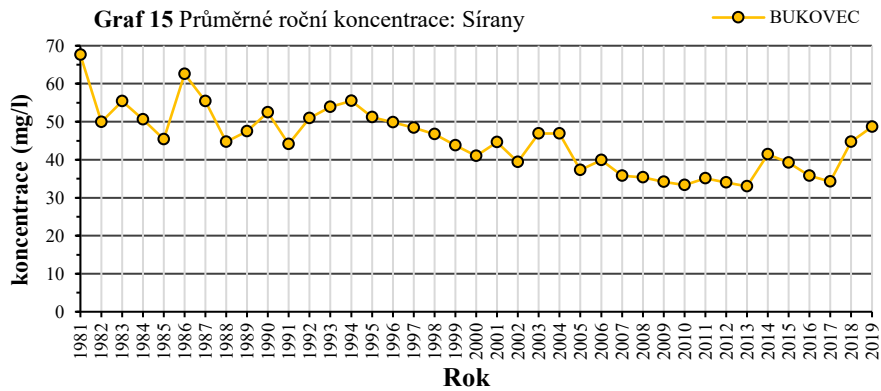
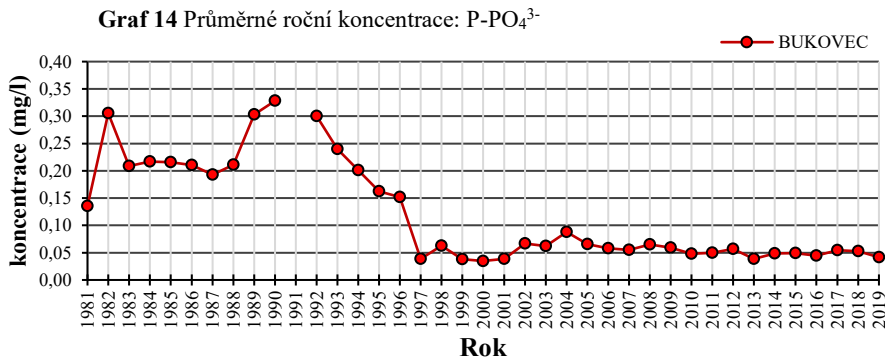
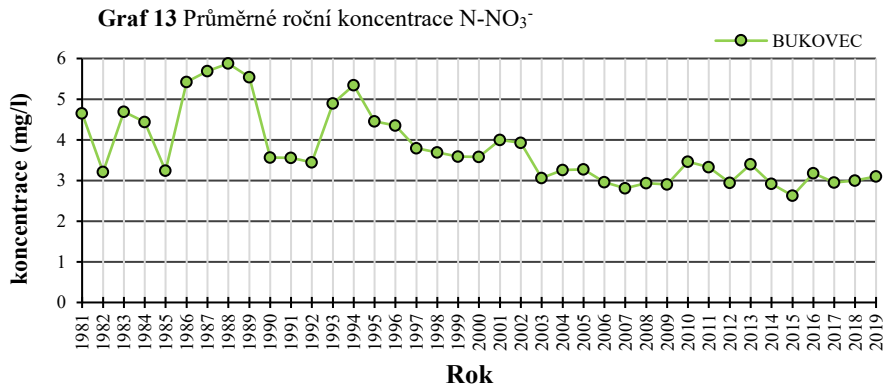
Koncentrace fosforečnanů P-PO₄³⁻ (Graf 14) nejprve rychle vzrostly, v roce 1982 byla zjištěna hodnota 0,31 mg/l. Následně mírně poklesly na 0,2 mg/l ale následně se jejich počet zvyšoval po roce 1987, kdy v roce 1990 dosáhly 0,33 mg/l. Nebyla k dispozici data za rok

1991, ale dá se předpokládat vzhledem k hodnotě z roku 1992 (0,3 mg/l), že koncentrace začaly klesat. Tento proces se zastavil po roce 1997, kdy je na grafu patrné že se mírně hodnoty zvýšily, ale od té doby kolísají kolem hodnoty 0,05 mg/l.

Sírany (Graf 15) od začátku doby pozorování (rok 1981–67,58 mg/l) se přes několik výrazných výkyvů, během kterých došlo ke zvýšení koncentrací jako např. v roce 1983, 1986 a 2003 snižovaly. Jejich růst je patrný až od roku 2013 do konce sledovaného období v roce 2019, kdy se navýšily ze 33 mg/l na 48,67 mg/l.

Průměrné roční koncentrace chloridů (Graf 16) vykazují postupný růst během celého sledovaného období s mírným obdobím poklesu od roku 1990 do roku 2002, během kterého hodnoty chloridů klesaly z 33,15 mg/l na 19,5 mg/l. Od roku 2002 se hodnoty zvýšily až na 35,67 mg/l v roce 2019.





3.1.2. Bradava

Žákava

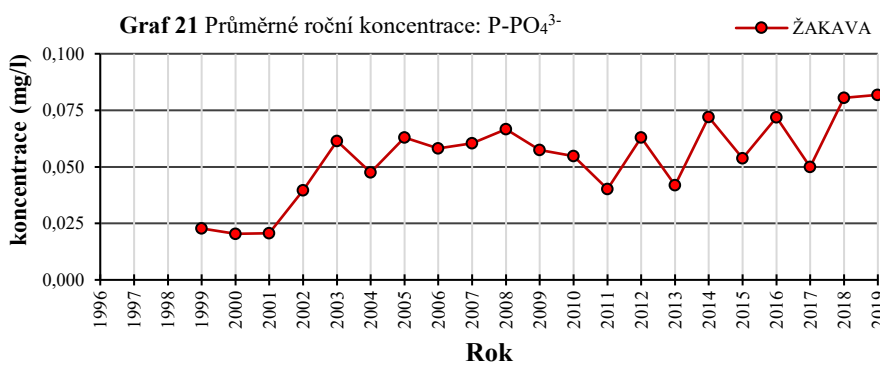
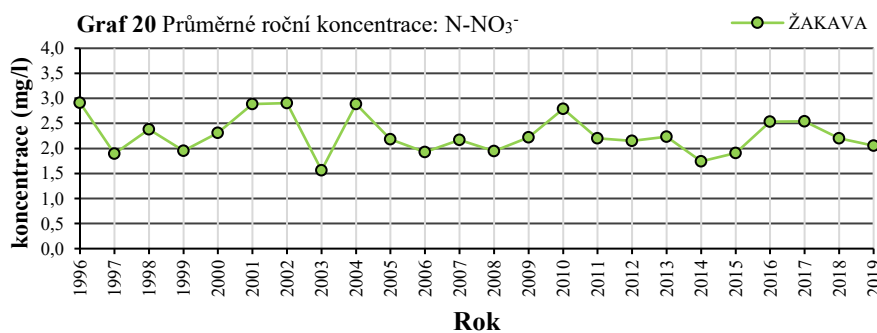
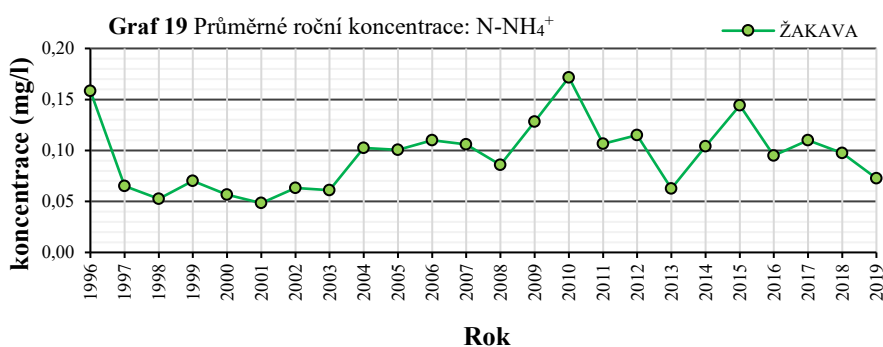
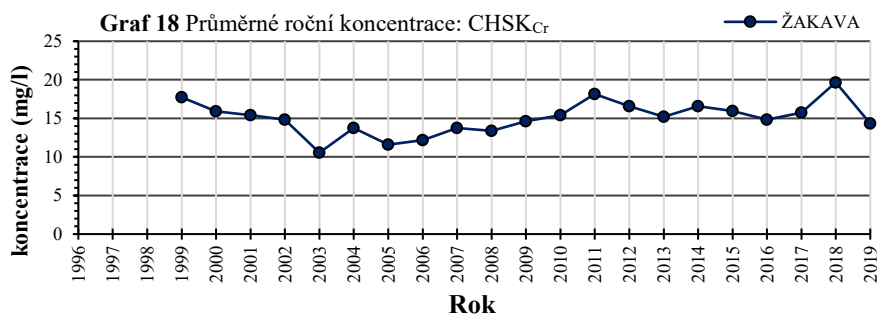
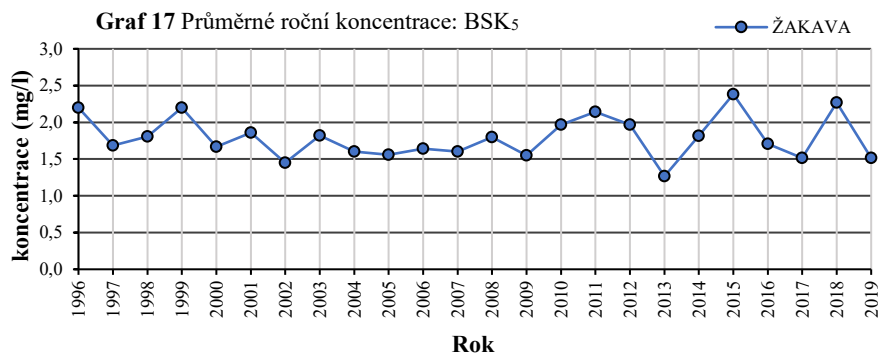
Koncentrace ukazatele BSK₅ se v průběhu sledovaného období, které začíná v roce 1996 a končí v roce 2019, pohybovaly okolo hodnoty 2 mg/l. Výraznější období nižších hodnot je z grafu 17 patrné mezi roky 2000 až 2009. Nejvyšší průměrnou roční koncentraci měl rok 2015 (2,38 mg/l), naopak v roce 2013 byla zjištěna nejnižší hodnota 1,26 mg/l.

U Chemické spotřeby kyslíku dichromanem CHSK_{Cr} (Graf 18) jsou k dispozici data až od roku 1996. Od začátku pozorování koncentrace klesaly až do roku 2000 (z 15,92 mg/l 10,54 mg/l). Následně docházelo k postupnému zvyšování až do roku 2018 (19,67 mg/l) V posledním sledovaném roce 2019 je patrný opětovný pokles.

Na grafu 19 je znázorněn vývoj průměrných ročních koncentrací dusíku amoniakálního N-NH₄⁺. Ukazatel klesal od začátku doby měření až do roku 1998 (0,05 mg/l). Od roku 1999 se jeho koncentrace zvýšily na hodnotu 0,17 mg/l (rok 2010), což je nejvyšší průměrná koncentrace za celé sledované období. Vývoj pokračuje dvěma obdobími poklesu (2011 až 2013) a (2015 až 2019) a jedním obdobím růstu (2013–2014).

Průměrné roční koncentrace dusíku dusičnanového N-NO₃⁻ jsou v průběhu sledovaného období značně nevyrovnané (Graf 20). V prvních dvou letech pozorování klesaly z 2,91 mg/l na 1,89 mg/l, ale od roku 1999 se opět zvyšovaly a v roce 2002 dosahovaly opět 2,9 mg/l. Ačkoliv následně klesly, od roku 2006 se koncentrace pohybují v intervalu 2–2,5 mg/l. V grafu jsou patrné roky s ještě s vyššími hodnotami v roce 2010, 2016 a 2017.

Ukazatel fosfor fosforečnanový P-PO₄³⁻ na grafu 21 vykazuje postupný vzestupný trend od začátku pozorování v roce 1999 do roku 2019. Z hodnoty 0,022 mg/l se počet fosforečnanů zvýšil až na hodnotu 0,08 mg/l. Od roku 2008 jeho koncentrace mírně snížila, ale v následujících letech 2011 až 2017 je znatelná výrazná meziroční variabilita se stoupajícím trendem.



3.1.3. Hamerský potok

Brod nad Tichou

BSK₅ (Graf 22) a její průměrné roční koncentrace se nejprve mírně zvýšily na hodnotu 2,82 mg/l v roce 1997, ale od tohoto roku je patrný klesající trend, který trval až do roku 2006 (1,72 mg/l). Od roku 2009 (2,84 mg/l) do roku 2012 (1,87 mg/l) je na grafu vidět ještě jedno období poklesu, ale celkově dochází k růstu až do konce sledovaného období v roce 2019, během kterého byla průměrná roční koncentrace BSK₅ 2,47 mg/l.

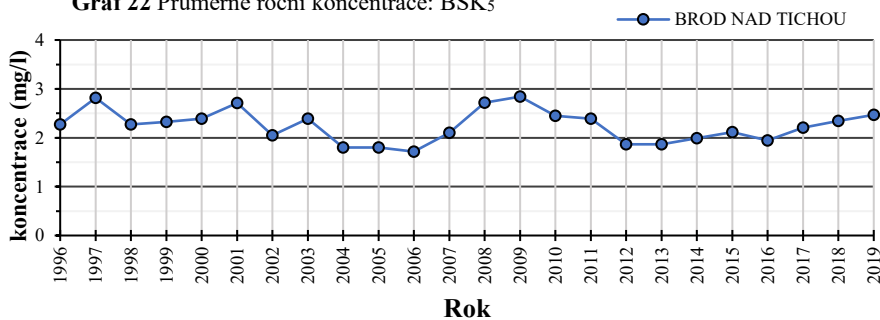
Průměrné roční koncentrace ukazatele CHSK_{Cr} (Graf 23) se nejprve během období 1999 až 2001 zvyšovaly. Koncentrace se zvýšily z 19 mg/l na 26,5 mg/l. Následovalo snížení na 16,83 mg/l, které trvalo až do roku 2003. Další roky představují nárůst a po celou zbývající dobu pozorování kolísaly okolo hodnoty 25 mg/l.

Dusík amoniakální N-NH₄⁺ (Graf 24) má velmi nevyrovnaný průběh, v prvních čtyřech letech od měření klesá (0,36 mg/l na 0,10 mg/l). Následují roky koncentrace stoupají i klesají. V roce 2009 pak roční průměrné koncentrace dosáhly 0,29 mg/l značí druhé maximum. Následující roky koncentrace nejprve klesaly a pak zůstaly nad 0,1 mg/l.

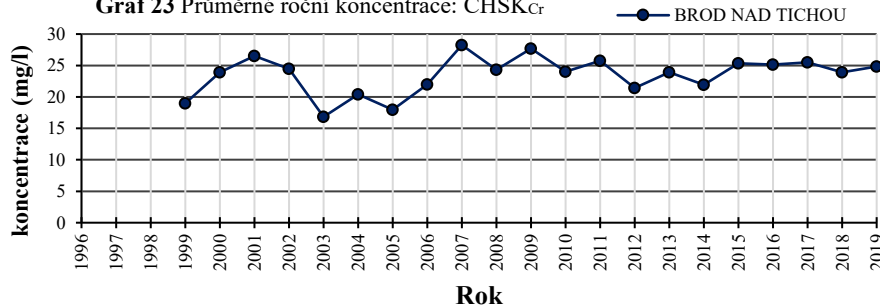
Koncentrace dusičnanů N-NO₃⁻ (Graf 25) od začátku pozorování v roce 1996 (2,8 mg/l) mírně narůstaly, ale po roce 2001 (2,98 mg/l) se jejich hodnoty začaly na tomto profilu snižovat. Bylo dosaženo koncentrace 1,92 mg/l v roce 2007. Od té doby nedošlo k žádné výrazné změně v trendech, protože dusičnany kolísaly okolo hodnoty 2 mg/l.

Fosfor fosforečnanový P-PO₄³⁻ (Graf 26) od roku 2001 (0,047 mg/l) stoupá do roku 2003 (0,147 mg/l). Do roku 2007 se projevuje snižováním, ale rostoucí trend pokračuje v dalších letech až do roku 2012 (0,113 mg/l). Následně se koncentrace stále snižovaly až na 0,07 mg/l v roce 2017. V posledních dvou letech pozorování se jejich množství zvyšovalo.

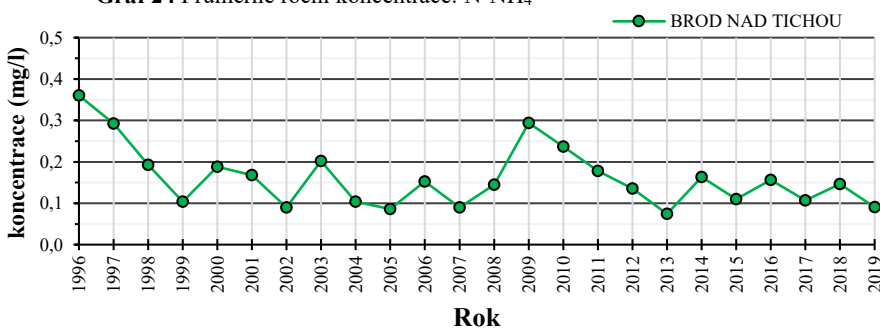
Graf 22 Průměrné roční koncentrace: BSK₅



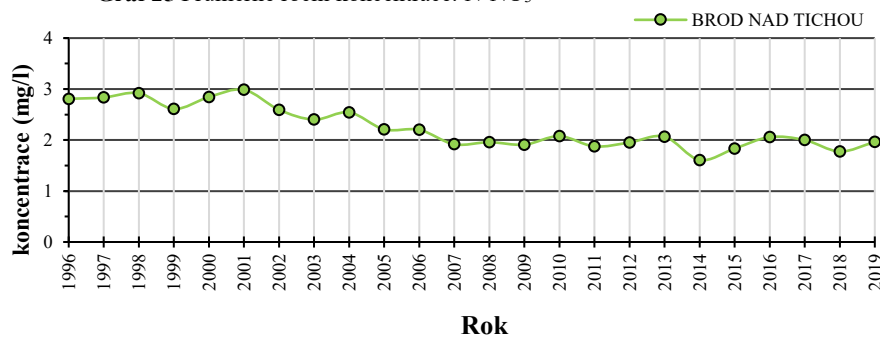
Graf 23 Průměrné roční koncentrace: CHSK_{Cr}



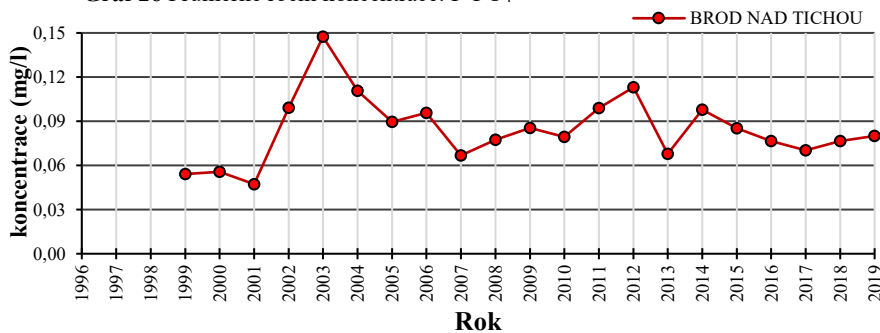
Graf 24 Průměrné roční koncentrace: N-NH₄⁺



Graf 25 Průměrné roční koncentrace: N-NO₃⁻



Graf 26 Průměrné roční koncentrace: P-PO₄³⁻



3.1.4. Kosový potok

Třebel

Hodnoty ukazatele BSK₅ na profilu Třebel jsou znázorněny na grafu 27. V době začátku pozorování v roce 1981 byly stanoveny na 3,89 mg/l a postupně se zvyšují až do roku 1989 na 5,51 mg/l. Následuje období, kde není možné vývoj popsat pro chybějící data. Od roku 1996 (2,53 mg/l) dochází k mírnému růstu do roku 2000 na hodnotu 3,83 mg/l. Do roku 2014 koncentrace BSK₅ postupně klesají, v posledních letech je jejich obsah ve vodě 2 mg/l.

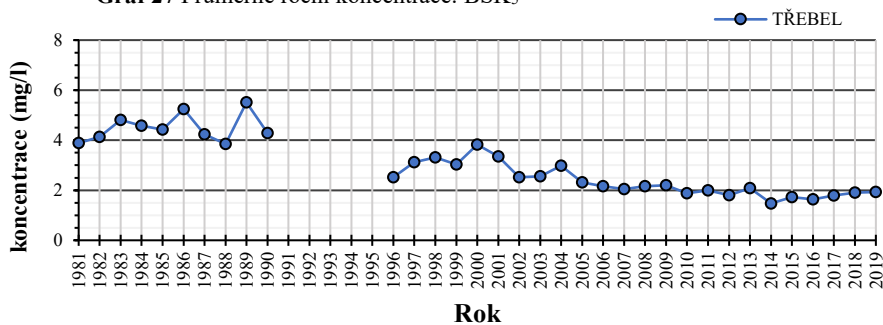
CHSK_{Cr} (Graf 28) je možné analyzovat až od roku 1999 (16,92 mg/l), předchozí stav je neznámý. Ačkoliv po roce 2000 (22,92 mg/l) koncentrace mírně poklesly, vyskytly se v průběhu sledovaného období roky, během kterých došlo k mírnému zvýšení (2007, 2013 a 2017). Celkově se hodnoty pohybují v intervalu mezi 15 a 20 mg/l s mírným zvýšením na hodnotou okolo 18 mg/l v pěti posledních sledovaných letech.

Amoniakální dusík N-NH₄⁺ (Graf 29) se nejdříve projevil mírným poklesem z 0,94 mg/l v roce 1981 na 0,76 mg/l v roce 1983. Poté velmi rychle stoupal a v roce 1985 byla zjištěna průměrná roční koncentrace 1,64 mg/l. Následovalo snížení na 0,60 mg/l, ale v následujících letech se hodnoty blížily k 1 mg/l. Po skončení období s chybějícími daty pokles pokračoval a od roku 1998 se amoniakální dusík pohyboval kolem hodnoty 0,25 mg/l, s tím, že v posledních sledovaných letech klesal až k 0,1 mg/l (rok 2019).

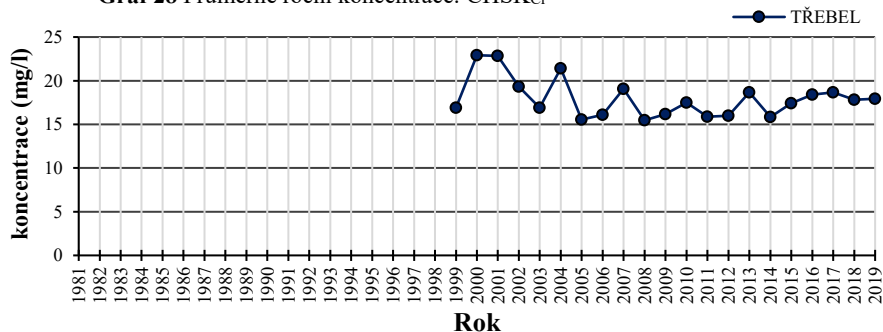
Graf 30 vyjadřuje vývoj koncentrací dusičnanů N-NO₃⁻ od roku 1981 do roku 2019. Nejprve jsou koncentrace nevyrovnané, v roce 1983 dosáhly 5,4 mg/l, ale během dalších dvou let klesly na 3,63 mg/l. V roce 1987 již byly opět na svém maximu s 5,36 mg/l. dispozici nejsou data od roku 1991 do roku 1995. Od roku 1996 (3,85 mg/l) postupně klesaly až do roku 2014 (na 1,7 mg/l) s malými zvýšeními v roce 2005 (3,34 mg/l). V roce 2019 pak dosahovala průměrná roční koncentrace (2,17 mg/l).

Fosforečnany P-PO₄³⁻ (Graf 31) rostly od roku 1981 (0,115 mg/l) do roku 1988 (0,180 mg/l) s poklesem v roce 1986. Na začátku devadesátých let hodnoty nejsou zaznamenávány. Data je možné zjišťovat až od roku 1999 (0,023 mg/l), kdy nejprve koncentrace se zvyšovaly na 0,126 mg/l v roce 2005. Od následujícího roku je na grafu patrný pokles.

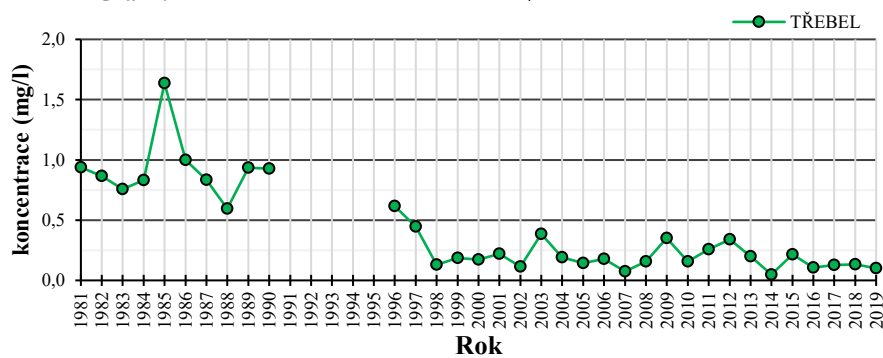
Graf 27 Průměrné roční koncentrace: BSK₅



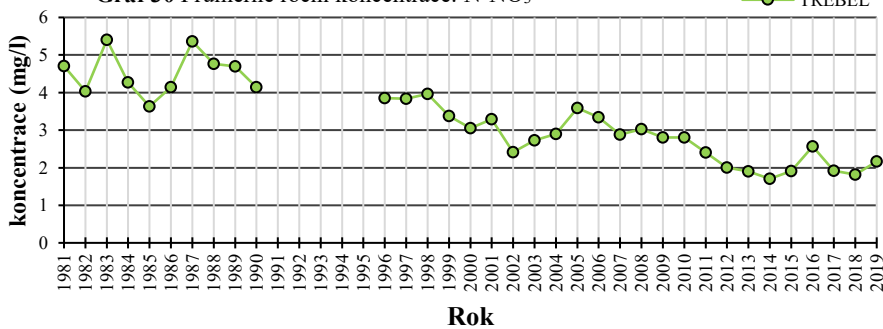
Graf 28 Průměrné roční koncentrace: CHSK_{Cr}



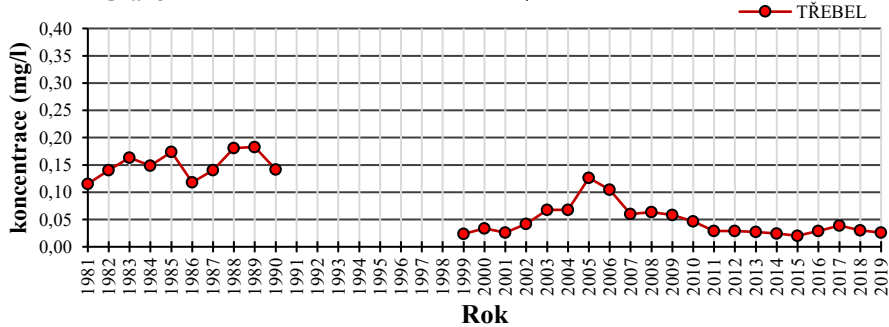
Graf 29 Průměrné roční koncentrace: N-NH₄⁺



Graf 30 Průměrné roční koncentrace: N-NO₃⁻



Graf 31 Průměrné roční koncentrace: P-PO₄³⁻



3.1.5. Mže

Obora, Milíkov, Stříbro (hist.)

Průměrné roční koncentrace ukazatele BSK₅ na profilech Obora, Milíkov a Stříbro (hist.) jsou znázorněny na grafu 32. Na začátku devadesátých let se hodnoty na profilu Stříbro (hist.) pohybovaly nad 2 mg/l, stejně jako v Milíkově, které poklesly po roce 1986 z 3,81 mg/l). Výrazné zvyšování pak bylo pozorováno po roce 2005, kdy v roce 2007 koncentrace dosáhly 6,68 mg/l. Následně se vrátily k 2 mg/l až do roku 2019. BSK₅ na Milíkově kolísala okolo této hodnoty již od roku 1991. Na profilu Obora byly od roku 1996 hodnoty BSK₅ pod 2 mg/l kromě roku 2008 (2,18 mg/l).

Chemická spotřeba kyslíku dichromanem CHSK_{Cr} na profilu Stříbro (hist.) (Graf 33) klesala od roku 1990 z 29,92 mg/l na 17,16 mg/l v roce 1999. Snížení oproti předchozím letům bylo zaznamenáno v roce 2003 (15,36 mg/l). Období od 2004 do roku 2019 je charakteristické vysokou meziroční variabilitou, do roku 2007 se hodnoty zvyšovaly, ale v roce 2012 byly oproti předchozím rokům nižší. Na profilu Milíkov rostly koncentrace od začátku sledovaného období v roce 1981. Jejich nejvyšší roční koncentrace vyjadřuje rok 1990 (28,83 mg/l), v následujících letech jejich množství klesá až do roku 2003, kdy se začíná projevovat opačný trend.

Graf 34 vyjadřuje vývoj koncentrací dusíku amoniakálního N-NH₄⁺. Do roku 1999 docházelo na Milíkově a Stříbře k postupnému snižování v průběhu jednotlivých let. Milíkov měl pokles ale pomalejší, jelikož od roku 1988 do 1995 měl hodnoty v intervalu 0,3 až 0,4 mg/l. Průměrné roční koncentrace se na přelomu 21. století setrvaly okolo 0,1 mg/l na obou profilech. V období 2005 až 2010 je na grafu patrné období zvýšených koncentrací na profilu Stříbro (hist.). V posledních sledovaných letech byly nepatrně nižší než 0,1 mg/l. Milíkov měl nejvyšší množství v roce 1985 (0,59 mg/l), po roce 1995 je trend podobný vůči Stříbře (hist.). Profil Obora má po celou dobu sledování velmi nízké průměrné roční koncentrace N-NH₄⁺ okolo 0,08 mg/l.

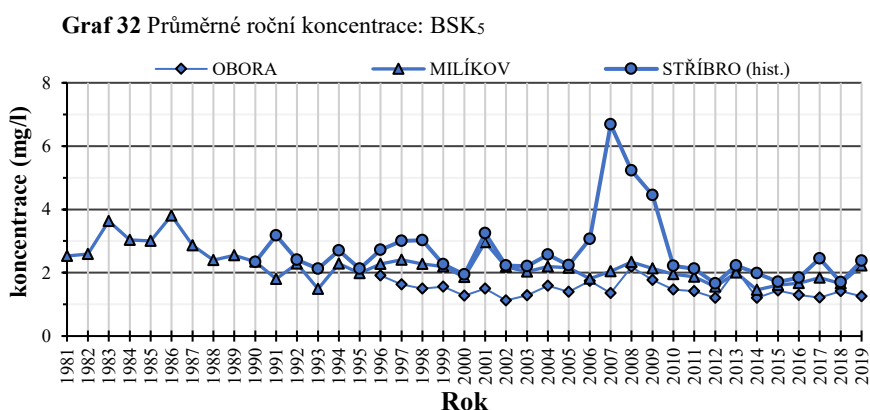
Koncentrace dusičnanů N-NO₃⁻ (Graf 35) od začátku pozorování v roce 1981 (3,6 mg/l) na profilu Milíkov klesaly, ale po roce 1985 (3,35 mg/l) se jejich hodnoty začaly zvyšovat. Až do roku 1994 (5,28 mg/l). V tomto roce však byly zaznamenány vyšší hodnoty na profilu ve Stříbře (hist.) (6,12 mg/l), jelikož zde stoupaly již od roku 1991. Na výše uvedených profilech následně hodnoty klesaly do konce sledovaného období, kdy např. v roce 2018

bylo zjištěno 2 mg/l. Výjimku tvořil rok 2008 s hodnotou 3,66 mg/l na Stříbřu (hist.). Na Oboře od roku 1996 (1,85 mg/l) klesl dusík na 1 mg/l v roce 2019.

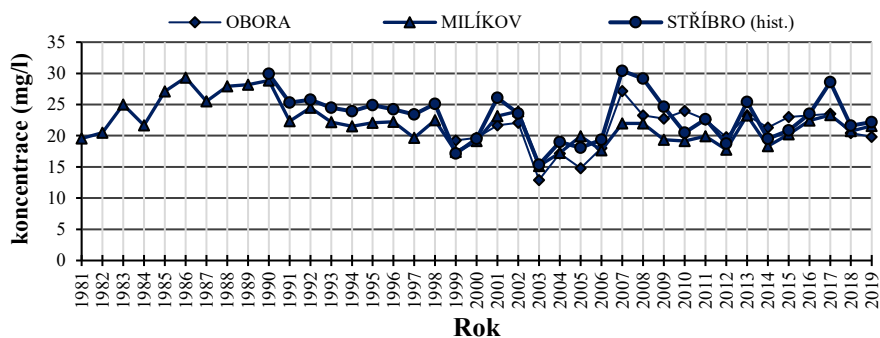
Roční koncentrace fosforu fosforečnanového $P-PO_4^{3-}$ (Graf 36) na profilu Milíkov rostly od roku 1981 (0,1 mg/l) až do roku 1992 (0,18 mg/l) přes výrazný pokles v roce 1986 (0,12 mg/l) a 1991 (0,09 mg/l). Následně množství začalo klesat až na 0,03 mg/l, ale v roce 1996 mírně vzrostly. Růst pak pokračoval po roce 2001 s nejvyššími hodnotami v roce 2004 (0,11 mg/l). Profil Stříbro (hist.), na kterém jsou k dispozici data od roku 1992 a vykazuje podobný vývoj jako na profilu Milíkov. Pokles nastal po roce 1992, ale ke zvýšení došlo již v roce 2002. Od roku 2017 průměrné roční koncentrace rostou a v roce 2019 dosáhly 0,11 mg/l.

Sírany (Graf 37) se snižovaly od roku 1994 (47,25 mg/l profil Stříbro (hist.), 43,67 mg/l profil Milíkov) do roku 2016 (22,2 mg/l–Stříbro(hist.), 18,81 mg/l–Milíkov). V předchozích letech jsou k dispozici pouze data z Milíkova, kdy množství značně kolísalo. Na všech třech sledovaných profilech došlo v posledních třech letech ke zvýšení jejich hodnot. Na Oboře se pohybovaly okolo 10 mg/l ale opět na konci sledovaného období se jejich hodnoty zvýšily.

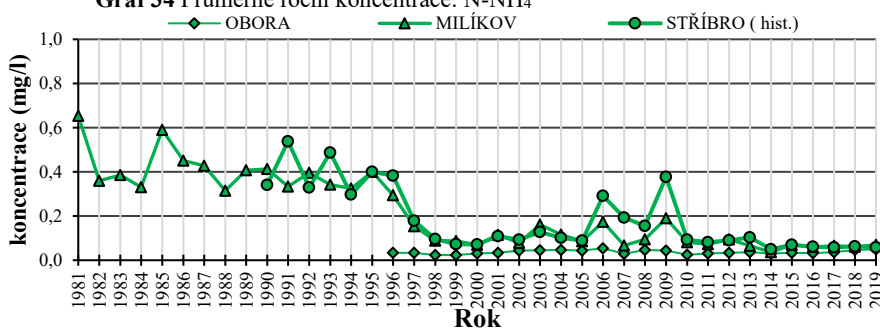
Chloridy (Graf 38) se nejprve na profilu Milíkov zvyšovaly. Z 27,25 mg/l v roce 1981 dosáhly hodnoty chloridů 40,92 mg/l v roce 1990. Následně se připojují výsledky z profilu Stříbro (hist.), je zde patrný pokles na 20 mg/l na obou profilech. Od roku 2015 průměrné roční koncentrace rostou (např. rok 2018–31,18 mg/l na Stříbřu (hist.) vůči 20,25 mg/l v roce 2015). Na Oboře byly v každém roce nižší než 10 mg/l.



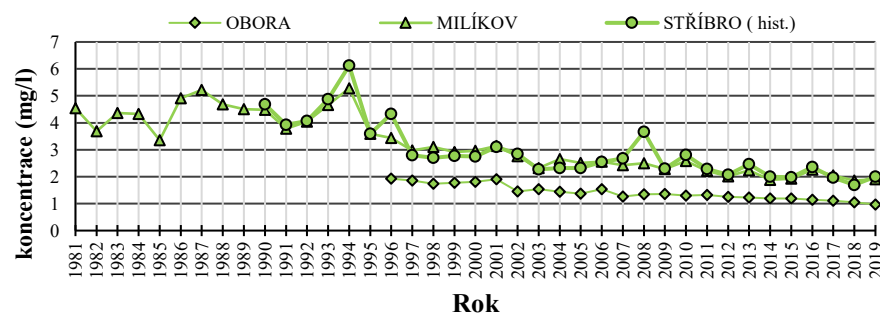
Graf 33 Průměrné roční koncentrace: CHSK_{Cr}



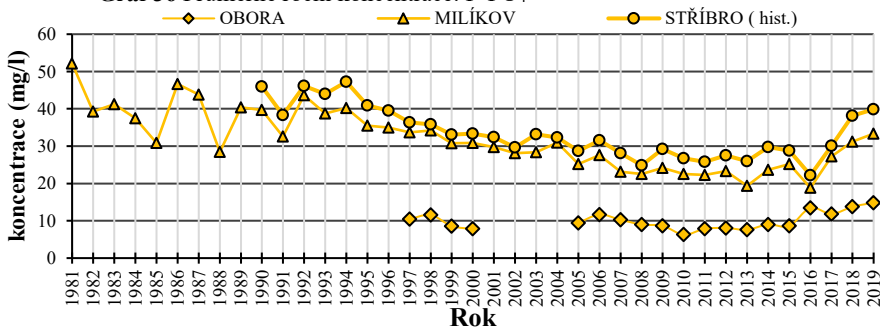
Graf 34 Průměrné roční koncentrace: N-NH_4^+



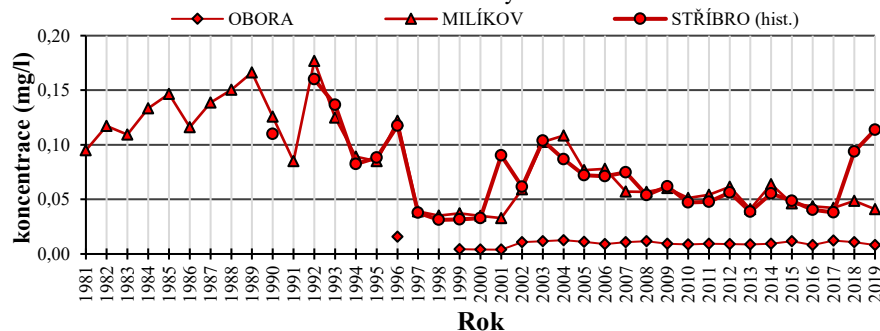
Graf 35 Průměrné roční koncentrace: N-NO_3^-

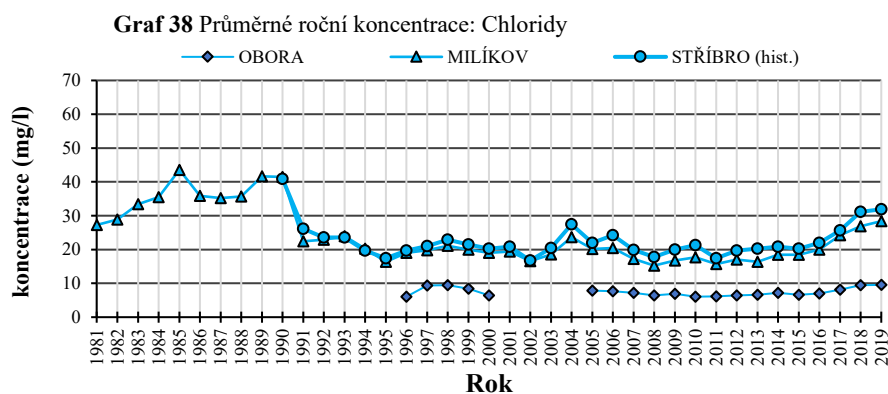


Graf 36 Průměrné roční koncentrace: P-PO_4^{3-}



Graf 37 Průměrné roční koncentrace: Sirany





3.1.6. Radbuza

Nová Ves, Vránov, Holýšov, Dobřany, VN České údolí

Hodnoty průměrných ročních koncentrací jednotlivých ukazatelů na profilech v povodí Radbuzy jsou ovlivněny obdobím, kdy nebyla k dispozici chemická data. Na profilech tak neexistují souvislé časové řady, které nejsou v grafech znázorněny.

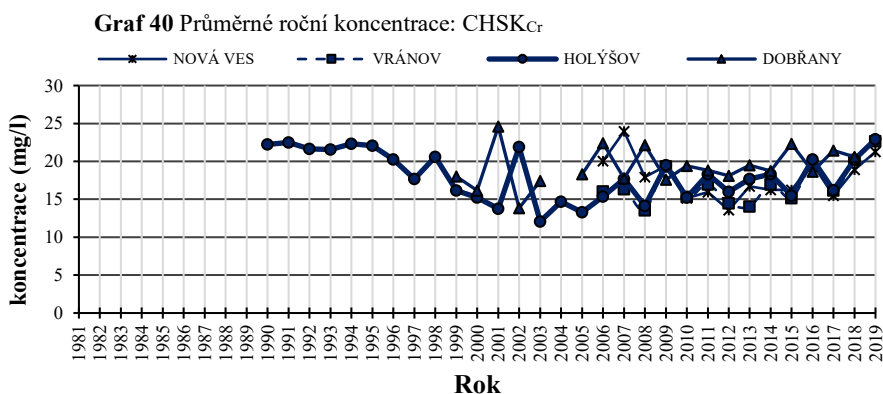
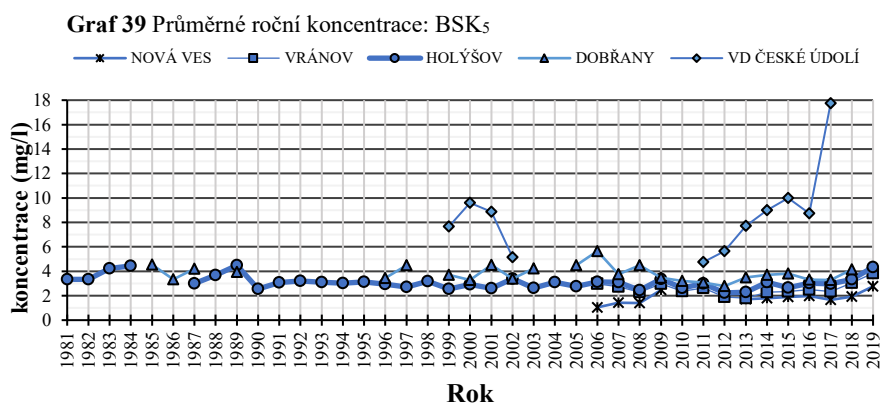
Průměrné roční koncentrace BSK₅ (Graf 39) jsou nejdéle pozorované na profilu Holýšov, kde se po celou dobu pozorování od roku 1981 do roku 2019 pohybovaly hodnoty v intervalu 2 mg/l až 4 mg/l. Na profilech Nová Ves a Vránov se začalo měřit až v roce 2007 se zde projevil vzestupný trend koncentrací, který trvá i v posledních sledovaných letech. BSK₅ na profilu Dobřany dosáhla nejvyšších průměrných ročních hodnot v roce 2006 s 5,65 mg/l. Vysoké koncentrace byly zároveň zjištěny na VD Českém údolí v roce 2016 (17,75 mg/l).

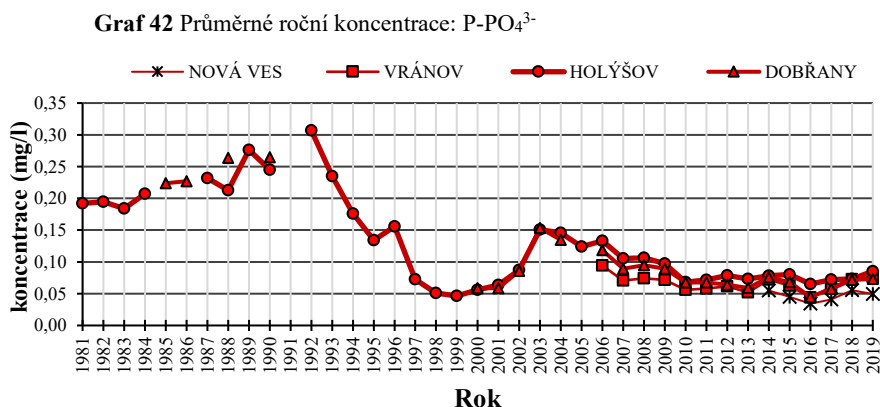
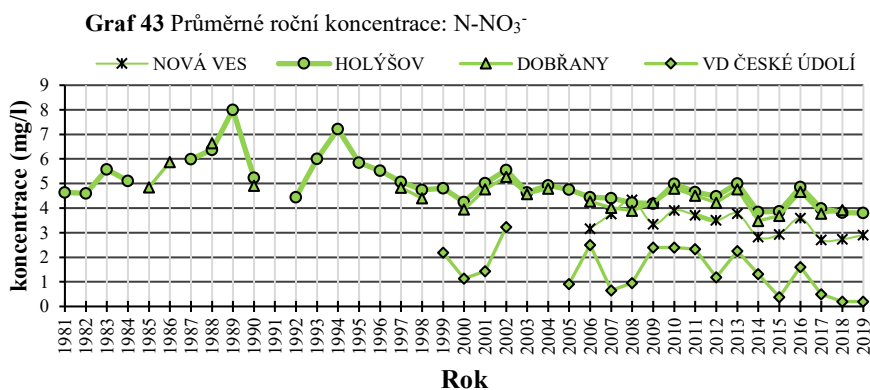
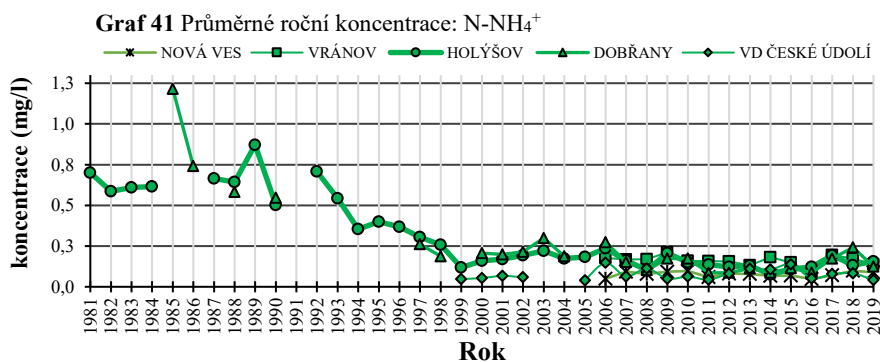
Chemická spotřeba kyslíku dichromanem (Graf 40) nejprve postupně klesala. Z 22,5 mg/l v roce 1990 se snížila na 12,08 mg/l v roce 2001 na profilu Holýšov. Z dostupných dat na profilu Dobřany byly nejvyšší roční koncentrace zjištěny o rok dříve v roce 2000 s 24,58 mg/l. Od roku 2003 docházelo na Holýšově a Dobřanech ke zvyšování, které trvalo až do roku 2019 (22,66 mg/l na profilu Holýšov). Na Nové Vsi se koncentrace od roku 2007 do 2012 snižovaly, ale poté se projevil podobný stoupající trend jako u Dobřan.

Koncentrace dusíku amoniakálního N-NH₄⁺ (Graf 41) byly v prvních letech pozorování velmi obtížně analyzovatelné. Ačkoliv na profilu Holýšov je vidět, že maximum dosáhly v roce 1988 s 0,87 mg/l, souvislá řada pozorování je možná až od roku 1993, kdy dochází k poklesu z 0,54 mg/l na 0,12 mg/l. Zároveň jsou i přes krátké datové řady vidět poklesy na Dobřanech mezi lety 1985 a 1987. Následně se koncentrace na všech profilech, na kterých postupně přibývají data, v jednotlivých letech pohybovaly pod hodnotou 0,3 mg/l.

Graf 42 vyjadřuje vývoj dusíku dusičnanového N-NO_3^- , který se na profilu Holýšov zvyšoval od roku 1981 (4,64 mg/l) do roku 1989 (8 mg/l). V následujícím roce byl zjištěn pokles na 4,9 mg/l, ale pravděpodobně byl ještě větší v roce 1991, ze kterého nejsou data dispozici. Řada pozorování začíná až v roce 1992 a vyznačuje se nejprve vzestupem do roku 1994 a pak pomalým poklesem až do konce sledovaného období v roce 2019, výjimku tvoří období 2009 až 2013, kdy byly koncentrace 4 až 5 mg/l a neklesaly. Průběh průměrných ročních koncentrací na profilu Dobřany je téměř totožný s profilem Holýšov. Na Nové Vsi byly nejvyšší hodnoty zjištěny v roce 2007 (4,34 mg/l), po tomto roce začaly klesat. Na Českém údolí byly rozdíly mezi jednotlivými roky více výrazné, vyššími koncentracemi se projevily např. roky 2002 (3,23 mg/l), 2009 (2,39 mg/l) a 2016 (1,6 mg/l). Celkově je však patrné snižující se množství v průběhu sledovaného období

Ukazatel fosfor fosforečnanový (P-PO_4^{3-}) na grafu 43 stoupal s nejvyššími průměrnými ročními koncentracemi až do roku 1992 (0,31 mg/l). V následujících letech se na Holýšově projevil pokles až na 0,05 mg/l v roce 1999. Zvýšení pak bylo zjištěno v roce 2003 (0,15 mg/l). Hodnoty se pohybovaly mezi 0,05 mg/l až 0,1 mg/l na všech profilech, ze kterých jsou dostupná data. Na Nové Vsi bylo kolísání okolo 0,05 mg/l od 2014 do roku 2019 výraznější.





3.1.7. Úhlava

Hamry–VD Nýrsko, Svrčovec, Doudlevice

Na grafu 44 jsou vyjádřeny průměrné roční koncentrace BSK₅ na profilech Hamry, Svrčovec a Doudlevice. Na profilu Hamry byl zjištěn jen krátký růst průměrných hodnot od roku 1982 z 1,23 mg/l na 2,47 mg/l v roce 1983. Mezi roky 1990 až 1996 nebyla k dispozici data. Během zbývajících doby sledovaného období se koncentrace pohybovaly okolo hodnoty 1 mg/l bez výrazné změny v trendech. Na Svrčovci byl však vývoj rozdílný. Ze začátku se zde sice projevil podobný růst jako na Hamrech–VD Nýrsko, ale nejvyšší koncentrace nastaly až v roce 1986 s 5,7 mg/l. Po roce 1991 je na Svrčovci vývoj podobný jako na profilu v Doudlevcích, ale po roce 2001 je patrná výrazná variabilita mezi jednotlivými roky. V roce 2011 bylo nalezeno maximum koncentrací BSK₅ na Svrčovci

s 6,61 mg/l. Do konce sledovaného období hodnoty kolísaly na 2 mg/l. Na závěrovém profilu v Doudlevcích koncentrace rostly od roku 1981 do roku 1988 se snížením v roce 1987. Následovalo období s významnou meziroční variabilitou, která se ustálila po roce 2000 na hodnotě 2 mg/l.

Průměrné roční koncentrace ukazatele CHSK_{Cr} (Graf 45) se nejprve během období na profilu Doudlevce 1981 až 1988 s malými propady zvyšovaly (z 14,75 mg/l na 30 mg/l). Vývoj pokračoval propadem koncentrací až do roku 1994, ale již v roce 1996 bylo nalezeno druhé maximum 31,17 mg/l. Po roce 1998 až do roku 2019 byly v intervalu od 10 do 15 mg/l. Na profilu Svrčovec byl vývoj v jednotlivých letech podobný jako na profilu Doudlevce, až na nižší koncentrace od roku 1993 do roku 2017. V letech 2002 a 2011 byly vyšší oproti profilu Doudlevce. Na Hamrech–VD Nýrsko byly průměrné roční koncentrace CHSK_{Cr} po celé možné sledovací období mezi 5 až 10 mg/l.

Dusík amoniakální N-NH_4^+ znázorněný na grafu 46 se po začátku sledovaného období zvyšoval a nejvyšších průměrných koncentrací dosáhl v roce 1984 a 1987 na profilu Doudlevce (oba roky 0,65 mg/l) a v roce 1983 a 1994 na Svrčovci (1,44 mg/l a 1,39 mg/l). Sestupné tendence začaly po roce 1987 na profilu Doudlevce a po roce 1994 na Svrčovci. Oba uvedené profily měly následné hodnoty do konce sledovaného období v roce 2019 v intervalu 0 až 0,3 mg/l. Výjimku tvořil rok 2011 na Svrčovci, kdy byla stanovena hodnota 0,38 mg/l. Koncentrace v Hamrech–VD Nýrsko od začátku pozorování klesaly a zůstaly okolo hodnoty 0,05 mg/l.

Dusík dusičnanový N-NO_3^- (Graf 47) se na Doudlevcích a Svrčovci od začátku sledovaného období postupně zvyšoval s maximální hodnotou zjištěných koncentrací v roce 1988 (Doudlevce–6,97 mg/l a Svrčovec 6,08 mg/l). Výrazněji se projevil následný pokles na Svrčovci v následujícím roce oproti Doudlevce (3,42 mg/l oproti 4,39 mg/l). V dalších letech byl pokles již méně výrazný, ale pokračoval až do roku 2019 (2,58 mg/l na Doudlevcích). Na Hamrech byl růst patrný od roku 1982 do roku 1987 (1,08 mg/l na 1,86 mg/l). Od roku 1999 se drží těsně pod hodnotou 1 mg/l. Od roku 1991 do roku 1995 nebyly k dispozici data na profilu Hamry–VD Nýrsko.

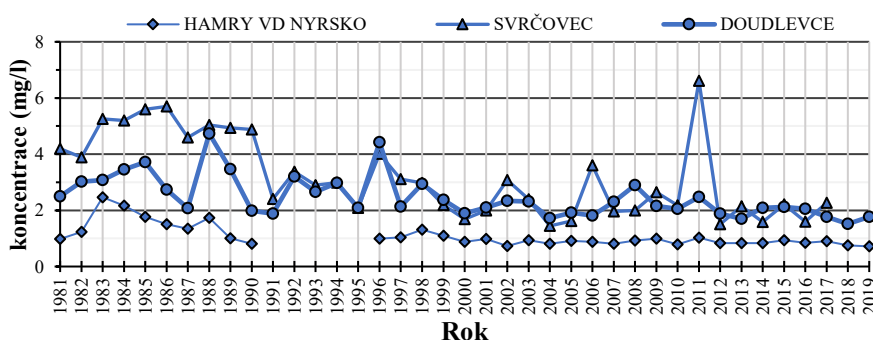
Koncentrace fosforečnanů P-PO_4^{3-} (Graf 48) se od roku 1981 do roku 1984 zvyšovaly stejně rychle jak na Svrčovci i na Doudlevcích. Po propadu v roce 1985 se koncentrace naopak ještě zvyšovaly do roku 1989 (Doudlevce–0,26 mg/l, Svrčovec–0,23 mg/l). Pokles nastal na Doudlevcích až po roce 1992, na Svrčovci nastal o rok dříve. Na obou profilech se tento proces zastavil v roce 1997 a do roku 2003 se opět koncentrace zvyšovaly. Mezi

hodnotami 0,05 mg/l až 0,1 mg/l se průměrné roční koncentrace pohybovaly až do roku 2019. Ukazatel fosfor fosforečnanový na profilu Hamry–VD Nýrsko byl v období 1990 až 2019 zanedbatelný s hodnotami okolo 0,01 mg/l.

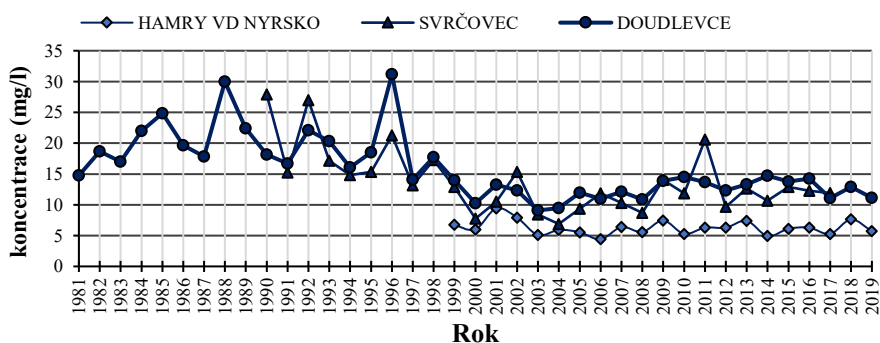
Průměrné roční koncentrace síranů (Graf 49) na profilu Doudlevice stoupaly od roku 1982 do roku 1987, kdy se zvýšily z 29 mg/l na 31,88 mg/l. Následující roky (1988–1993) se hodnoty pohybovaly v intervalu 30–35 mg/l, nad 35 mg/l se dostaly v období 1994–1997. Po mírném zvýšení v roce 2004 (33,78 mg/l) kolísaly v období 2005–2009 okolo 25 mg/l. Do konce sledované období jejich koncentrace rostly se zjištěným poklesem v roce 2013 a 2017. Síraný na Svrčovci vykazují podobný vývoj jako na Doudlevcích, ale jejich množství bylo nižší. Na Hamrech–VD Nýrsko se pohybovaly vždy v období, ve kterém byla k dispozici data mezi 5–10 mg/l.

Vývoj chloridů (Graf 50) se dá rozdělit na uvedených profilech na dvě výrazná období. Na Doudlevcích se první vyznačuje postupným poklesem koncentrací od roku 1985 do roku 2002 (24,25 mg/l na 15,58 mg/l). Druhé je charakteristické růstem hodnot až do roku 2019 (26, 25 mg/l) ačkoliv mezi roky 2006–2008 byl zjištěn pokles. Svrčovec měl stejný vývoj, do roku 1985 se hodnoty zvyšovaly a pak klesaly až do roku 2002. Patrný je zároveň růst v posledních letech. Na Hamrech–VD Nýrsko se koncentrace pohybovaly okolo 5 mg/l.

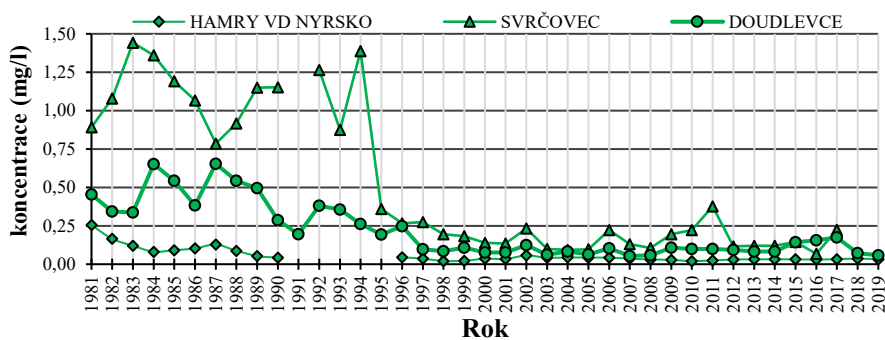
Graf 44 Průměrné roční koncentrace: BSK₅



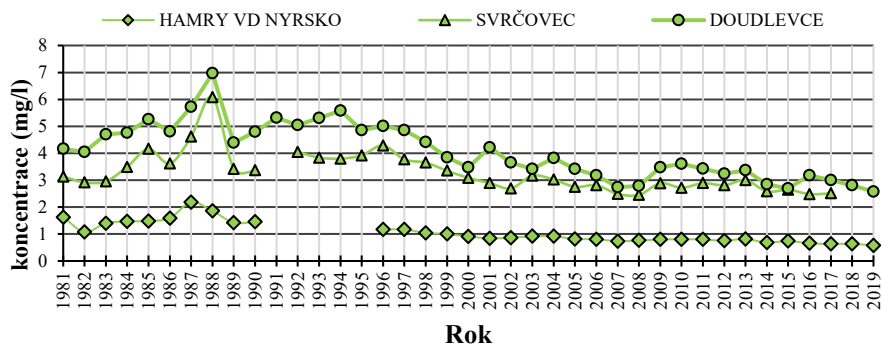
Graf 45 Průměrné roční koncentrace: CHSK_{Cr}



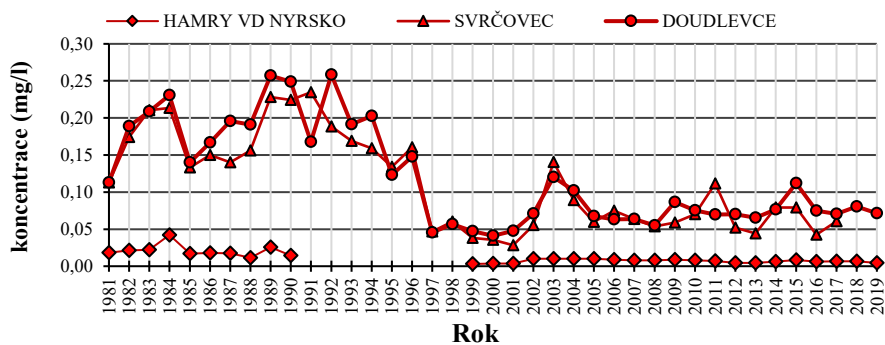
Graf 46 Průměrné roční koncentrace: N-NH₄⁺



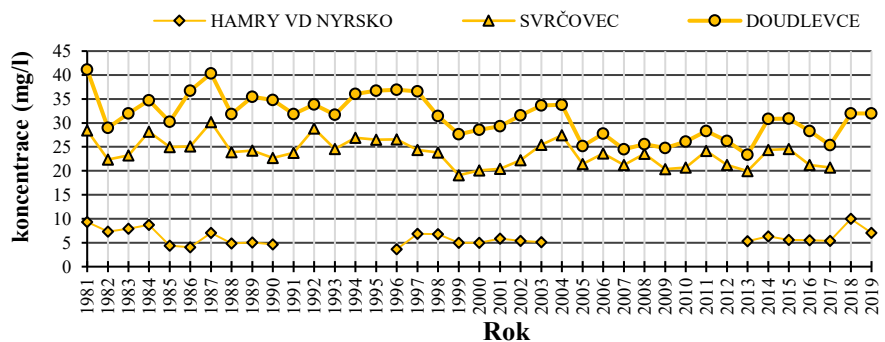
Graf 47 Průměrné roční koncentrace: N-NO₃⁻

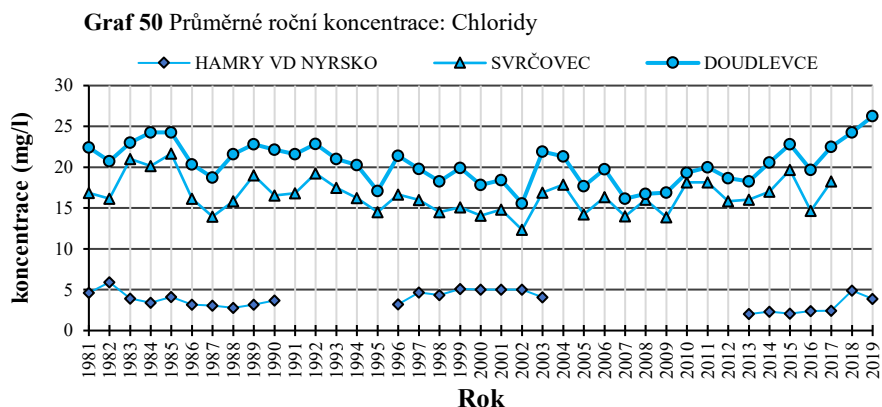


Graf 48 Průměrné roční koncentrace: P-PO₄³⁻



Graf 49 Průměrné roční koncentrace: Sířany





3.1.8. Úhlovka

Stříbro

Z grafu 51 je vidět, že průměrné roční koncentrace ukazatele BSK₅ byly v průběhu sledovaného období nevyrovnané. Od začátku pozorování se hodnoty snižovaly do roku 1987, přes malý nárůst mezi roky 1982 a 1983. Přechodné snížení koncentrací nastalo i v letech 1999, 2004 a 2013. Od roku 2014 se zde projevuje rostoucí trend.

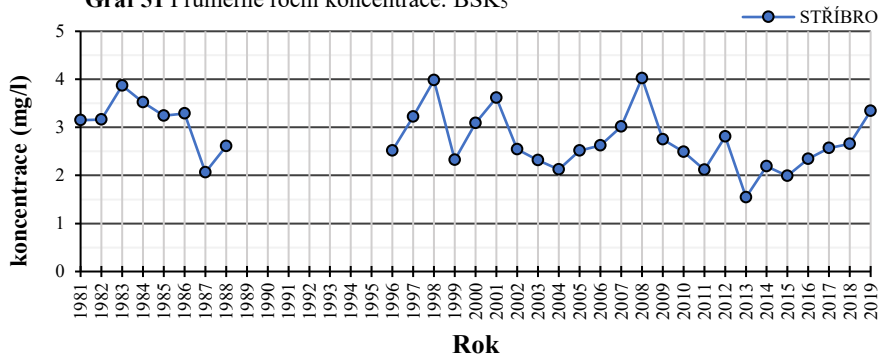
Hodnoty chemické spotřeby kyslíku dichromanem (Graf 52) začínají v roce 1999 (21,08 mg/l). Následuje mírné snížení po roce 2002 z 26,42 mg/l na 20,92 mg/l. Po roce 2004 se postupně zvyšovaly až do roku 2018 (28,33 mg/l).

Na grafu 53 jsou vidět průměrné roční koncentrace ukazatele N-NH₄⁺. Ten rostl od začátku doby měření, maxima dosáhl v roce 1985 (0,63 mg/l). Následně byl zjištěn propad až do roku 1987 (0,23 mg/l), vývoj v následujících letech není znám. Od roku 1996 nejprve došlo k poklesu, ale od roku 1999 se pohybovaly okolo 0,1 mg/l. Po snížení v roce 2015 je patrný vzestup na 0,06 mg/l v roce 2019.

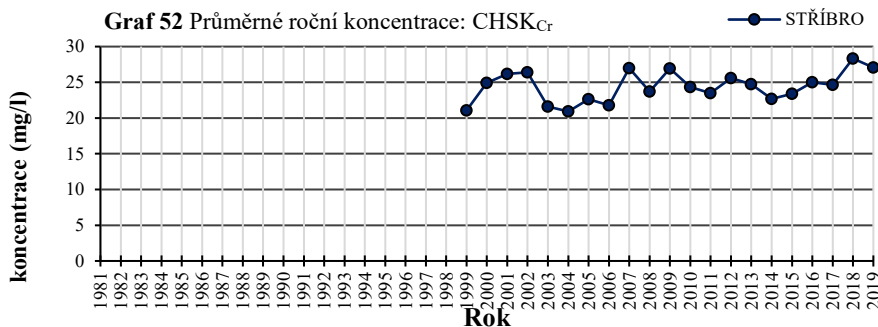
Dusík dusičnanový (Graf 54) má na profilu Stříbro v průběhu sledovaného období velmi nevyrovnaný průběh. V prvních šesti letech se střídaly roky s nižšími a vyššími hodnotami, nejvyšší měl rok 1986 (6,64 mg/l). Od roku 1996 hodnoty nejprve klesaly do roku 2003 na 2,09 mg/l. Do konce roku 2019 koncentrace neklesly pod 2 mg/l, v letech 2008, 2010 a 2013 dosáhly nad 3 mg/l.

Fosfor fosforečnanový (Graf 55) se zvyšoval již od prvního roku pozorování a tento proces se zastavil až v roce 1986 (0,19 mg/l). Poté následoval výrazný pokles během následujících dvou let na 0,06 mg/l, což byl stav na začátku pozorování v roce 1981. Data nejsou v následujících letech k dispozici. Od roku 1999 se roční průměrné koncentrace mírně zvýšily na hodnoty, které se pohybovaly okolo 0,04 mg/l.

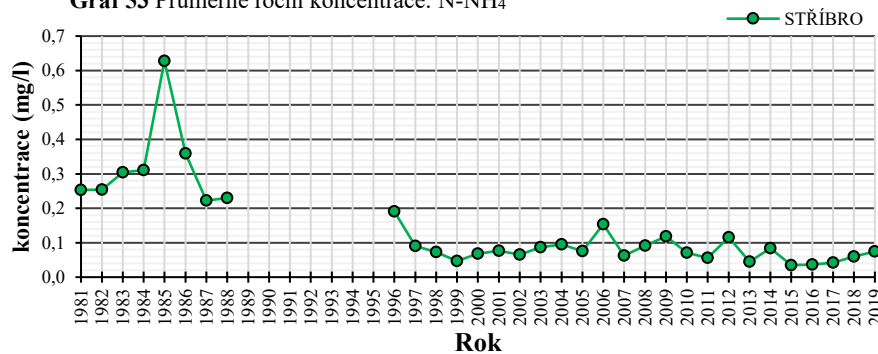
Graf 51 Průměrné roční koncentrace: BSK₅



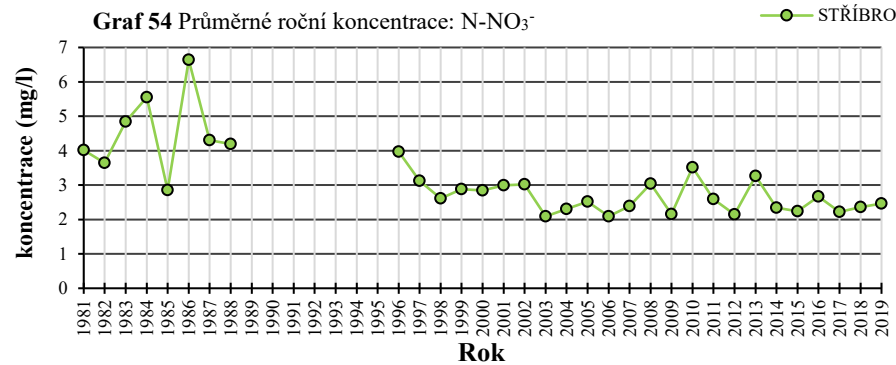
Graf 52 Průměrné roční koncentrace: CHSK_{Cr}



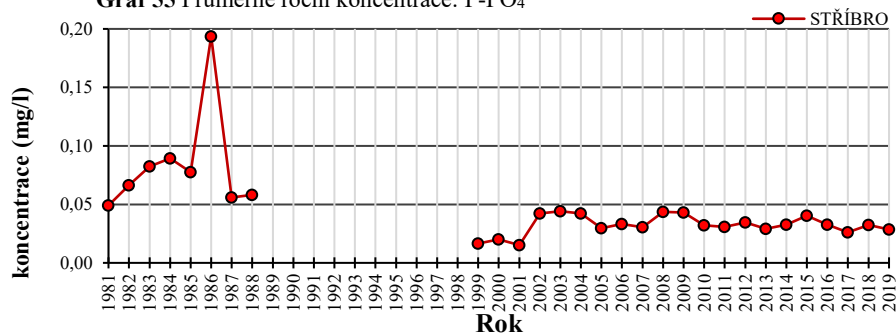
Graf 53 Průměrné roční koncentrace: N-NH₄⁺



Graf 54 Průměrné roční koncentrace: N-NO₃⁻



Graf 55 Průměrné roční koncentrace: P-PO₄³⁻



3.1.9. Úslava

Dvorec u Nepomuka, Doubravka

Na grafu 56 je zobrazen vývoj koncentrací BSK₅ na profilech Dvorec u Nepomuka a Doubravka. Doubravka je závěrový profil, a proto má delší časovou řasu sledování než Dvorec, a to již od roku 1981. Nejprve zde došlo k mírnému zvýšení vůči začátku pozorování, kdy se BSK₅ zvýšila z 4,48 mg/l na 4,93 mg/l, ale nejvyšší hodnoty byly zjištěny až v roce 1988 (7,61 mg/l). Po roce 1989, kdy byl zjištěn pokles, byly hodnoty mezi jednotlivými roky nevyrovnané, stejným způsobem se tak mezi sebou liší koncentrace na daných profilech. Ačkoliv byly první získané hodnoty na Dvorci nižší (v roce 1997 zjištěno 3,29 mg/l), vyskytly se roky např. 2001, 2008 a 2014–2019, kdy zde byly zjištěny vyšší hodnoty BSK₅ než na závěrovém profilu na Doubravce. Stejný klesající trend byl zjištěn mezi roky 2012 až 2013. Následně je na obou profilech patrný růst ročních koncentrací. Na profilu Dvorec došlo ke zvýšení z 2,72 mg/l na 3,82 mg/l v roce 2019 a na Doubravce z 2,36 mg/l na 3,82 mg/l v roce 2019 se zjištěným propadem v roce 2017 (2,48 mg/l).

Chemická spotřeba kyslíku dichromanem (Graf 57) na Doubravce stoupala až do roku 1988, kdy dosáhla 34,5 mg/l. Následně je na grafu patrný pokles, který trval až do roku 2006 (20,43 mg/l). V prvních třech letech měření se na Dvorci zjistily vyšší hodnoty CHSK_{Cr} než na Doubravce, následně však klesaly do roku 2006 (21,43 mg/l). Od roku 2006 dochází na obou profilech ke stoupající tendenci průměrných ročních koncentrací, která je ukončena v roce 2018 (Dvorec 29,38 mg/l, Doubravka 27,67 mg/l). Rok 2018 je zároveň nejvyšší rok pro koncentrace CHSK_{Cr} pro profil Dvorec.

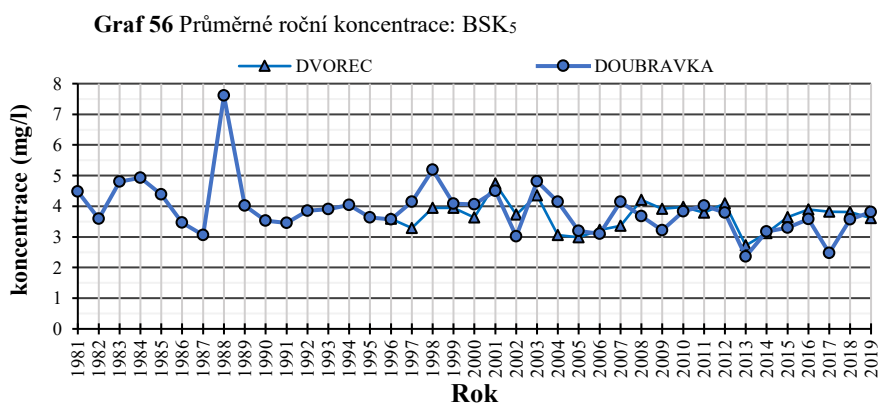
Amoniakální dusík (Graf 58) na profilu Doubravka od začátku pozorování v roce 1981 výrazně klesal. Naopak výrazné zvýšení bylo zjištěno v letech 1985, 1987–1988 a 1995. Sestupný trend pokračoval po roce 1995, ale od roku 1997 až do konce sledovaného období v roce 2019 již další pokles nebyl patrný a hodnota kolísala okolo 0,1 mg/l. Na Dvorci byly až do roku 2002 průměrné roční koncentrace dusíku amoniakálního vyšší než na profilu Doubravka s nejvyššími hodnotami v roce 1999 (0,21 mg/l). Následující roky 2002–2007 se mírně snížily (hodnoty okolo 0,1 mg/l), ale v letech 2008 (0,18 mg/l), 2014–2015 (0,24 mg/l) a 2017 až 2018 (0,2 mg/l) byly opět vyšší oproti závěrovému profilu.

Průměrné roční koncentrace dusičnanů (Graf 59) se v prvních čtyřech letech od začátku pozorování na profilu Doubravka pohybovaly mezi 3 mg/l až 4 mg/l. Od roku 1985 do 1989 docházelo ke zvyšování N-NH₄⁺ z 3,12 mg/l na 5,92 mg/l. Ačkoliv byl po roce 1990 očekáván pokles, došlo naopak ke zvýšení na 5,48 mg/l v roce 1995. Po roce 2000 se vyskytlo ještě jedno výrazné zvýšení v roce 2002 (4,07 mg/l), jinak se koncentrace pohybovaly v intervalu od 2 do 3 mg/l. Dusík dusičnanový se na Dvorci vyznačuje podobným průběhem jako Doubravka, mezi rokem 1996 až 2000 byly zjištěny vyšší hodnoty okolo 3,6 mg/l. V posledních 3 letech byly opět zjištěny vyšší průměrné roční koncentrace dosahující 3,4 mg/l.

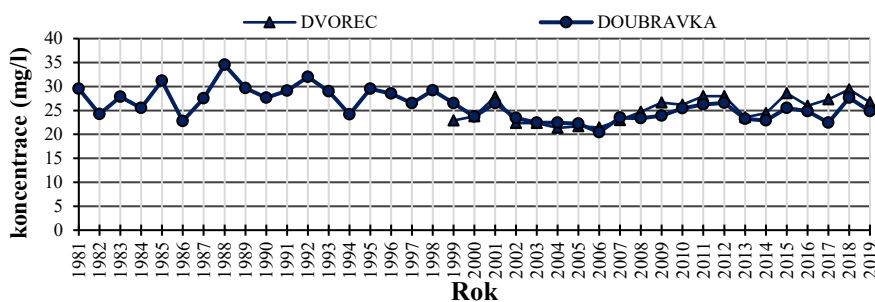
Koncentrace ukazatele fosforu fosforečnanového na (Graf 60) profilu Doubravka vykazuje postupný rostoucí trend od roku 1981 (0,13 mg/l) do roku 1989 (0,16 mg/l). Po roce 1992 došlo k výraznému snížení, které skončilo v roce 1997 (0,03 mg/l). Následný vývoj je charakterizován mírným zvýšením koncentrací, které kolísaly okolo hodnoty 0,06 mg/l, ale v posledních pěti letech je patrná sestupná tendence. Fosforečnany na profilu Dvorec byly až na rok 2003 (0,08 mg/l) nižší než na profilu Doubravka. Jejich zvýšení bylo zjištěno až po roce 2014 s maximální hodnotou v roce 2018 (0,11 mg/l).

Sířany (Graf 61) byly sledovány pouze na profilu Doubravka. Po výrazném snížení koncentrací síranů v roce 1982 se jejich množství jen velmi pomalu snižovalo. Z hodnoty 102 mg/l v roce 1981 se přes zvýšení v roce 1992, 1998, 2003 a 2006 pokles zastavil až v roce 2013 (35,75 mg/l). Od té doby jejich koncentrace postupně rostou. V roce 2019 byla zjištěna průměrná roční koncentrace 57,58 mg /l.

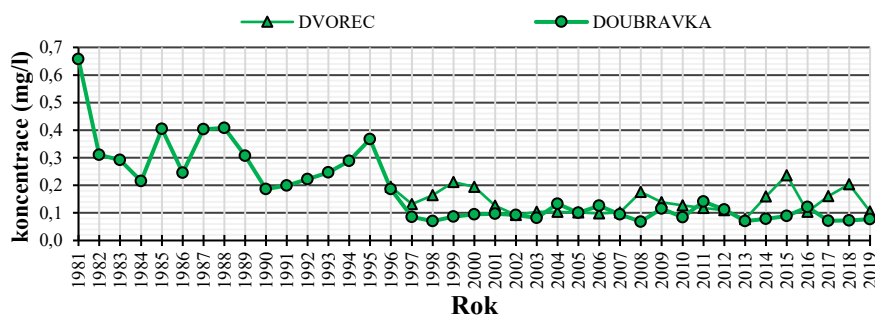
Chloridy (Graf 62) byly opět sledovány pouze na profilu Doubravka. Po jejich zvýšení v roce 1984 (na 32,08 mg/l z 24,33 v roce 1982) se až do roku 2016 pohybovaly v intervalu od 20 do 30 mg/l. Poklesy byly zjištěny v roce 1995 (20,42 mg/l), 2002 (21,17 mg/l). Po roce 2014 (23,33 mg/l) se jejich průměrné roční koncentrace zvyšují.



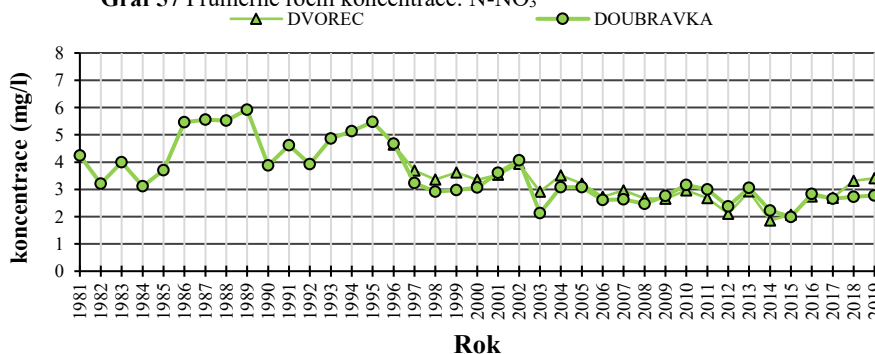
Graf 59 Průměrné roční koncentrace: CHSK_{Cr}



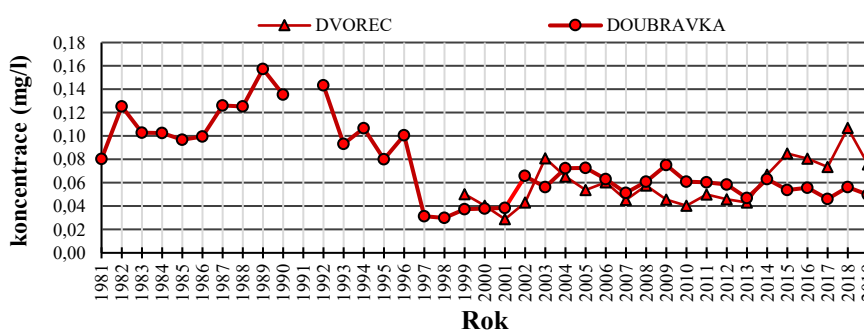
Graf 58 Průměrné roční koncentrace: N-NH₄⁺



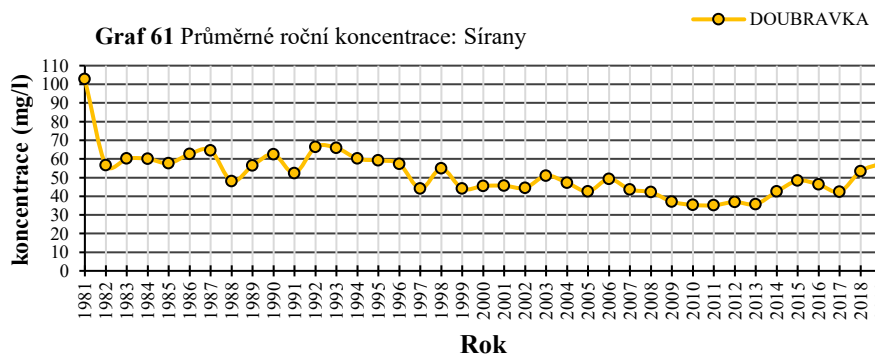
Graf 57 Průměrné roční koncentrace: N-NO₃⁻

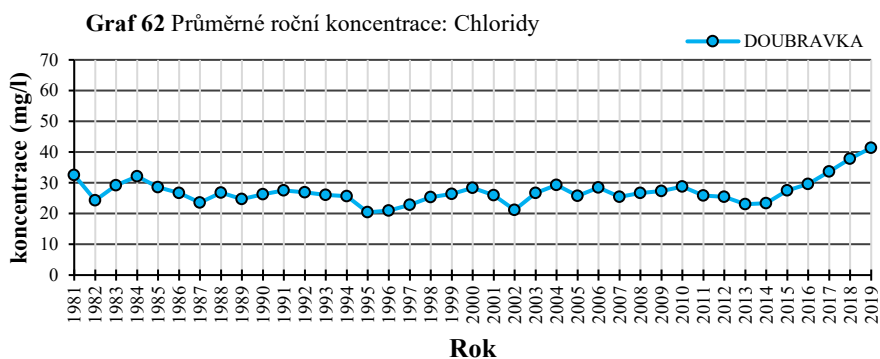


Graf 60 Průměrné roční koncentrace: P-PO₄³⁻



Graf 61 Průměrné roční koncentrace: Sírany





3.1.10. Úterský potok

Trpísty

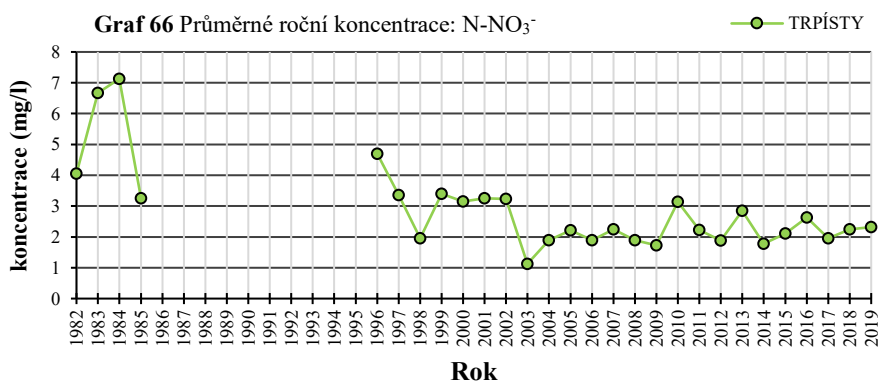
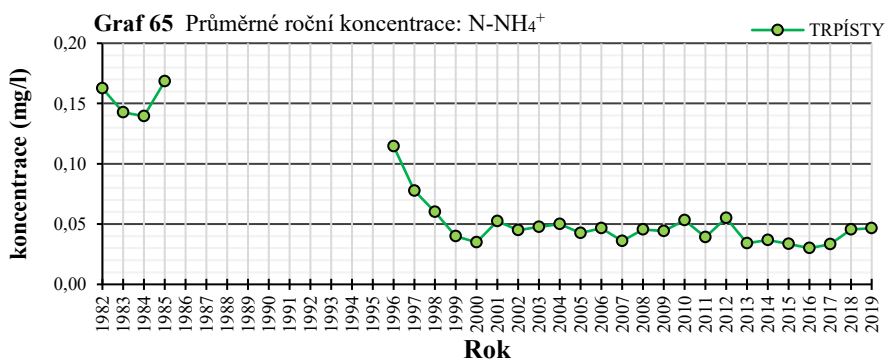
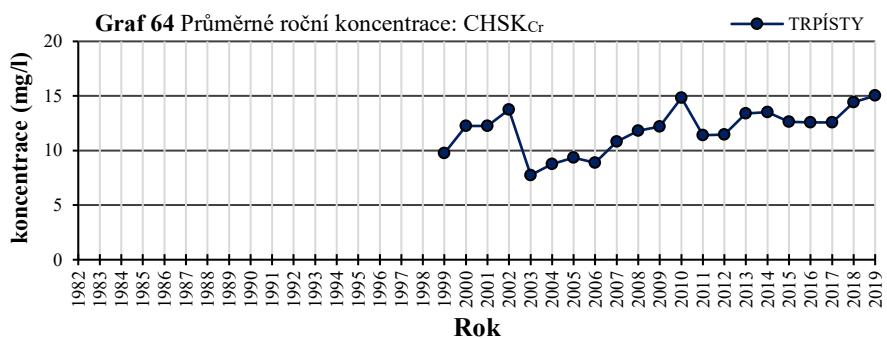
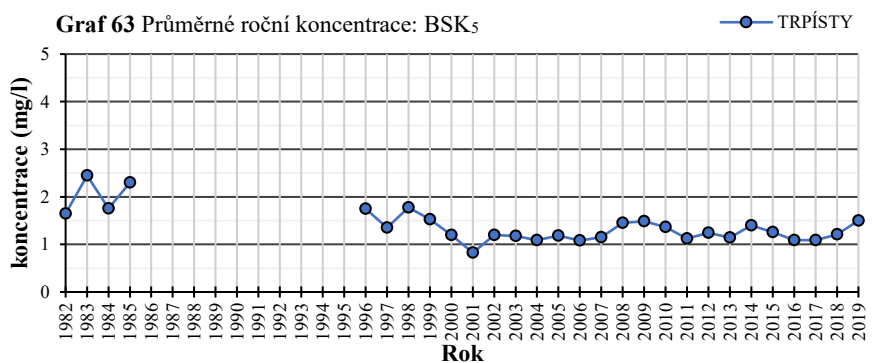
BSK₅ (Graf 63) je poznamenána chybějícími daty v období 1986 až 1996. V prvních sledovaných letech se koncentrace pohybovaly kolo 2 mg/l, ale od roku 1996 již klesly pod tuto hodnotu, ale byly zjištěny výše než 1 mg/l. Od roku 2016 lze zjistit postupný vzrůstající trend z 1,09 mg/l na 1,5 mg/l.

Průměrné roční koncentrace ukazatele CHSK_{Cr} (Graf 64) se během období 1999 až 2019 zvyšovaly, výjimku tvoří období mezi roky 2002 až 2003 a 2010 až 2011, kdy koncentrace klesaly. CHSK_{Cr} začínaly na 9,75 mg/l v roce 1998 a dostaly se až na hodnotu 15,03 mg/l v roce 2019. Od roku 2006 neklesly pod 10 mg/l.

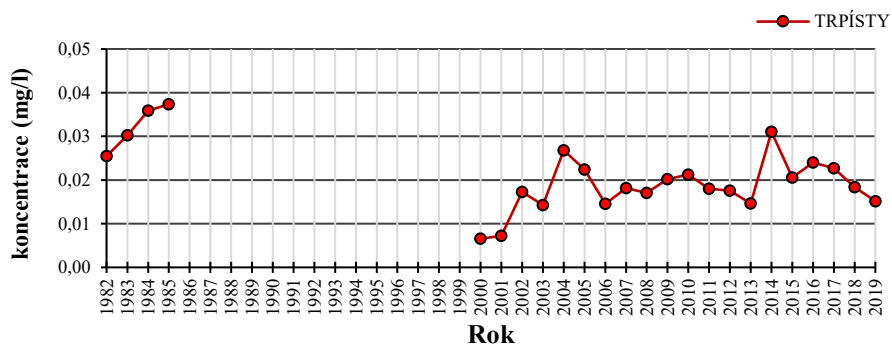
Amoniakální dusík N-NH₄⁺ (Graf 65) měl v prvních letech pozorování charakter nejprve snížení a pak zvyšování jednotlivých koncentrací, které dosahovaly hodnoty 0,17 mg/l. Po roce 1996 (0,11 mg/l) pokračoval pokles až do roku 1999 (0,04 mg/l). Koncentrace byly následně mírně zvýšené a kolísaly okolo 0,05 mg/l až do roku 2019.

Koncentrace dusičnanů N-NO₃⁻ (Graf 66) od roku 1982 velmi rychle rostly. V roce 1983 dosáhly hodnoty 7,13 mg/l. Růst však v následujícím roce nepokračoval, protože došlo k výraznému poklesu na 3,25 mg/l. Následovalo období bez chemických dat, ale v roce 1996 byla zjištěna koncentrace mírně vyšší s 4,7 mg/l. Až v roce 2002 byl zjištěn pokles pod 2 mg/l, v následujících letech kolem této hodnoty stále kolísaly.

Ukazatel P-PO₄³⁻ (Graf 67) vykazuje na tomto profilu několik období, během kterých došlo ke zvýšení a snížení daných koncentrací. Růst byl zaznamenán od roku 1981 (0,03 mg/l) do roku 1984 (0,04 mg/l), od roku 1999 (0,01 mg/l) do roku 2003 (0,03 mg/l) a 2012 (0,01 mg/l) až 2013(0,03 mg/l). Pokles pak mezi roky 2004 až 2006 i od 2014 až 2015. V období 2006 až 2011 se hodnoty pohybovaly okolo 0,02 mg/l.



Graf 67 Průměrné roční koncentrace: P-PO₄³⁻

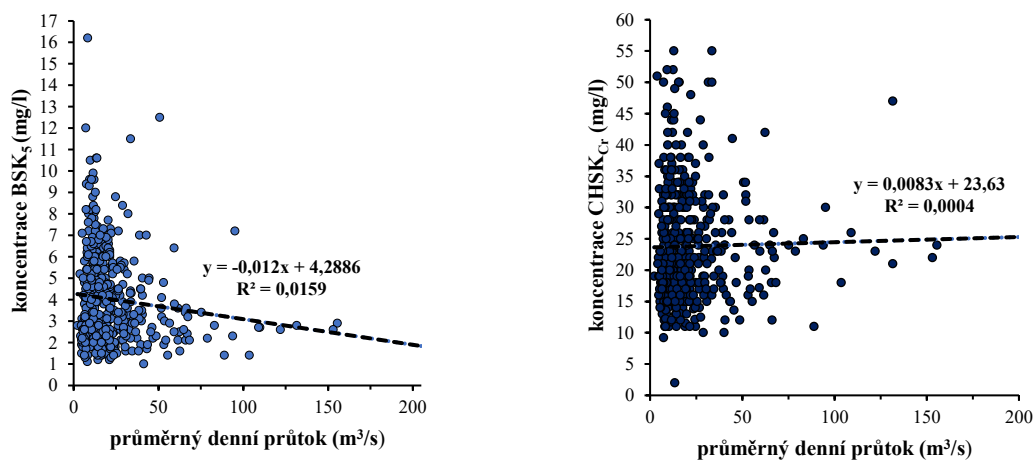


3.2. Hodnocení závislosti koncentrace na průtoku

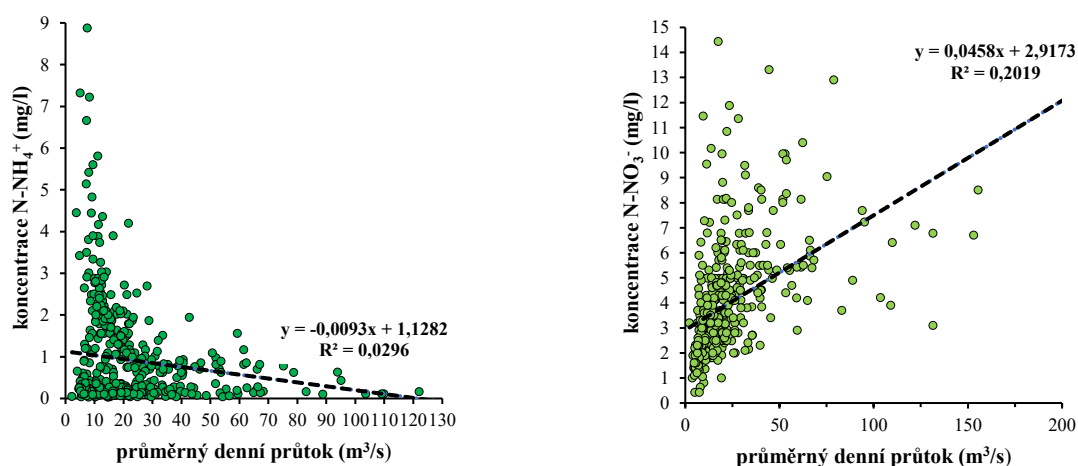
3.2.1. Berounka

Bukovec

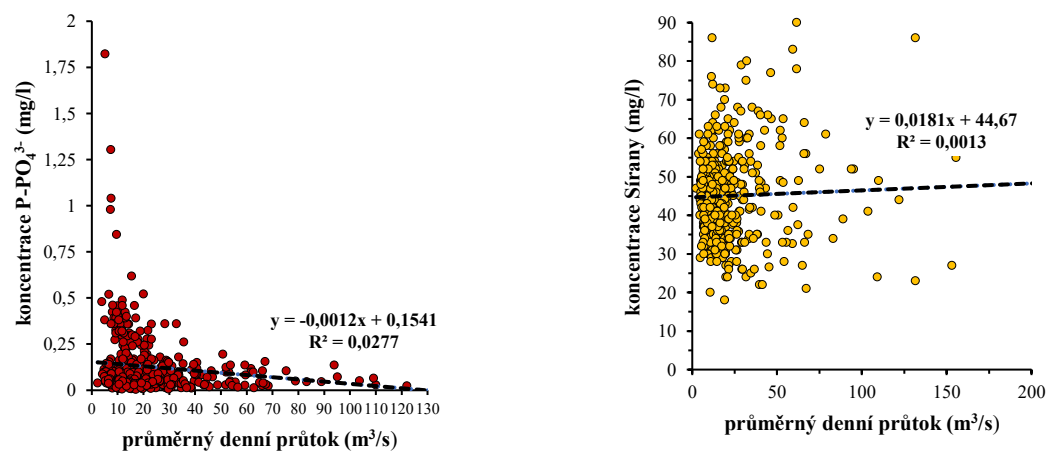
Graf 68 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



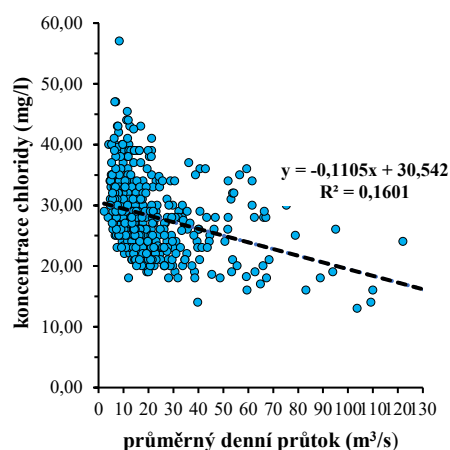
Graf 69 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 70 Závislost ukazatelů P-PO₄³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku



Graf 71 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku



Na výše zobrazených grafech (68 až 71) je vyjádřena závislost jednotlivých sledovaných ukazatelů na průměrném denním průtoku na závěrovém profilu Bukovec na řece Berounce. Jsou zastoupeny i izolované hodnoty odpovídající zvláštním situacím jako např. povodně, kdy je množství ovlivněné vysokým průtokem. Ukazatele BSK₅ (Graf 68), N-NH₄⁺ (Graf 64) a chloridy (Graf 71) vykazují snižující se koncentrace se zvyšujícím průtokem. Dusík dusičnanový (Graf 69) se naopak s větším průtokem zvyšoval. Jedná se o důsledek převažujících plošných zdrojů znečištění v povodí. U chemické spotřeby kyslíku (Graf 68) a síranů se žádný trend neprojevil a je konstantní. Nejtěsnější závislost byla na základě koeficientu determinace R² (Tabulka 9) zjištěna u ukazatele N-NO₃⁻ s hodnotou 0,2019, nejnižší závislost pak u CHSK_{Cr} s 0,0004.

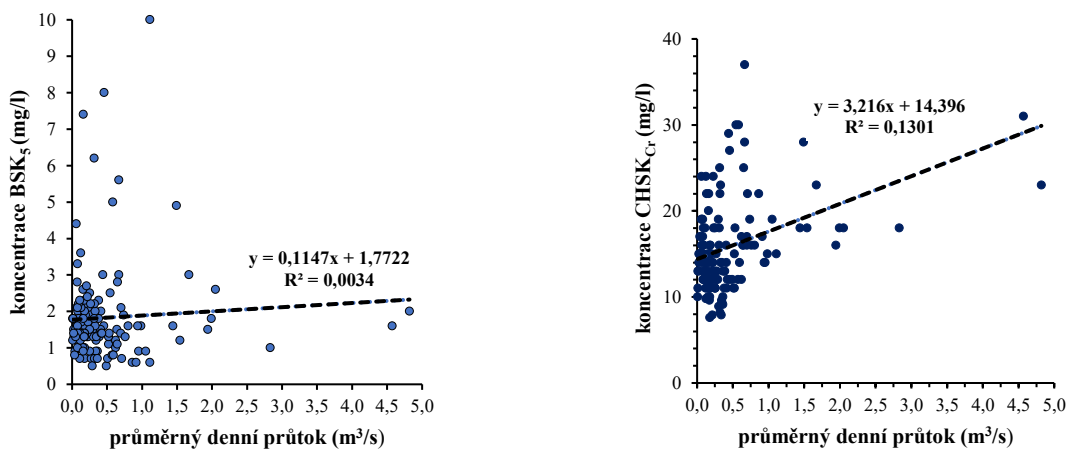
Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0159
CHSK _{Cr}	0,0004
N-NH ₄ ⁺	0,0296
N-NO ₃ ⁻	0,2019
P-PO ₄ ³⁻	0,0277
Sírany	0,0013
Chloridy	0,1601

Tabulka 9 Hodnota koeficientu determinace na profilu Bukovec podle ukazatelů

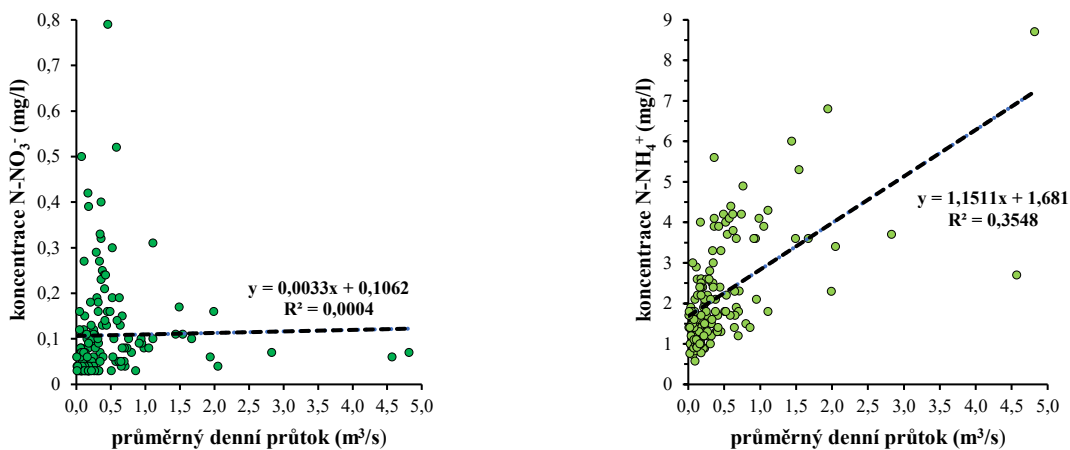
3.2.2. Bradava

Žákava

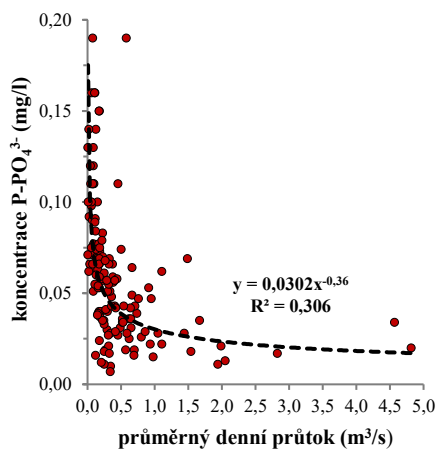
Graf 72 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



Graf 73 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 74 Závislost ukazatele P-PO₄³⁻ na průměrném denním průtoku



Na řece Bradavě na profilu Žákava byla nejtěsnější závislost opět u fosforu fosforečnanového (Graf 74) s hodnotou koeficientu determinace 0,689 (Tabulka 10). Naopak nejmenší závislost vyjadřuje dusík amoniakální (Graf 73) s 0,0004 kde je lineární spojnice trendu v závislosti na průtoku konstantní. Rostoucí průtok spolu s vysokými koncentracemi se projevil u BSK₅, CHSK_{Cr} (Graf 72) a dusíku dusičnanového. Jediný pokles koncentrací se zvyšujícím se průtokem byl zaznamenán u fosforu, což značí ovlivnění silnými zdroji bodového znečištění.

Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0034
CHSK _{Cr}	0,1301
N-NH ₄ ⁺	0,0004
N-NO ₃ ⁻	0,3548
P-PO ₄ ³⁻	0,3689

Tabulka 10 Hodnota koeficientu determinace na profilu Žákava podle ukazatelů

3.2.3. Hamerský potok

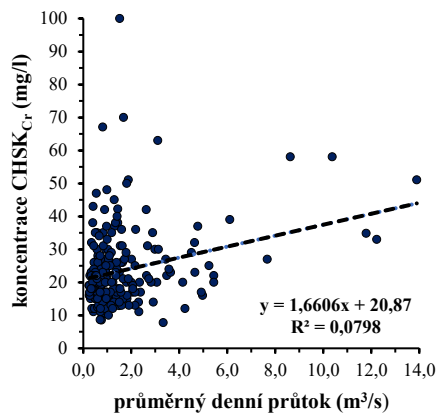
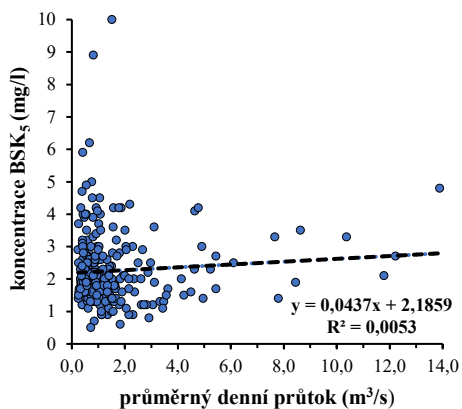
Brod nad Tichou

Grafy 75 až 77 a tabulka 11 vyjadřují závislost sledovaných ukazatelů na průměrném denním průtoku na profilu Brod nad Tichou na Hamerském potoku. Nejvyšší hodnoty koeficientu determinace R² vykazoval ukazatel N-NO₃⁻ s hodnotou 0,1627, nejnižší závislost pak u fosforu fosforečnanového s 0,0074. Rostoucí hodnoty průměrného denního průtoku spolu se zvyšujícími se hodnotami jednotlivých koncentrací byly patrné u chemické spotřeby kyslíku a u dusíku dusičnanového.

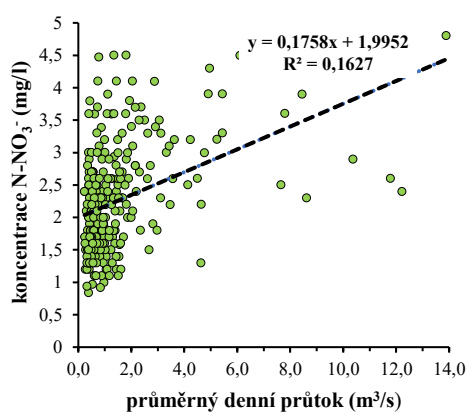
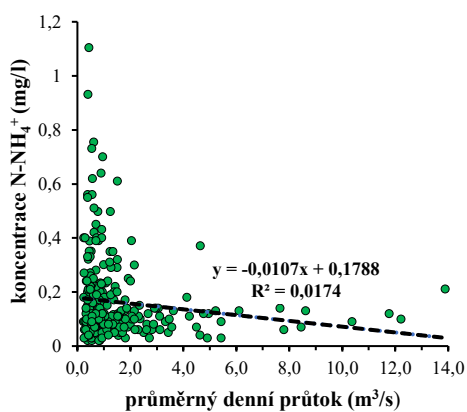
Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0053
CHSK _{Cr}	0,0798
N-NH ₄ ⁺	0,0174
N-NO ₃ ⁻	0,1627
P-PO ₄ ³⁻	0,0074

Tabulka 11 Hodnota koeficientu determinace na profilu Brod nad Tichou podle ukazatelů

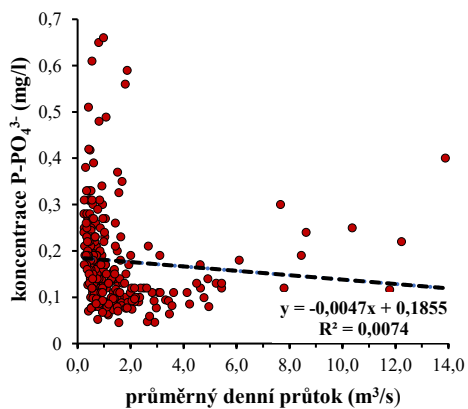
Graf 76 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



Graf 77 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



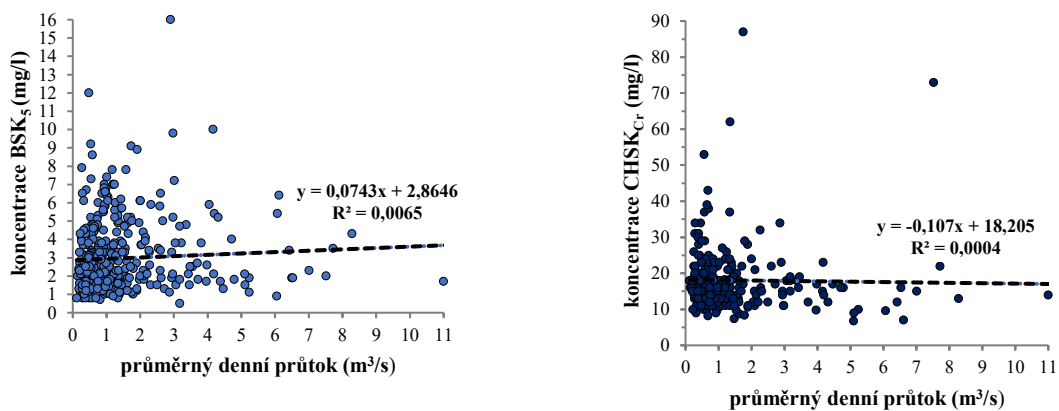
Graf 75 Závislost ukazatele P-PO₄³⁻ na průměrném denním průtoku



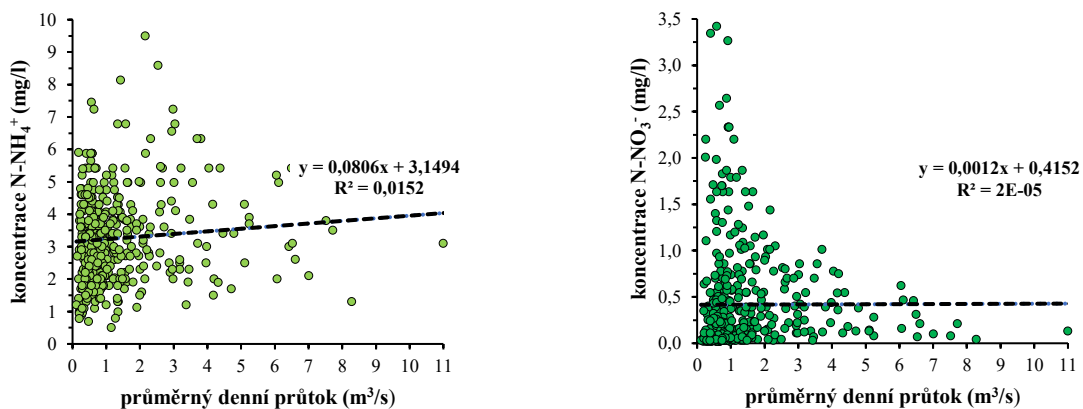
3.2.4. Kosový potok

Třebel

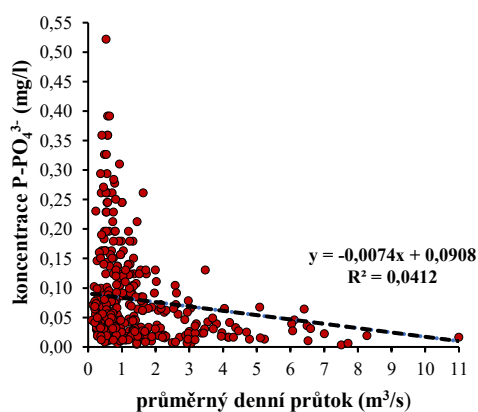
Graf 78 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



Graf 79 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 80 Závislost ukazatele P-PO₄³⁻ na průměrném denním průtoku



Na Kosovém potoku na profilu Třebel je u ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} (Graf 78) a N-NH₄⁺ (Graf 79) závislost velmi nejednoznačná s nízkými hodnotami koeficientu determinace R²(Tabulka 12), jenž odpovídá konstantnímu průběhu lineárního trendu. Jediný ukazatel, jehož koncentrace stoupají spolu s průtokem je dusík dusičnanový s R² 0,0152. Fosforečnany (Graf 80) se na tomto profilu snižují s vyšším průtokem.

Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0065
CHSK _{Cr}	0,0004
N-NH ₄ ⁺	0,00002
N-NO ₃ ⁻	0,0152
P-PO ₄ ³⁻	0,0412

Tabulka 12 Hodnota koeficientu determinace na profilu Třebel podle ukazatelů

3.2.5. Mže

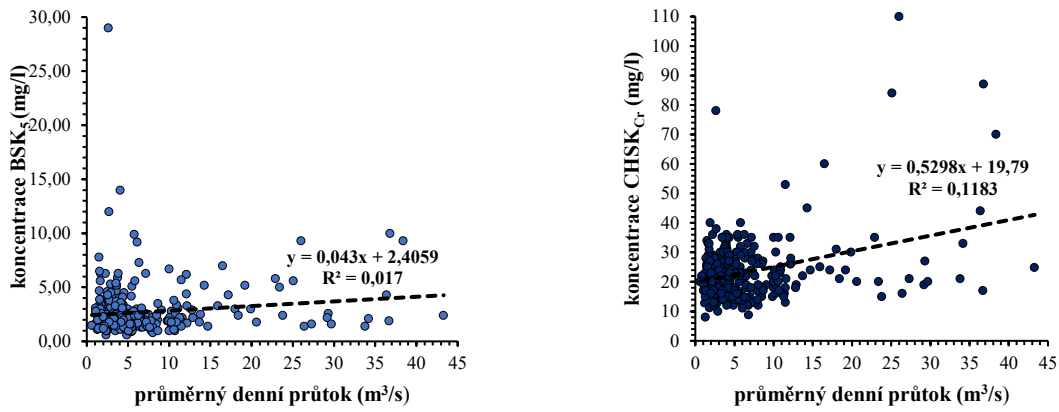
Stříbro (hist.)

Grafy 81 až 84 vyjadřují závislosti koncentrace na průtoku na profilu Stříbro (hist.) na řece Mži. Zvyšující se průtoky s koncentracemi byly prokázány u BSK₅, CHSK_{Cr} a dusíku dusičnanového. Inverzní závislost bylo vidět u fosforečnanů a chloridů. Konstantní trend byl zjištěn u dusíku amoniakálního a síranů. Hodnota koeficientu determinace (Tabulka 13) byla u všech ukazatelů velmi nízká, označující malý podíl vysvětlené variability. Největší variabilita se zjistila u chemické spotřeby kyslíku dichromanem s 0,1183.

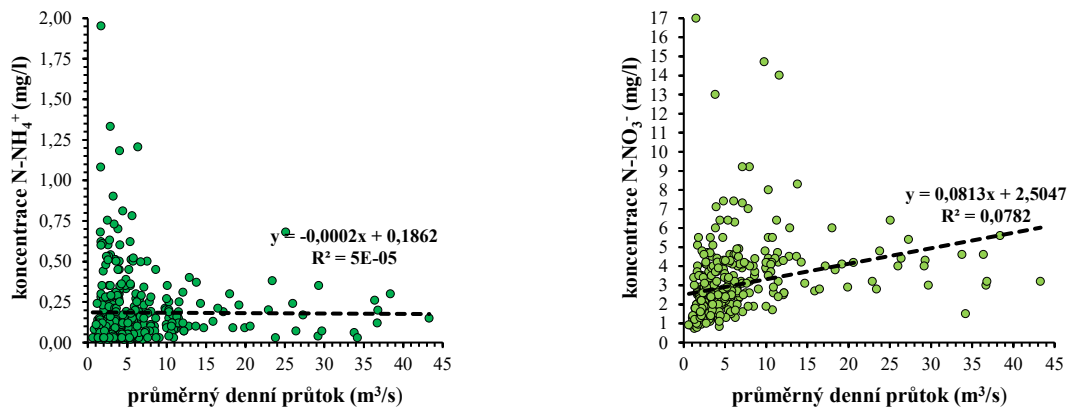
Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0017
CHSK _{Cr}	0,1183
N-NH ₄ ⁺	0,00005
N-NO ₃ ⁻	0,0782
P-PO ₄ ³⁻	0,739
Sírany	0,00002
Chloridy	0,025

Tabulka 13 Hodnota koeficientu determinace na profilu Stříbro (hist.) podle ukazatelů

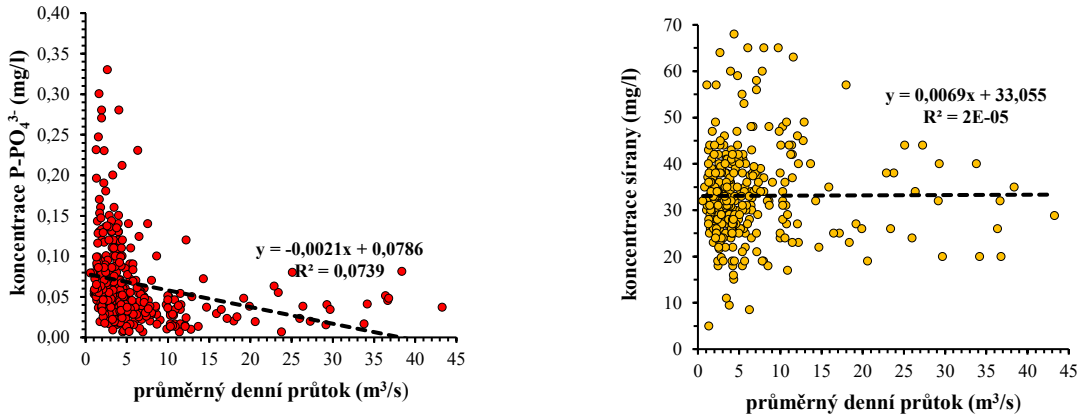
Graf 81 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



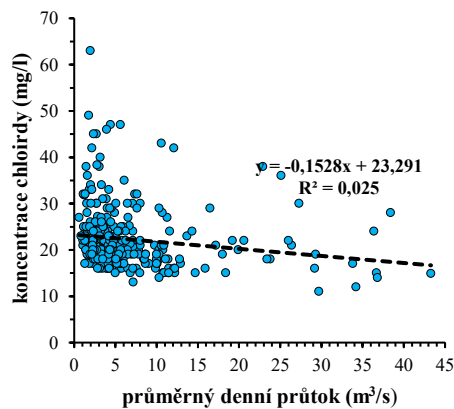
Graf 82 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 83 Závislost ukazatelů P-PO₄³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku



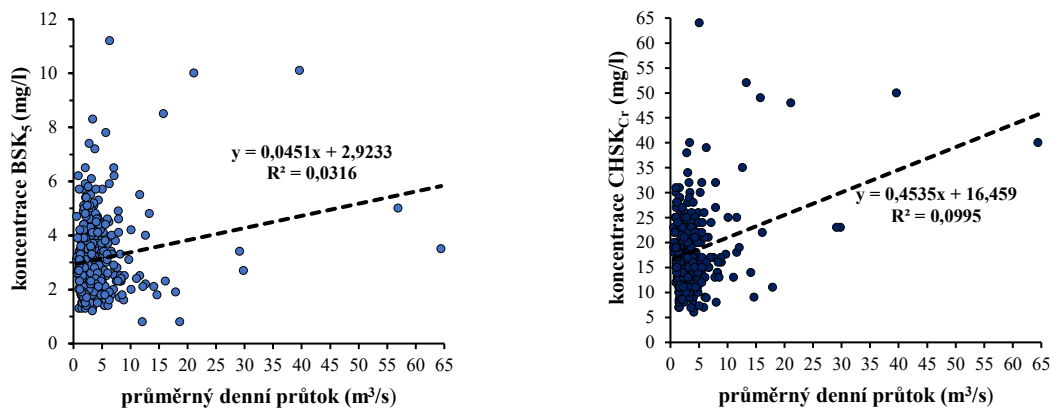
Graf 84 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku



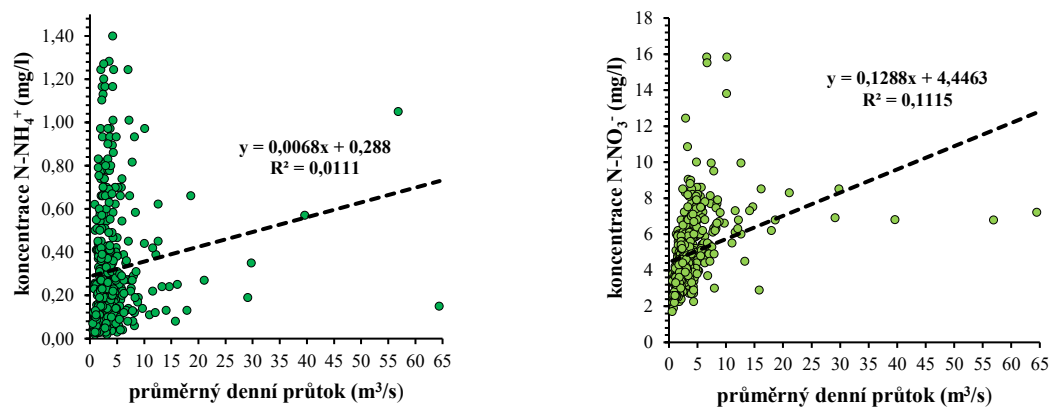
3.2.6. Radbuza

Holýšov

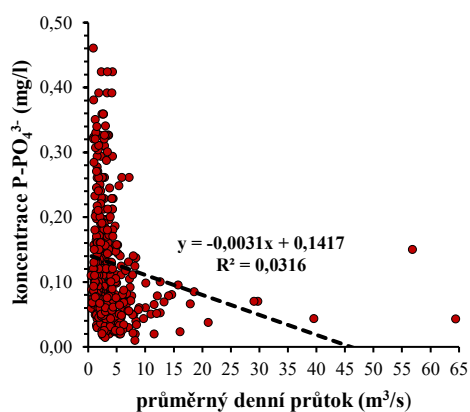
Graf 85 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



Graf 86 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 87 Závislost ukazatele P-PO₄³⁻ na průměrném denním průtoku



Na profilu Holýšov na řece Radbuze, který má nejdelší souvislou řadu pozorování, jsou vyjádřeny závislosti koncentrace daných ukazatelů na průtoku na grafech 85 až 87. Všechny ukazatele až na fosfor fosforečnanový ukazují rostoucí koncentrace spolu se vzrůstajícím průtokem. Nejtěsnější závislost byla na základě hodnoty koeficientu determinace (Tabulka 14) zjištěna u dusíku dusičnanového s 0,1115 a dusíku amoniakálního s 0,1111. Jediný ukazatel, jehož koncentrace s rostoucím průtokem klesaly byl fosfor fosforečnanový s koeficientem determinace 0,0316.

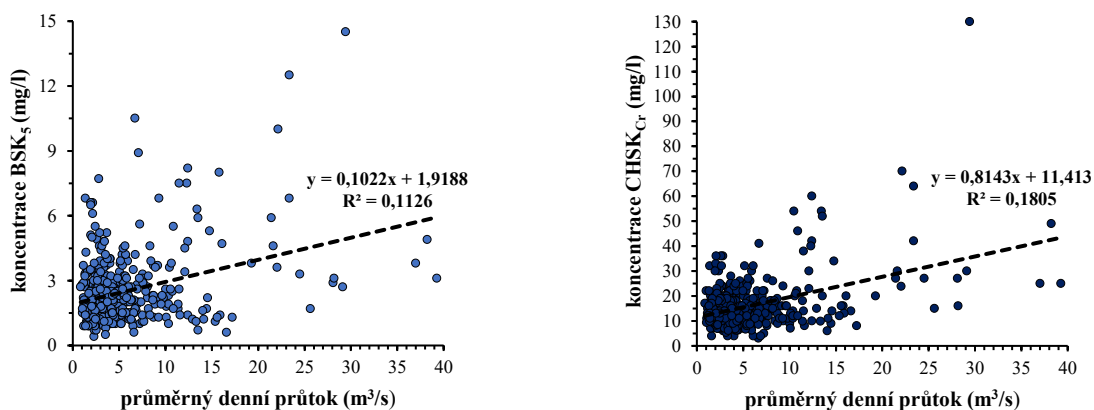
Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0316
CHSK _{Cr}	0,0995
N-NH ₄ ⁺	0,0111
N-NO ₃ ⁻	0,1115
P-PO ₄ ³⁻	0,0316

Tabulka 14 Hodnota koeficientu determinace na profilu Holýšov podle ukazatelů

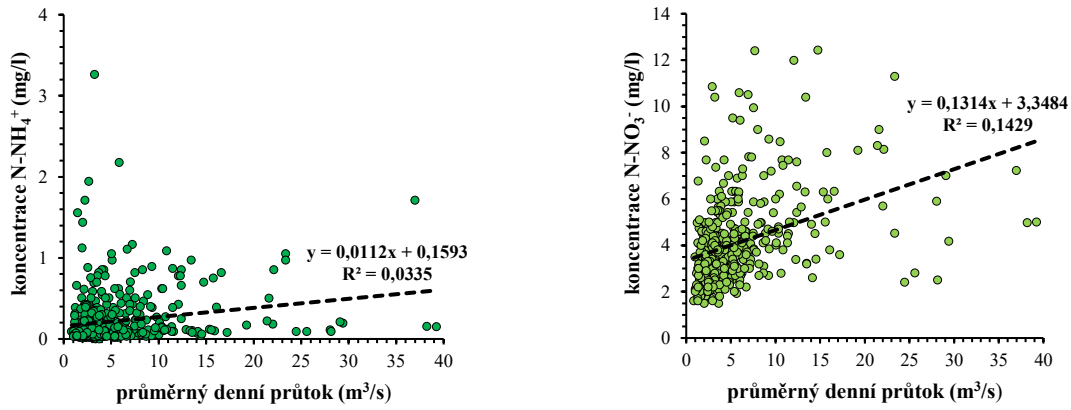
3.2.7. Úhlava

Doudlevice

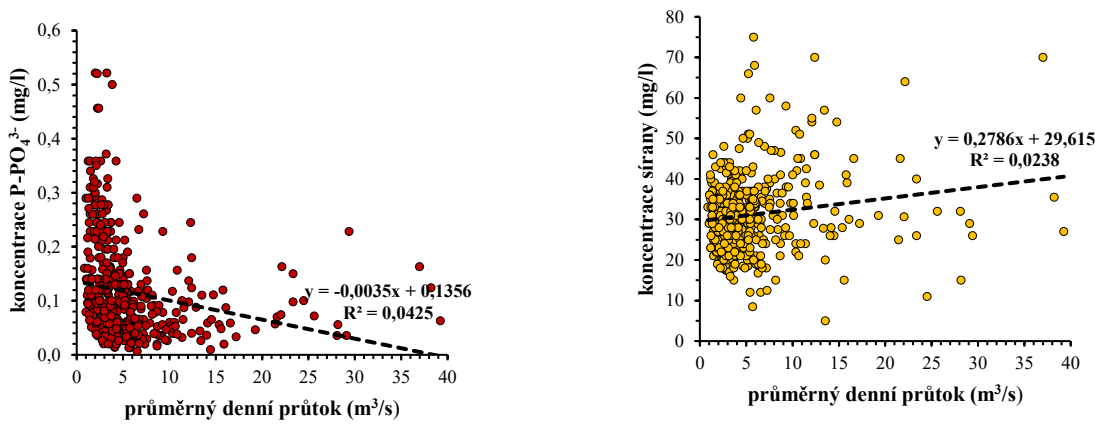
Graf 88 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



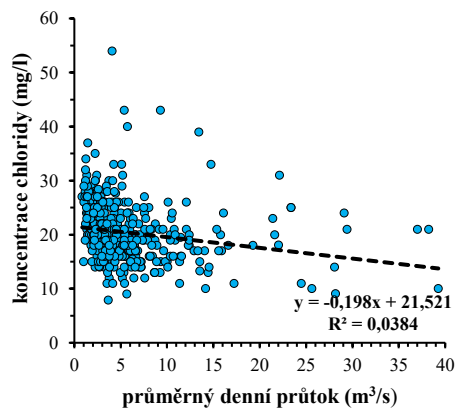
Graf 89 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 90 Závislost ukazatelů P-PO₄³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku



Graf 91 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku



Na závěrovém profilu Doudlevice byly zjištěny stoupající trendy koncentrací spolu s průtokem pro ukazatele: BSK₅, CHSK_{Cr}, N-NO₃⁻ a sírany. Sestupný trend při zvýšeném průtoku se projevil u fosforečnanů a chloridů. Nejtěsnější závislost s nejvyšší hodnotou koeficientu determinace (Tabulka 15) měl ukazatel chemická spotřeba kyslíku s 0,1805, nejnižší naopak sírany s 0,0238.

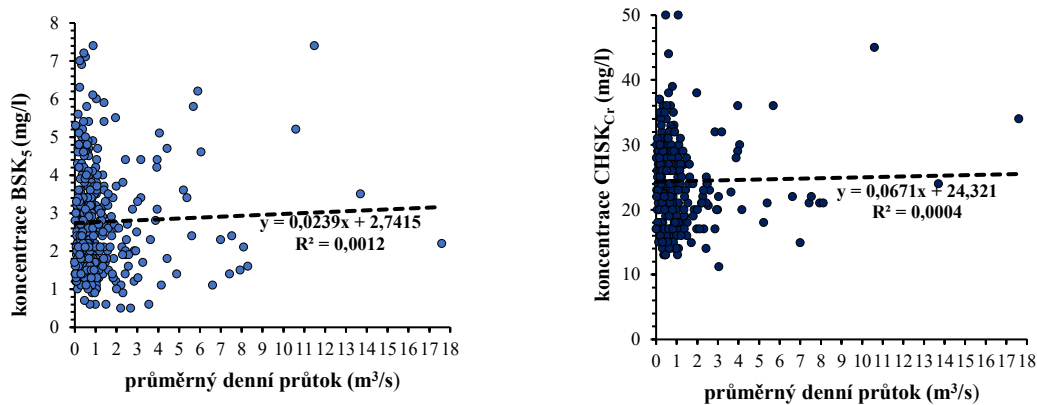
Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,1126
CHSK _{Cr}	0,1805
N-NH ₄ ⁺	0,0335
N-NO ₃ ⁻	0,1429
P-PO ₄ ³⁻	0,0425
Sírany	0,0238
Chloridy	0,0384

Tabulka 15 Hodnota koeficientu determinace na profilu Doudlevice podle ukazatelů

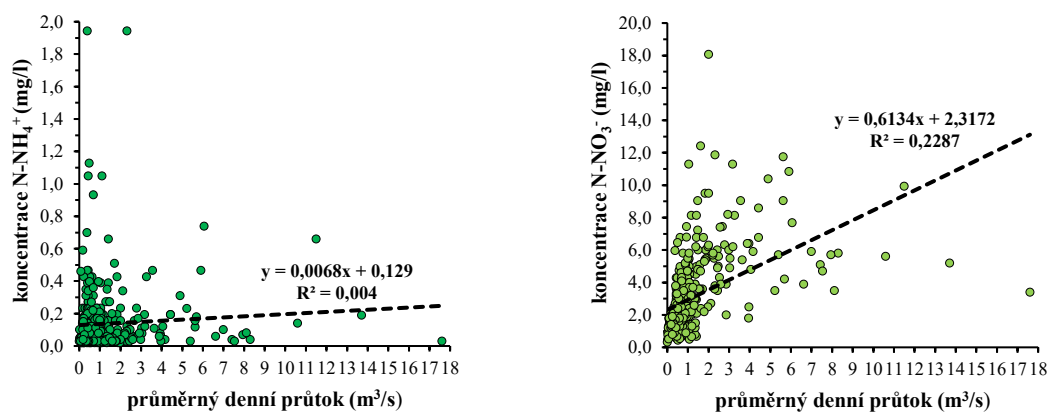
3.2.8. Úhlavka

Stříbro

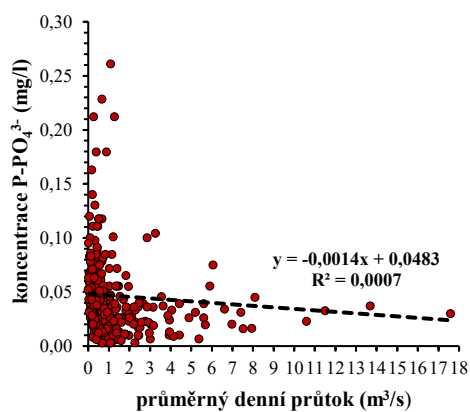
Graf 92 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



Graf 93 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 94 Závislost ukazatele P-PO₄³⁻ na průměrném denním průtoku



Grafy koncentrací závislých na průtoku na závěrovém profilu Stříbro na řece Úhlavce jsou vyjádřena na grafech 92 až 94. Rostoucí koncentrace ovlivněné bodovými zdroji se projevila na biochemické spotřebě kyslíku velmi málo s hodnotou koeficientu determinace (Tabulka 16) 0,0012. Výrazné rostoucí průtok spolu se zvyšujícími se koncentracemi se projevil u dusíku dusičnanového s hodnotou koeficientu determinace 0,2287. Klesající trend naopak měly fosforečnany, u kterých byl zjištěn koeficient determinace 0,0007. Nejednoznačně se projevila závislost na průtoku u chemické spotřeby kyslíku dichromanem, kde byla na grafu konstantní spojnice trendu.

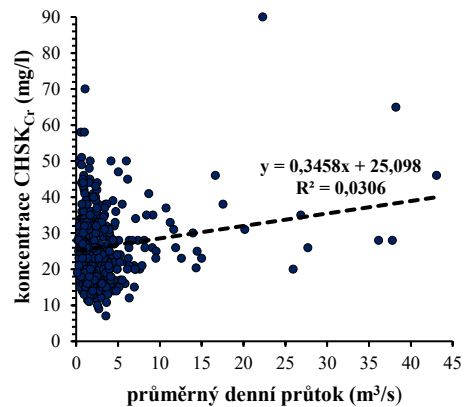
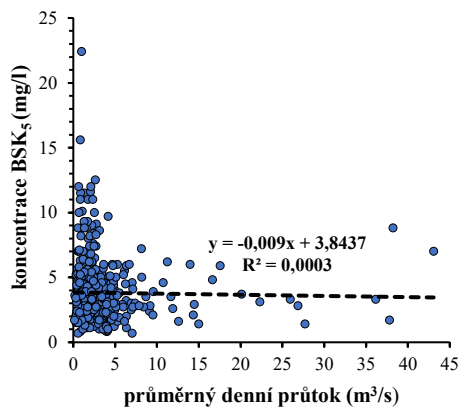
Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0012
CHSK _{Cr}	0,0004
N-NH ₄ ⁺	0,004
N-NO ₃ ⁻	0,2287
P-PO ₄ ³⁻	0,0007

Tabulka 16 Hodnota koeficientu determinace na profilu Stříbro podle ukazatelů

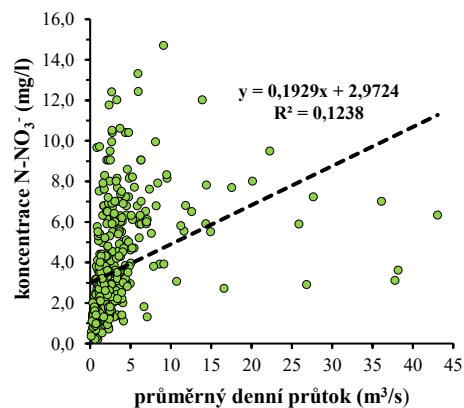
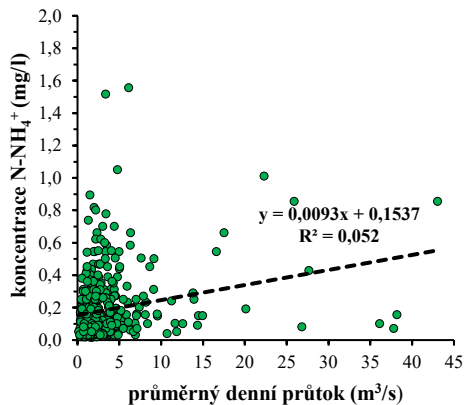
3.2.9. Úslava

Doubravka

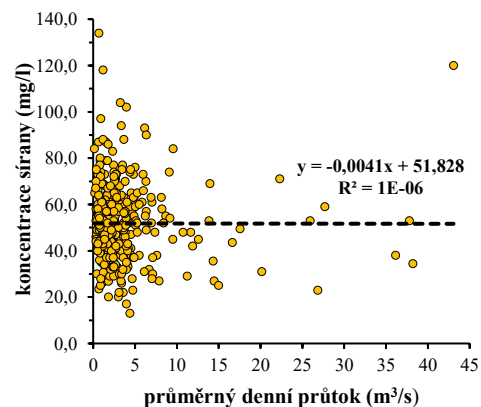
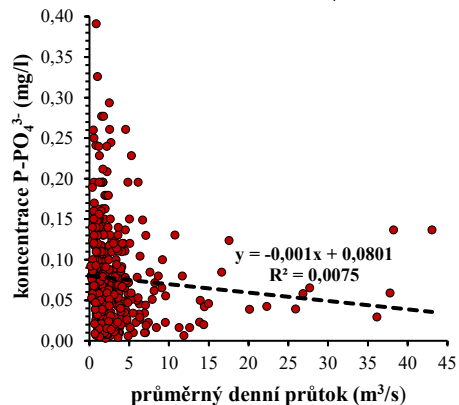
Graf 95 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



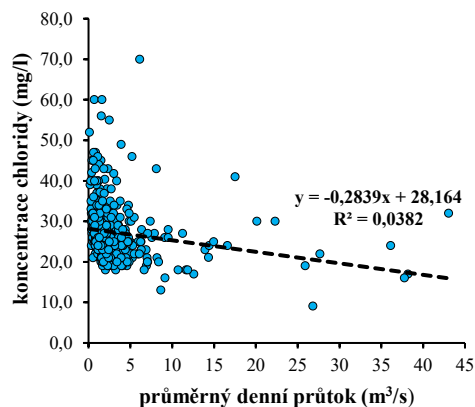
Graf 96 Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 97 Závislost ukazatelů P-PO₄³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku



Graf 98 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku



Na profilu Doubravka byly zjištěny rostoucí koncentrace ukazatelů u chemické spotřeby kyslíku, dusíku amoniakálního a dusíku dusičnanového. Klesajícími trendy v množství látek v závislosti na průtoku se projevily u fosforečnanů a chloridů. Sírany a biochemická spotřeba kyslíku se žádným významným trendem neprojevila a byly nalezeny jak nízké hodnoty koncentrací s vysokým průtokem, tak i vysoké hodnoty. Hodnoty koeficientu determinace R^2 (Tabulka 17) byly nejvyšší u dusíku dusičnanového s 0,1238, naopak nejméně těsná závislost se projevila u síranů s 0,000001.

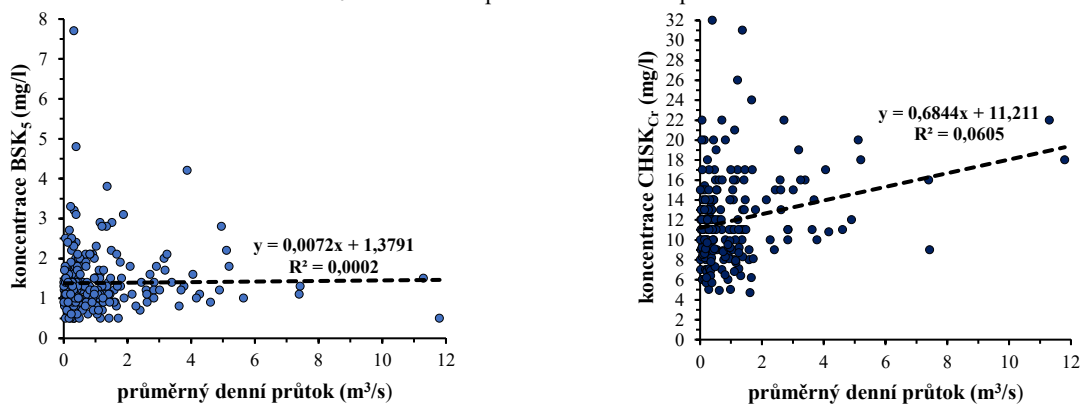
Ukazatel	Hodnota R^2
BSK ₅	0,0003
CHSK _{Cr}	0,0306
N-NH ₄ ⁺	0,052
N-NO ₃ ⁻	0,1238
P-PO ₄ ³⁻	0,0075
Sírany	0,000001
Chloridy	0,0382

Tabulka 17 Hodnota koeficientu determinace na profilu Doubravka podle ukazatelů

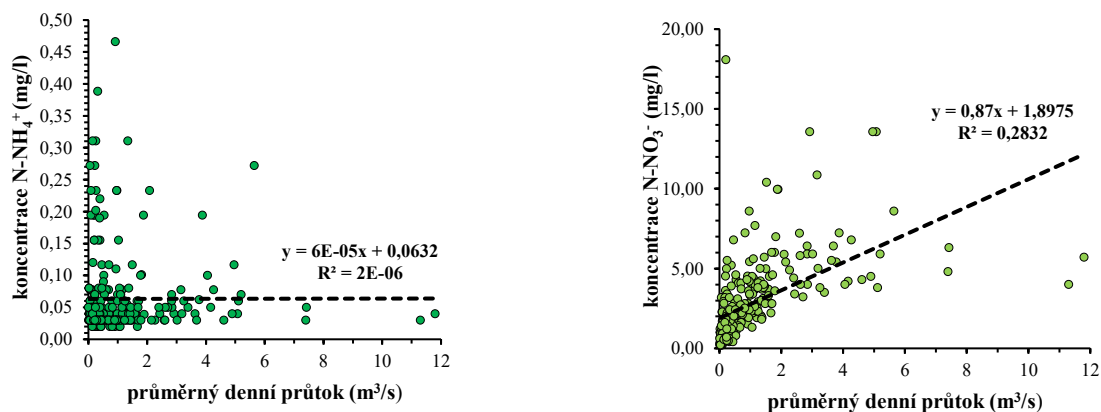
3.2.10. Úterský potok

Trpísty

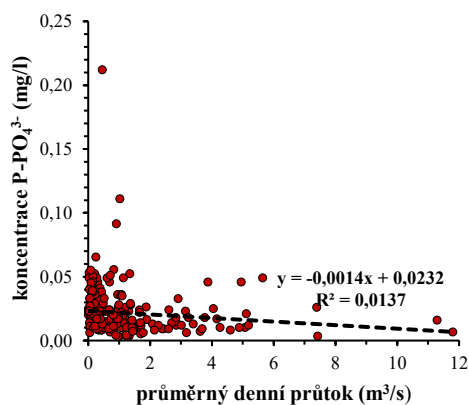
Graf 100 Závislost ukazatelů BSK₅ a CHSK_{Cr} na průměrném denním průtoku



Graf 99 průtoku Závislost ukazatelů N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ na průměrném denním průtoku



Graf 101 Závislost ukazatele P-PO₄³⁻ na průměrném denním průtoku



Grafy závislosti daných koncentrací na průtoku na profilu Trpísty na Úterském potoce vyjadřují grafy 99 až 101. Zvyšující se průtoky odpovídají vyšším koncentracím u chemické spotřeby kyslíku dichromanem a u dusíku dusičnanového. Fosforečnany naopak s rostoucím průtokem klesají vyjadřující silné ovlivněné bodovými zdroji znečištění. U biochemické spotřeby kyslíku a dusíku amoniakálního se žádný významný trend neprojevil a projevuje se konstantním průběhem lineární regrese. Nejvyšší hodnoty koeficientu determinací (Tabulka 18) byly zjištěny u dusíku dusičnanového s 0,2832 a nejnižší měl dusík amoniakální 0,000002.

Ukazatel	Hodnota R ²
BSK ₅	0,0002
CHSK _{Cr}	0,0605
N-NH ₄ ⁺	0,000002
N-NO ₃ ⁻	0,2832
P-PO ₄ ³⁻	0,0137

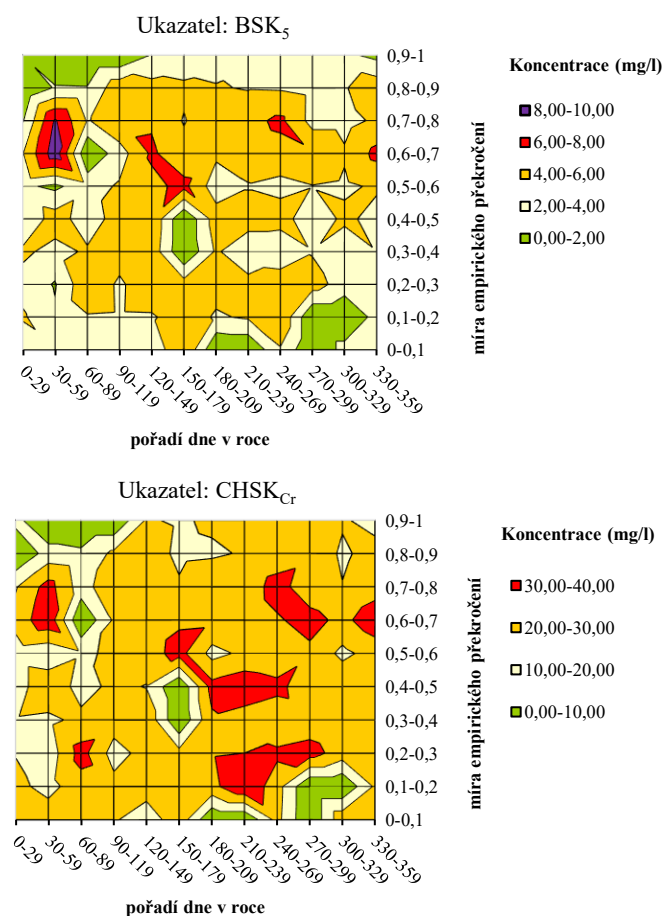
Tabulka 18 Hodnota koeficientu determinace na profilu Trpísty podle ukazatelů

3.3. Hodnocení závislosti koncentrace na překročení průtoku a pořadí dne v roce

3.3.1. Berounka

Bukovec

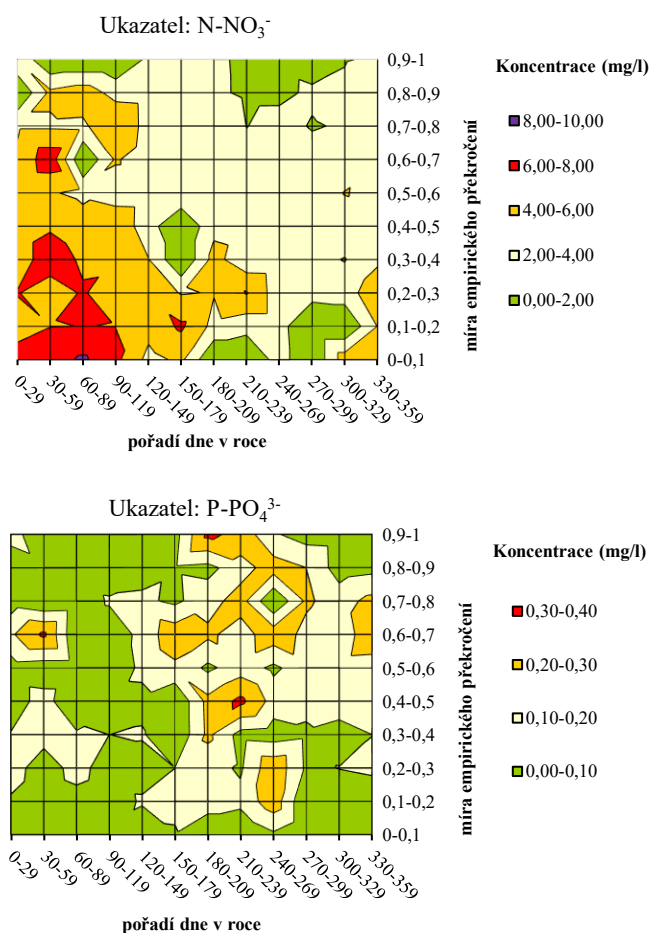
Z grafu 102, který popisuje závislost koncentrace na překročení průtoku na profilu Bukovec vyplývá, že u ukazatele biochemické spotřeby kyslíku (BSK_5) dochází k výskytu nejvyšších koncentrací při vyšších průtocích mezi mírou překročení 0,6 až 0,8 na přelomu konce ledna a začátku února (30. až 59. den). Naopak nejmenší hodnoty byly zjištěny na začátku ledna (1. až 29. den) pro překročení 0,9–1. Data byla nedostatečná během 30. až 119. dne v závislosti na míře překročení 0,9 až 1 a během 150. až 179. dne s mírou překročení 0,3 až 0,5. U $CHSK_{Cr}$ byly nejvyšší denní koncentrace dosaženy ve stejném období jako u BSK_5 a také v období od 180. do 269. dne s mírou empirického překročení 0 až 0,25 a 0,3 až 0,55. Minimálními hodnotami se projevuje začátek března (60. až 80. den) a měsíc leden (1. až 29. den). Nejvíce jsou zastoupeny koncentrace v intervalu 20 až 30 mg/l.



Graf 102 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, 1981–2019)

Dusík dusičnanový (Graf 103) byl nejvíce zastoupený v toku na konci ledna a v průběhu dubna od 1. do 119. den v roce (8 až 10 mg/l) při vysokých průtocích a rovněž s mírou překročení okolo 0 až 0,2. Nízké koncentrace byly také zjištěny pro všechny míry překročení v období od 240. do 269. dne. Nebyla k dispozici data z přelomu září a října pro vysoké průtoky.

Data z překročení průtoku a pořadí dne v roce pro ukazatel fosfor fosforečnanový vyjadřují, že nejvyšší koncentrace fosforu byly dosaženy na začátku srpna (210. až 239. den) pro míru překročení 0,4 až 0,5 a na začátku července pro 0,9 až 1. Patrný je i výskyt během přelomu ledna a února. Minimální hodnoty 0 až 0,1 byly zastoupeny nejvíce s nejnižšími hodnoty získanými během dubna a května (119. až 149. den) během míry překročení 0,5 až 0,7. Data pro 240. až 269. den nebyla k dispozici a projevují se poklesem v období koncentrací 0,2 až 0,3 mg/l.

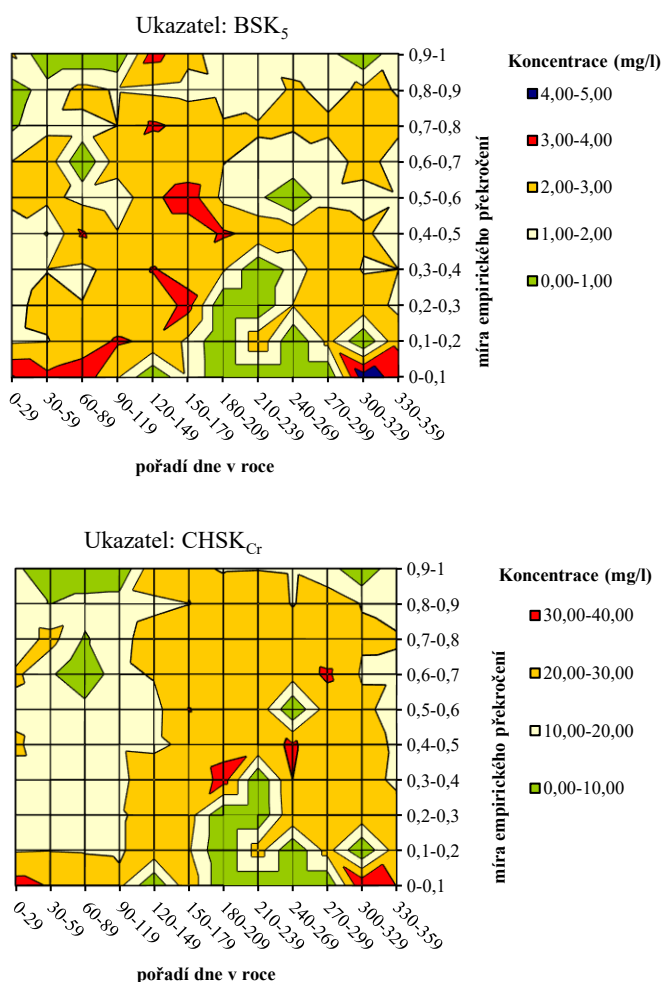


Graf 103 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981–2019)

3.3.2. Mže

Milíkov

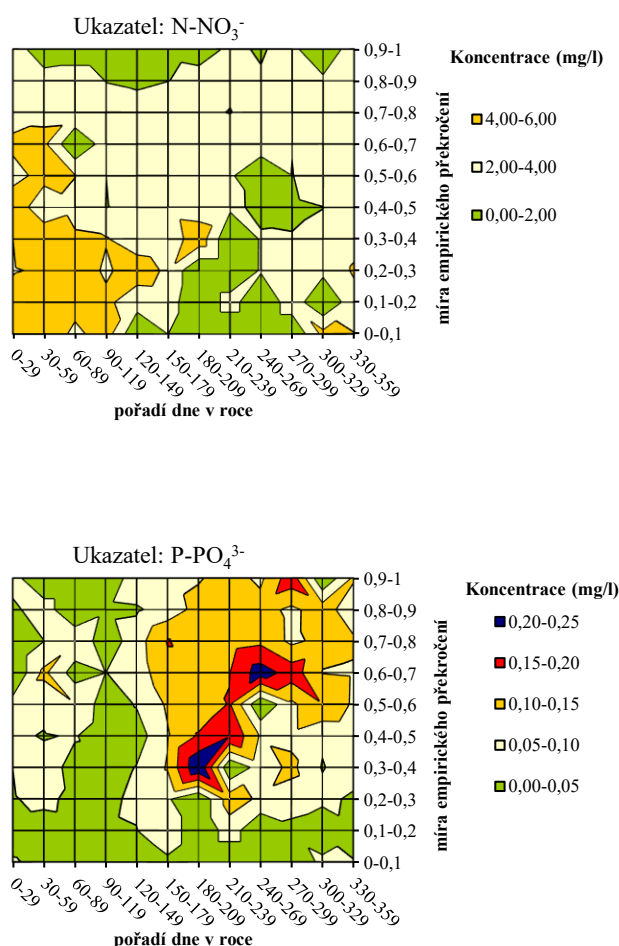
Data z profilu Milíkov na řece Mži (Graf 104) vyjadřují, že k výskytu nejvyšších koncentrací ukazatele BSK₅ docházelo na konci listopadu a prosince (300. až 329. den) spolu s vysokými průtoky. Dále se větší množství vyskytovalo na přelomu května a června (mezi 4 až 5 mg/l) při překročení 0,4 až 0,55. Minimum s 0 až 1 mg/l bylo zjištěno při míře překročení 0,7 až 0,9 během měsíce ledna (1. až 29. den). Po zbyvajícím většinu roku se hodnoty pohybovaly v intervalu 2 až 3 mg/l. Výskyt maximálních koncentrací je podobný u CHSK_{Cr} s obdobím na konci prosince a začátku ledna a minimální hodnoty jsou s mírou překročení 0,7 až 1 zastoupeno v lednu až březnu. Pro oba uvedené ukazatele však nebylo možné zjistit situaci pro interval překročení 0 až 0,3 od července do konce října (180. až 299. den).



Graf 104 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981–2019)

Maximum dusíku dusičnanového (Graf 105) vykazovaly měsíce leden, únor a březen s koncentracemi v intervalu od 4 do 6 mg/l. Jsou zastoupeny na konci listopadu a v průběhu prosince stejně jako okolo míry překročení 0,3 až 0,4 během měsíce července (180. až 209. den). Vzhledem k omezenému množství dostupných hodnot bylo nalezeno minimum spolu s nízkými průtoky (míra překročení 0,8 až 1) během května a července (120. až 149. den, 180. až 209. den.)

Graf popisující závislost fosforečnanů je charakteristický dvěma maximy koncentrací od 0,2 do 0,25 mg/l. První z nich se vyskytlo během července (180. až 209. den) při míře překročení 0,3 až 0,4 a druhé na přelomu srpna a září při překročení 0,6 až 0,7. Lze pozorovat, že významně větší koncentrace jsou zastoupeny během druhé poloviny roku při nižších průtocích, zatímco pro první polovinu roku jsou nejčastěji koncentrace v intervalu od 0 do 0,05 mg/l a 0,05 až 0,1 mg/l.



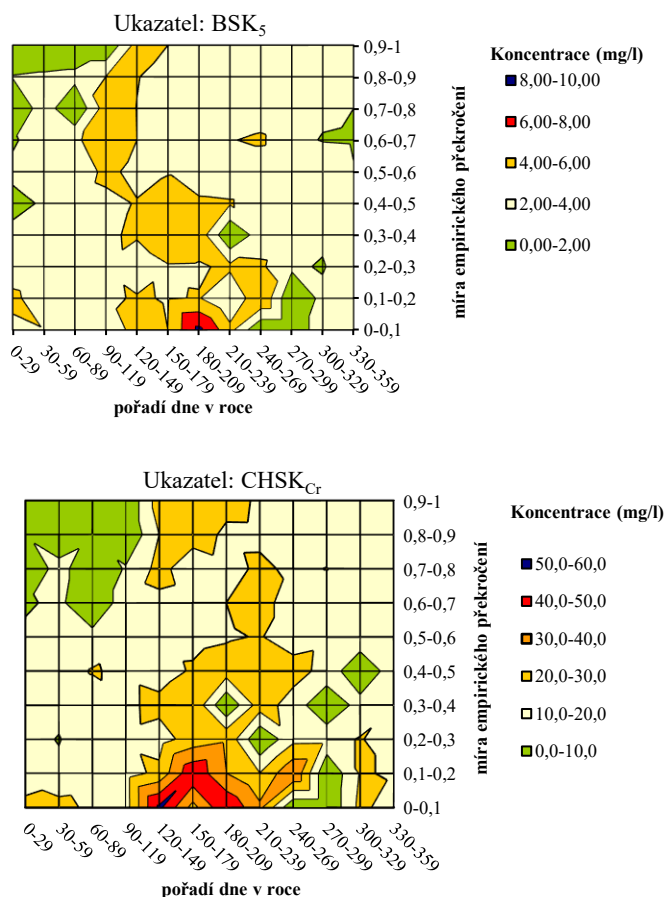
Graf 105 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981-2019)

3.3.3. Radbuza

Holýšov

Koncentrace ukazatele BSK₅ (Graf 106) měly nejvyšší hodnoty při míře překročení 0 až 0,1 na přelomu června a července (180. až 209. den) s hodnotami v intervalu 6 až 10 mg/l. Naopak minimum jich bylo zjištěno během ledna při míře překročení 0,4 až 0,5 a v únoru a v prosinci při 0,6 až 0,7, kdy se pohybovaly do 2 mg/l následně se projevilo zvýšení na 2 až 4 mg/l a pak až na 6 mg/l.

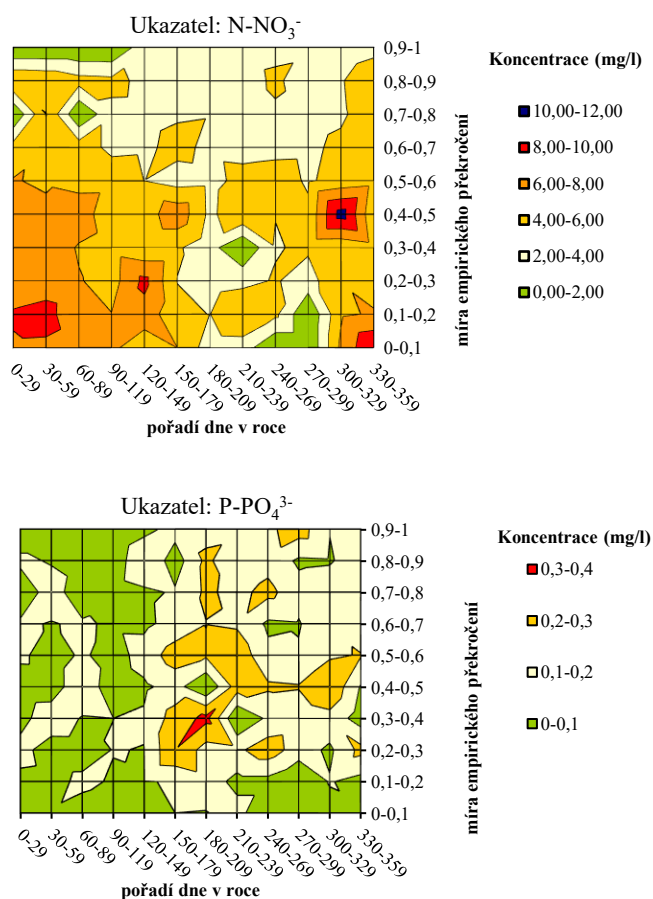
Pro chemickou spotřebu kyslíku dichromanem jsou patrné vysoké koncentrace od 120. dne do 200. dne s 40 až 50 mg/l. V květnu (120. až 149. den) byly navíc zjištěny koncentrace 50 až 60 mg/l. V lednu až březnu byly hodnoty nejnižší v intervalu 0 až 10 mg/l.



Graf 106 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981–2019)

Měsíce spojené s vysokými průtoky při překročení 0 až 0,1 vykazovaly vysoké hodnoty dusíku dusičnanového, kdy během ledna a přelomu února (1. až 59. den) dosáhly 8 až 10 mg/l. Maximum bylo zjištěno až na přelomu listopadu a prosince při překročení 0,4 až 0,5, kde stanovené koncentrace měly až 12 mg/l. Nízkými hodnoty se projeví až jarní a letní měsíce, ale jen pro nízké průtoky s hodnotami v intervalu 2 až 4 mg/l.

Největší množství fosforu fosforečnanového (Graf 107) připadá na 150. až 180. den v roce během června a července. Naopak nejmenší množství bylo zjištěno během ledna až dubna pro nízké průtoky, ale celkově byly koncentrace velmi nízké. Při překročení 0,3 až 0,7 od 150. dne se koncentrace pohybovaly od 0,2 do 0,3 mg/l.

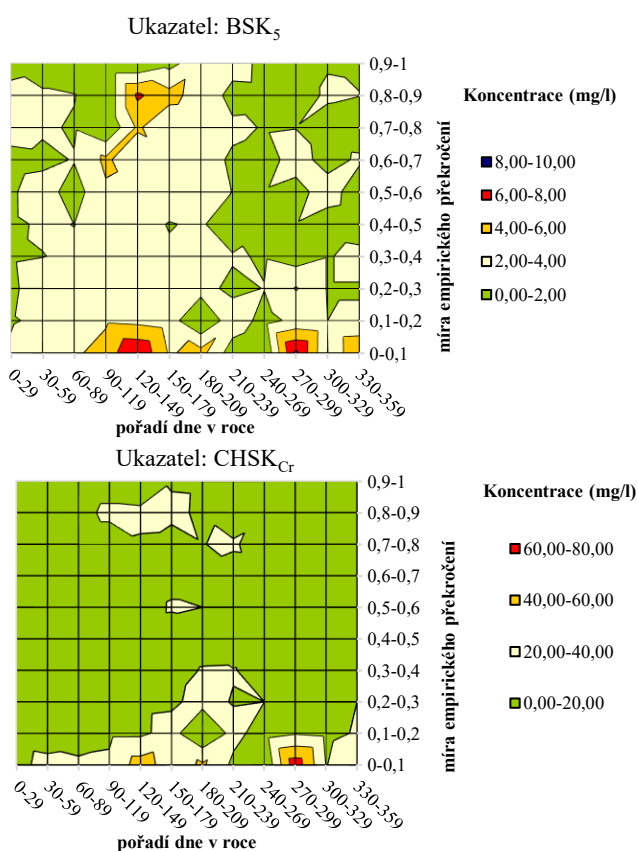


Graf 107 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981-2019)

3.3.4. Úhlava

Doudlevec

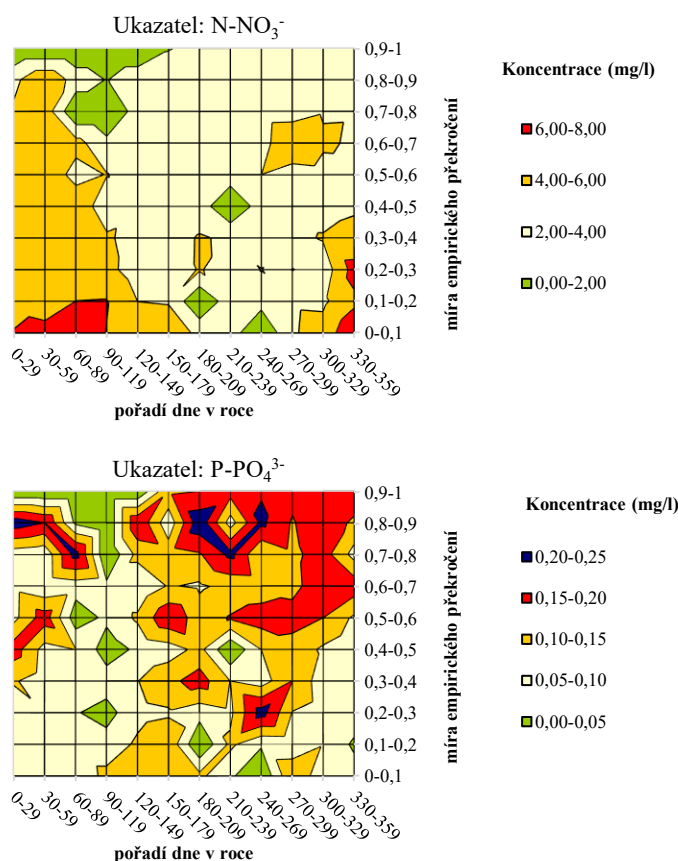
V Doudlevcích (Graf 108) jsou nejvyšší koncentrace pro ukazatel BSK₅ (6 až 8 mg/l) spojeny s mírou překročení pro 0 až 0,1 během přelomu dubna až května (120. až 149. den) a září až října (270. až 299. den) v intervalu 4 až 10 mg/l. První období mělo ještě druhé maximum překročení od 0,8 až 0,9. Zbytek roku byl celkem vyrovnaný. Ještě více rovnoměrný průběh vykazovala CHSK_{Cr}, která měla nejvyšší hodnoty (60 až 80 mg/l) s vysokými průtoky během září a října (270. až 299. den).



Graf 108 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981-2019)

Na grafu 109 jsou znázorněny závislosti dusíku dusičnanového, jehož nejvyšší množství (6 až 8 mg/l) bylo zjištěno na začátku roku (1. až 119. den) s vysokými průtoky s mírou empirického překročení 0 až 0,1. Vysoké koncentrace ve stejném období byly zastoupeny pro všechny průtoky kromě těch nejnižších a jejich pokles zjištěn až po měsíci březnu s tím, že při vyšší míře překročení začal až po červnu. Přelom března a dubna (60. až 89. den) pro nízké průtoky byl charakterizován koncentracemi do 2 mg/l

Výrazně variabilní byl vývoj na tomto profilu pro ukazatel fosfor fosforečnanový zobrazeného ve grafu 109. Jsou zde patrná dvě období vysokých koncentrací. Pro obě jsou typické, že jsou spojena s nízkými průtoky s mírou překročení 0,7 až 0,9 a jsou charakteristické pro leden až březen (1. až 89. den) a pak od začátku července do konce září (180. až 269. den) Vyšší hodnoty byly také zjištěny ve stejném období pro překročení 0,2 až 0,3 nebo ze začátku roku pro překročení 0,5. Od května se celkově množství fosforu zvyšovala až do začátku prosince.

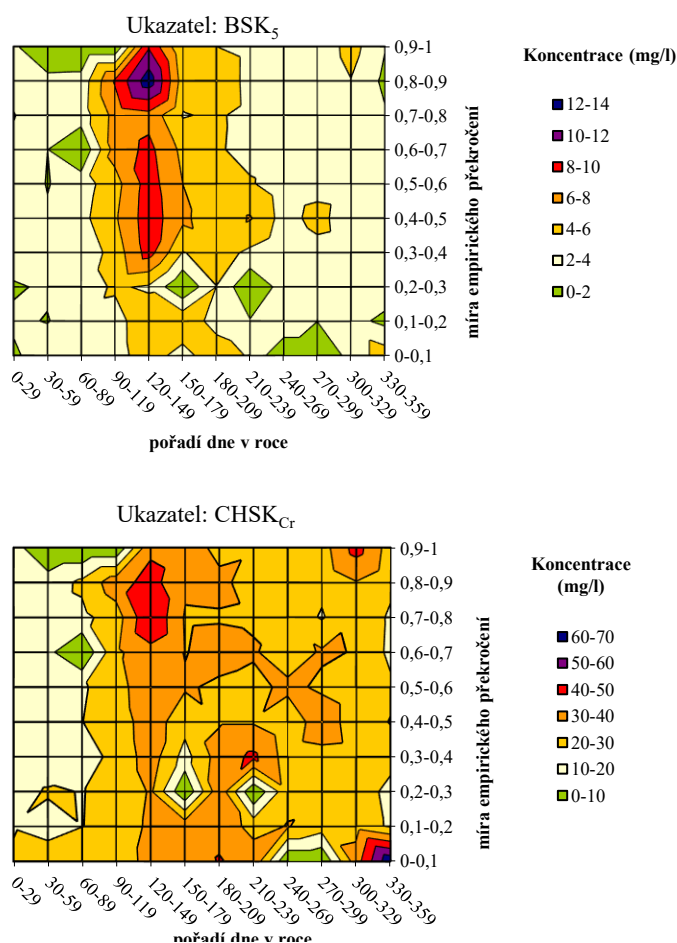


Graf 109 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981-2019)

3.3.5. Úslava

Doubravka

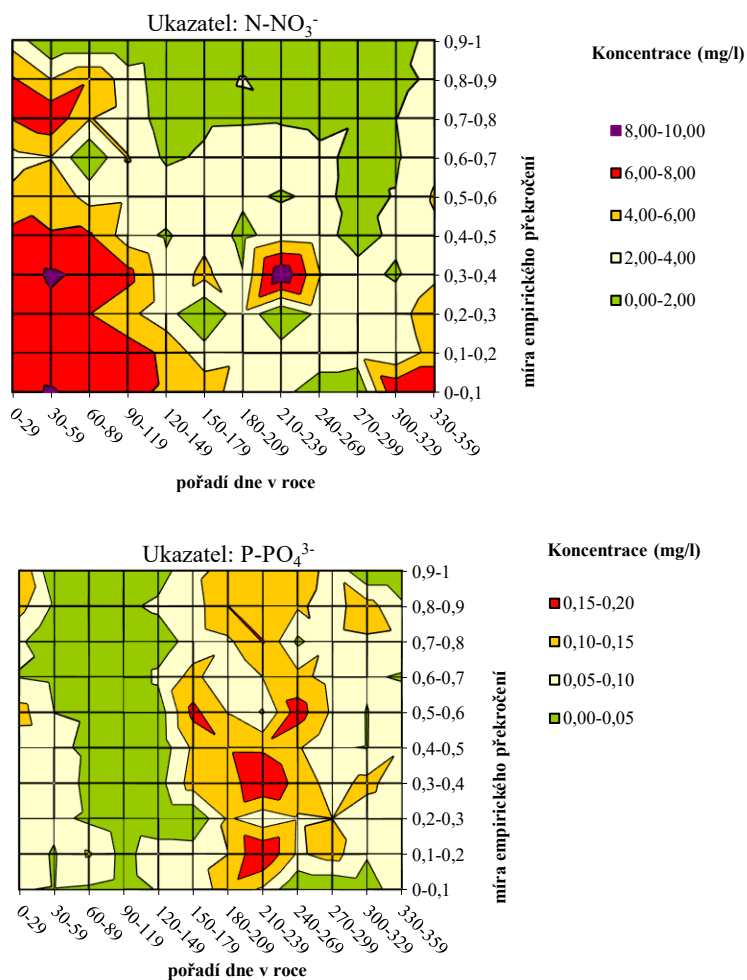
Koncentrace biochemické spotřeby kyslíku na profilu Doubravka (Graf 110) byly zjištěny v nejvyšším množství (12 až 14 mg/l) na přelomu dubna a května (120. až 149. den při nízkých průtocích s mírou překročení 0,8 až 0,9 mg/l. Zároveň bylo jejich množství (8–10 mg/l) výrazně zastoupeno od míry překročení 0,3 až 0,6 ve stejném období v průběhu roku. Celkově byl zaznamenán jejich růst od března pro všechny průtoky a k jejich snížení pod 4 mg/l došlo až v červenci a srpnu (od 180. a 210. dne) podle překročení). Výskyt maximálních hodnot u chemické spotřeby kyslíku dichromanem byl vázán na stejné období jako u BSK₅, nejvýrazněji při překročení 0,7 až 0,8. Nejvyšších hodnot (60–70 mg/l) však bylo dosaženo na konci roku (300. až 359. den) při překročení 0 až 0,01. Od začátku března došlo k jejich zvýšení na 20–40 mg/l, jediné období s nízkými koncentracemi bylo zjištěno během ledna a února (1. až 59. den).



Graf 110 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981-2019)

Dusičnany (Graf 111) byly nejvíce zastoupeny během vysokých průtoků v zimních a jarních měsících (1. až 149. den) s 6 až 8 mg/l. Při překročení 0,3 až 0,4 došlo dokonce k výskytu 8 až 10 mg/l ve stejném období spolu s přelomem července a srpna (210. den až 239. den). V tomto období však převažují nízké koncentrace v intervalu 0–2 mg/l od začátku dubna pro nízké průtoky, které trvají až do druhé poloviny roku.

Začátek srpna a jeho průběh se vyznačuje vysokými koncentracemi fosforu s 0,15 až 0,2 mg/l při překročení 0,1 až 0,2 a v intervalu 0,3 až 0,5. K jejich růstu však již dochází na přelomu dubna a května (120. až 149. den) z 0,05 až na 0,1. Naopak březen a duben se vyznačuje nízkými koncentracemi s v intervalu 0 až 0,05 mg/l. Od února do konce dubna nebyly k dispozici hodnoty pro nízké průtoky.



Graf 111 Závislosti koncentrací na překročení průtoky a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981–2019)

3.4. Hodnocení vývoje látkového odnosu dle povodí

3.4.1. Berounka

Bukovec

Látkový odnos daných ukazatelů, které byly sledovány na profilu Bukovec od roku 1981 do roku 2019 jsou vyjádřeny na níže uvedených grafech. Lze konstatovat, že vývoj jednotlivých ukazatelů byl v tomto období velmi rozdílný. Vyskytla se období, během kterých látkové odnosy klesaly, ale jsou zde viditelné i roky, ve kterých byly odnosy ukazatelů nejvyšší za sledované období. Např. výrazné množství odnášených látek se projevilo v roce 2002 z důvodu vysokých průtoků během srpnových povodní. Výjimku tvořil dusík amoniakální, u kterého zůstaly látkové odnosy podobné ostatním letům.

Průběh látkových odnosů u biochemické spotřeby kyslíku (Graf 112) je podobný vývoji u chemické spotřeby kyslíku dichromanem (Graf 113). Linie vykazují poklesy a růst ve stejných časových obdobích, liší se pouze hodnotami, které jsou u chemické spotřeby kyslíku vůči BSK₅ vyšší. Maximální hodnoty byly u obou ukazatelů zjištěny v období 1986 až 1988. Drobné rozdíly mezi ukazateli ve výskytu vyšších hodnot látkových odnosů vykazují roky 2011 až 2013.

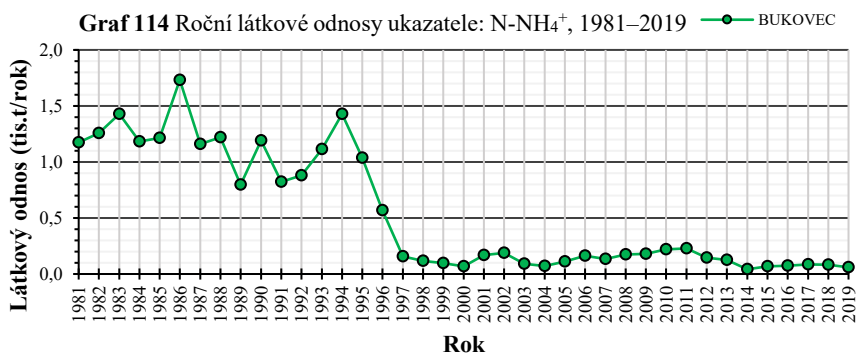
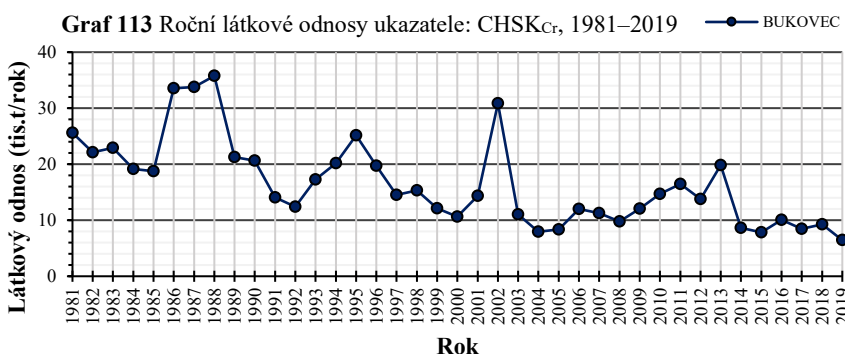
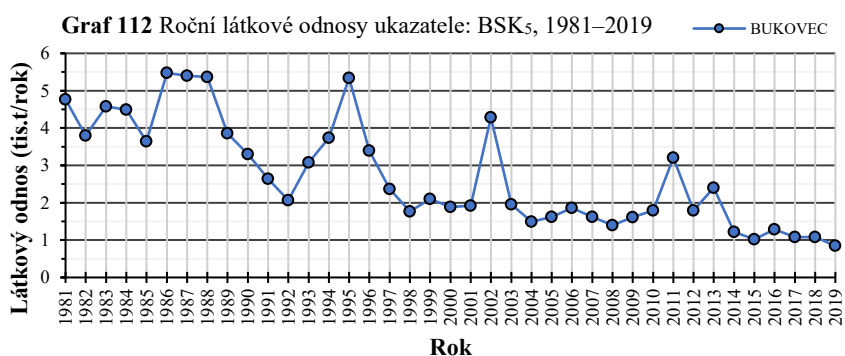
Látkové odnosy u dusíku amoniakálního (Graf 114) byly od roku 1981 do roku 1994 velmi variabilní. Nejvyšší byly v roce 1986 (1,73 tisíc t/rok), nejnižší v roce 1989 (800 t/rok). Po roce 1997 se jejich hodnoty ustálily a pohybovaly se v intervalu od 100 t/rok do 200 t/rok.

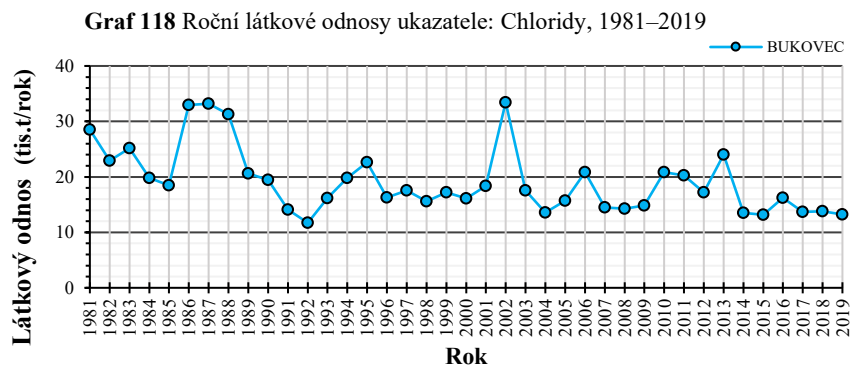
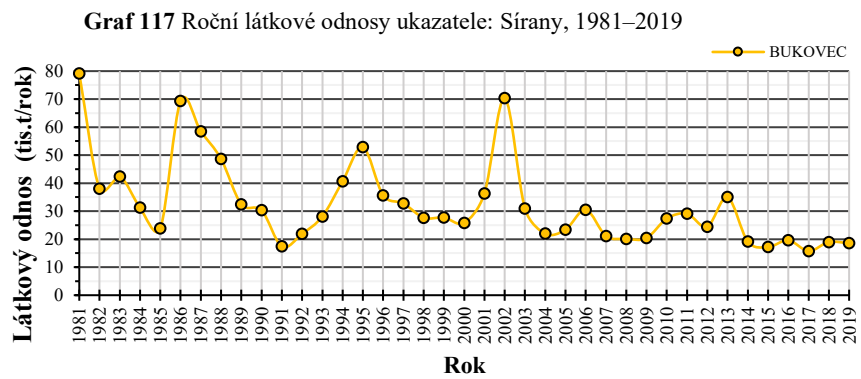
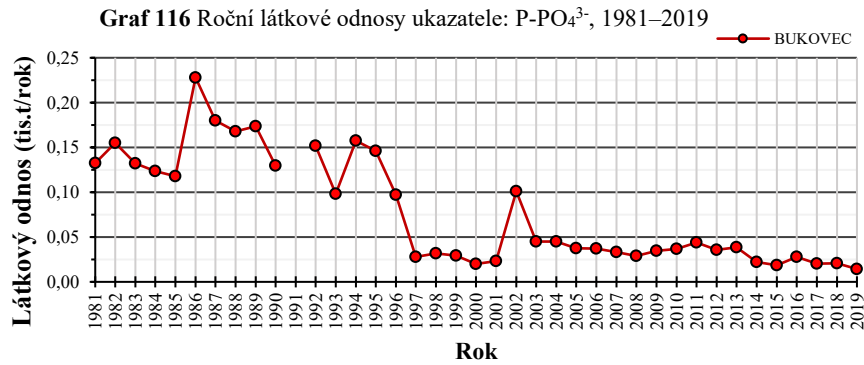
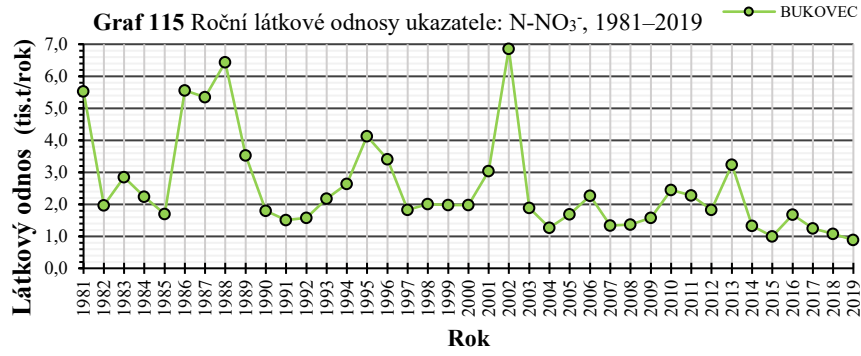
Výrazně variabilní průběh se projevil u dusičnanů (Graf 115). Přes výrazné snížení látkových odnosů v prvních sledovaných letech, od roku 1985 se postupně zvyšovaly do roku 1988, kdy bylo zjištěno podružné maximum (6,44 tis. t/rok). Na začátku devadesátých let byly opět nízké okolo 1,58 tis. t/rok se zvýšením v roce 1995. Patrné je zmíněné výrazné maximum v roce 2002 s 6,86 tis. t/rok. Od roku 2003 do konce sledovaného období byly zjištěny látkové odnosy mezi 1000 až 2000 t/rok. Výjimku tvoří roky 2010 až 2013, kdy se zvýšily nad tento uvedený interval.

Fosforečnany (Graf 116), přes mírné zvýšení v roce 1982 klesaly od začátku pozorování. Od roku 1985 do 1986 se v důsledku aplikace hnojiv zvýšily ze 120 t/rok na 230 t/rok. V následujících letech se však látkové odnosy naopak snížily. Až na rok 2002 se do roku 2019 pohybovaly pod 50 t/rok.

Podobný průběh jako dusík dusičnanový vykazují sírany (Graf 117). Shodují se zde období, kdy docházelo ke snižování hodnot látkového odnosu a rovněž období, kdy se jejich množství zvyšovalo. Hodnoty síranů jsou však výrazně vyšší oproti dusičnanům. Patrné jsou roky, kdy se vyskytly maximální hodnoty v letech 1986 a 2002 vzhledem k vysokým koncentracím a zejména k vysokým průtokům.

Látkové odnosy ukazatele chloridy (Graf 118) klesaly do roku 1992 (11,7 tis. t/rok). Navazují na období, během kterého byly odnosy chloridů nejvyšší. Například v roce 1986 byla zjištěna hodnota 32,96 tis. t/rok. Od roku 1996 se roční hodnoty látkových odnosů pohybovaly mezi 10000 a 20000 t/rok kromě roku 2002 s 33,44 tis. t/rok.

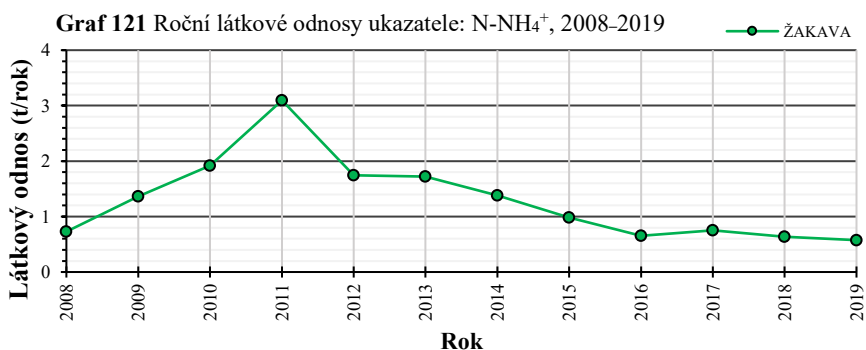
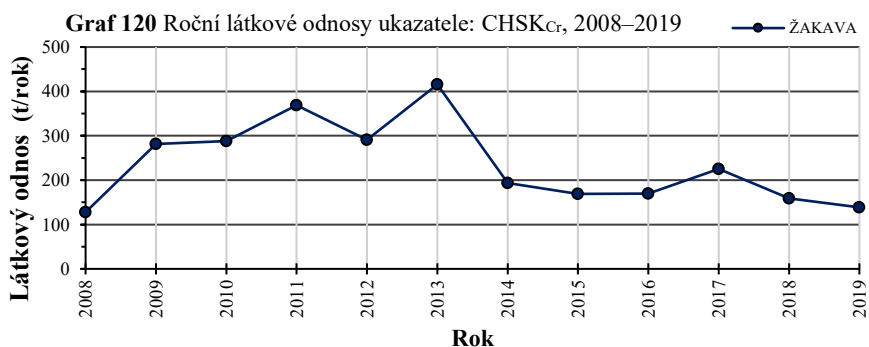
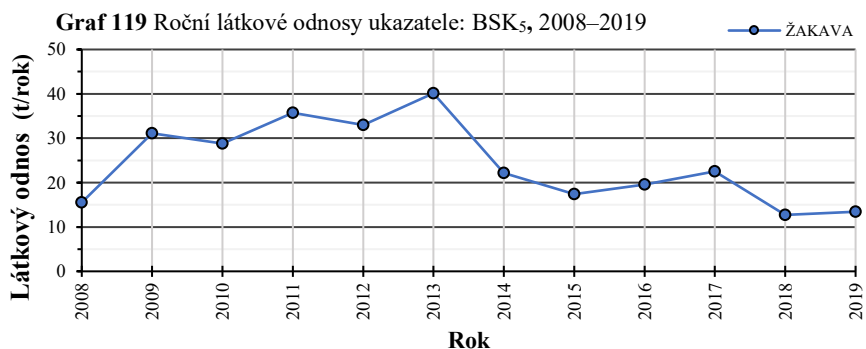


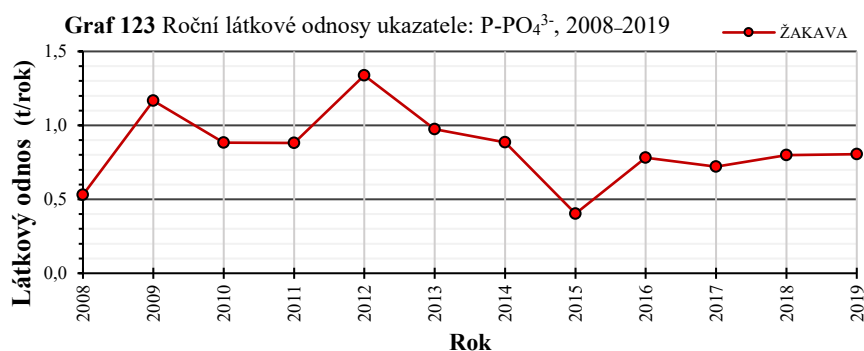
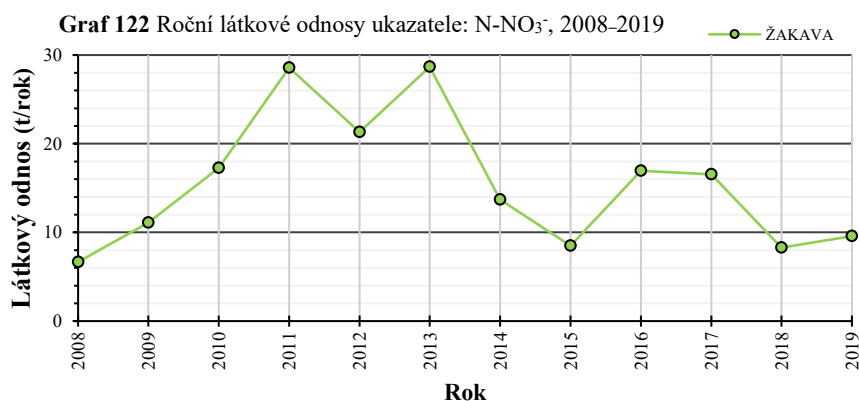


3.4.2. Bradava

Žákava

Na profilu Žákava byly stanoveny látkové odnosy od roku 2008 do roku 2019 pro ukazatele biochemická spotřeba kyslíku (Graf 119), chemická spotřeba kyslíku dichromanem (Graf 120), dusík amoniakální (Graf 121) a dusičnanový (Graf 122) a fosfor fosforečnanový (Graf 123). Všechny ukazatele vykazovaly postupný růst látkových odnosů od začátku pozorování v roce 2008. V roce 2013 byly zjištěny maximální hodnoty odnosů pro BSK₅ (40 t/rok), CHSK_{Cr} (415,6 tun/rok) a dusíku amoniakálního (3,09 t/rok). Dusík dusičnanový měl další maximum v roce 2011. Do konce sledovaného období pak následně hodnoty odnosů klesaly, kromě dusíku dusičnanového, který měl v období 2015–2018 zvýšené hodnoty odnosů a fosforečnanový, které se od roku 2016 drží v hodnotě kolem 0,8 t/rok. U biochemické spotřeby kyslíku a chemické spotřeby dichromanem pokles nebyl mezi roky 2014 až 2017 tak výrazný.



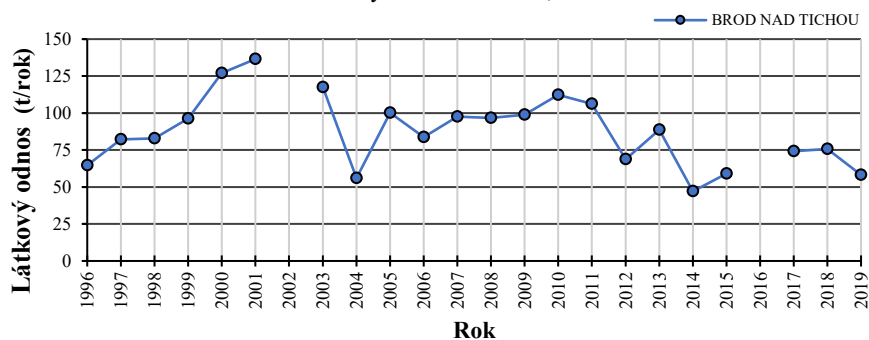


3.4.3. Hamerský potok

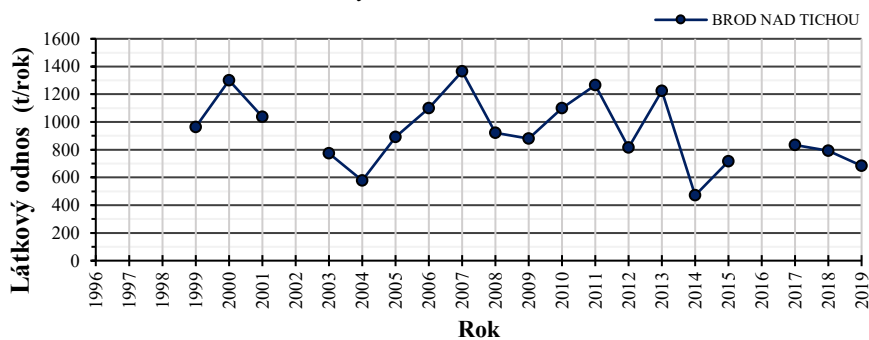
Brod nad Tichou

Na profilu Brod nad Tichou byly látkové odnosy stanoveny pro období 1996 až 2019. Nebyly zde k dispozici data za roky 2002 a 2016, takže časová řada není souvislá. Do roku 2000 se u všech ukazatelů znázorněných na grafech 124 až 128 kromě dusíku dusičnanového projevil růst ročních látkových odnosů. Následně vykazovaly přes několik zvýšených období postupné snížení v průběhu sledovaného období. Výraznější variabilita se projevila u chemické spotřeby kyslíku, u které byly zjištěny zároveň nejvyšší hodnoty látkových odnosů ze všech ukazatelů. Maximum u ní nastalo v roce 2007, kdy roční odnosy byly stanoveny na 1364, 74 t/rok. Uvedený dusík dusičnanový se po výrazném poklesu v roce 1998, začal od roku 2004 výrazně zvyšovat s 10 t/rok v roce 2009. Následně však jeho látkové odnosy snižovaly až do roku 2019. Podružné maximum odnosů bylo zjištěno v období od 2004 do 2009 v látkových odnosech dusíku amoniakálního a fosforečnanů. U biochemické spotřeby kyslíku, toto období trvalo až do 2012 a po snížení v roce 2014 se ještě mírně zvýšily, což je patrné i u ostatních ukazatelů. V posledních dvou sledovaných letech je patrný klesající trend.

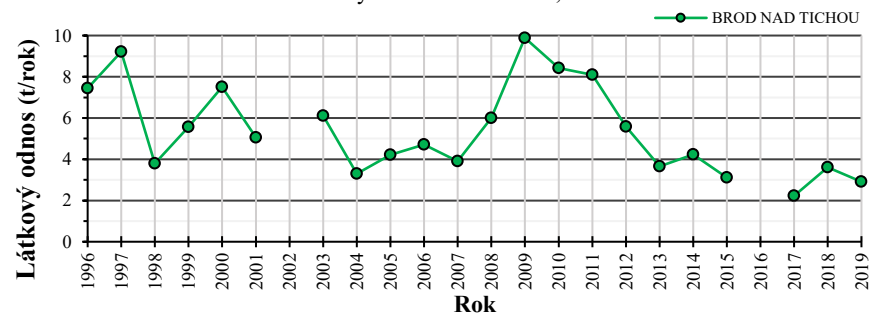
Graf 124 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 1996-2019



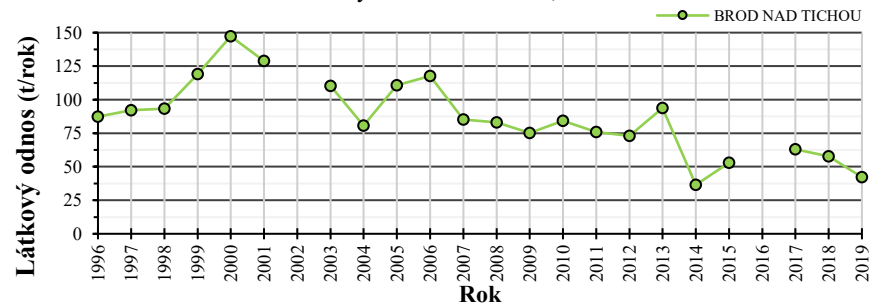
Graf 125 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1996-2019



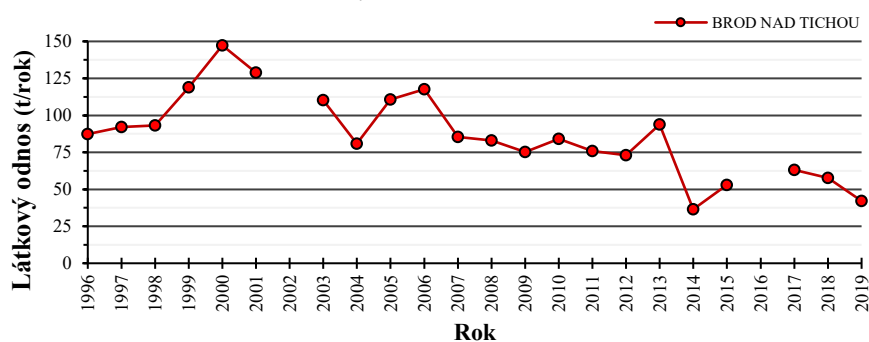
Graf 126 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1996-2019



Graf 127 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1996-2019



Graf 128 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1996-2019

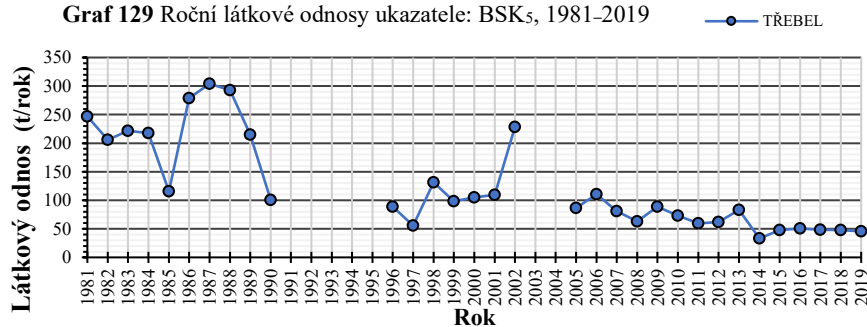


3.4.4. Kosový potok

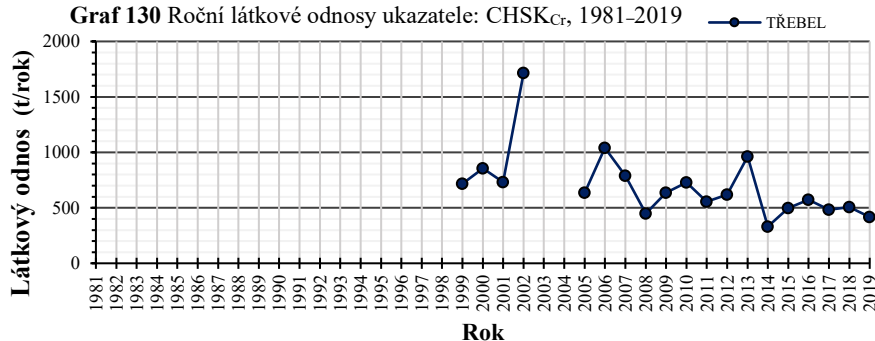
Třebel

Na profilu Třebel, jehož výsledky jsou vyjádřeny na grafech 129 až 133 došlo k analýze látkových odnosů ve třech po sobě jdoucích obdobích, vzhledem k nesouvislé řadě dat jednotlivých ukazatelů. První od 1981 roku 1990, druhé od 1996 do roku 2002 a třetí od roku 2005 do roku 2019. Výjimku tvořil ukazatel chemická spotřeba kyslíku, který měl pouze dvě sledovaná období, protože začátek pozorování nastal až v roce 1996. První období je charakteristické nejprve poklesem látkových odnosů biochemické spotřeby kyslíku, dusíku amoniakálního a dusičnanového i fosforečnanů. Jejich růst odráží až následující roky s maximálními hodnotami v letech 1987 a 1988 např. množství dusíku dusičnanového v roce 1988 dosáhlo 385 t/rok. Pak následoval prudký pokles v roce 1990. V druhém období se projevil rostoucí trend všech ukazatelů, který byl ukončen rokem 2002. U dusíku amoniakálního se látkové odnosy držely pod hodnotou 10 t/rok a k tomuto procesu nepřispěly. Od roku 2006 docházelo k postupnému snižování, s větší meziroční variabilitou u chemické spotřeby kyslíku, u všech sledovaných ukazatelů.

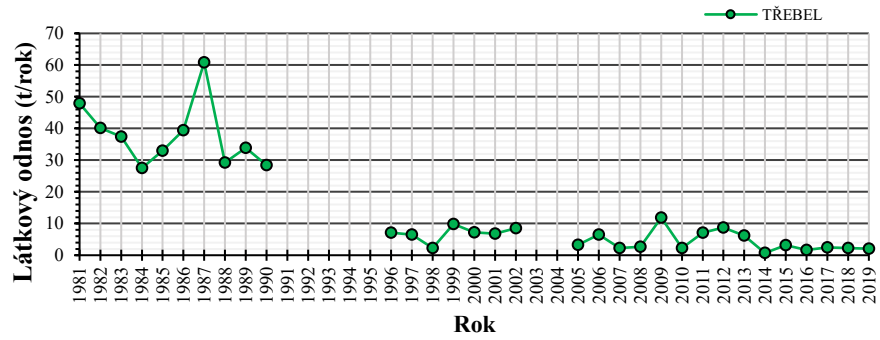
Graf 129 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 1981-2019



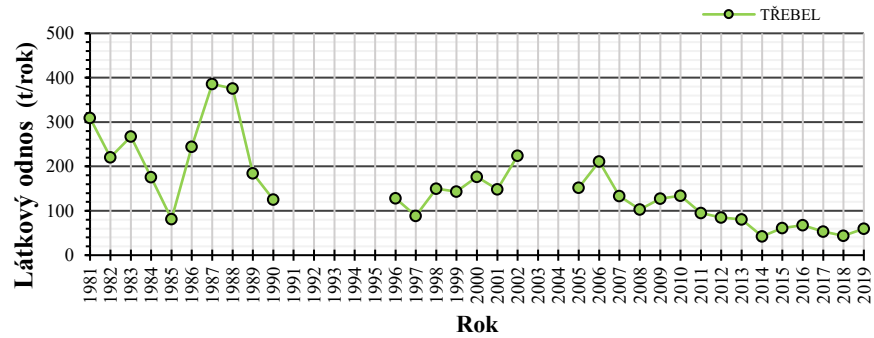
Graf 130 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1981-2019



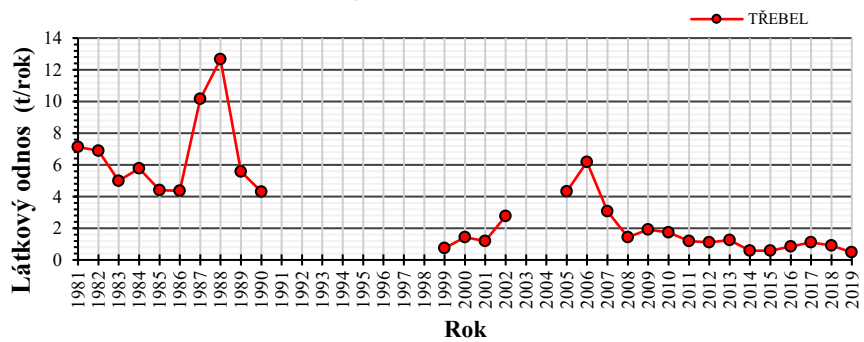
Graf 131 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1981-2019



Graf 132 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981-2019



Graf 133 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981-2019



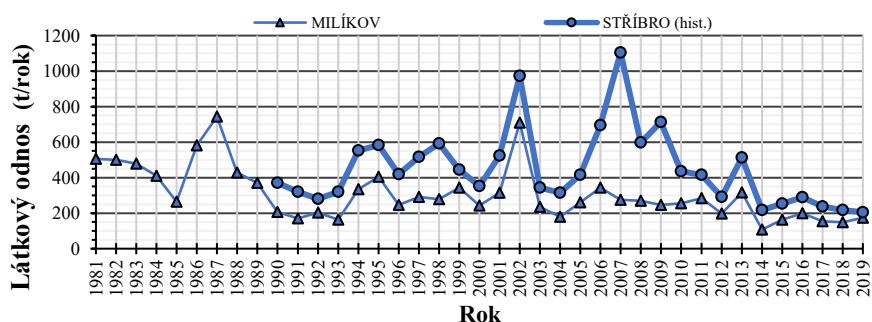
3.4.5. Mže

Milíkov, Stříbro (hist.)

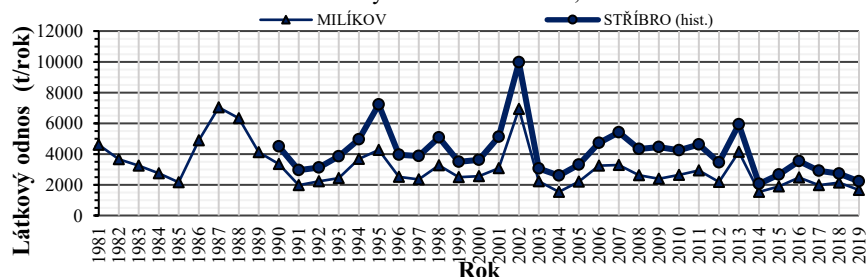
V povodí Mže byli látkové odnosy stanoveny na profilech Milíkov a Stříbro (hist.). Profil Obora nebyl hodnocen, protože látkové odnosy daných ukazatelů byly velmi nízké a v uvedených grafech by jejich vývoj bylo obtížné zaznamenávat. Na vybraných profilech byly analyzovány všechny ukazatele znečištění, lišila se pouze doba od kdy byla dostupná data Stříbro (hist.) mělo k dispozici data od roku 1990 a Milíkov 1981.

Je patrné z grafů 134 až 140, že časový průběh látkových odnosů byl v průběhu sledovaného období 1981 až 2019 velmi variabilní a často docházelo ke střídání let s vysokými i nízkými látkovými odnosy, a to koresponduje již se získanými hodnotami průměrných ročních koncentrací. U všech ukazatelů na profilu Milíkov byly zjištěny vysoké hodnoty po roce 1985 a v polovině devadesátých let. V tomto druhém období byly zároveň zjištěny i na profilu Stříbro (hist.). Významné maximum zde bylo zjištěno i v roce 2002 mimo ukazatel dusík amoniakální, u kterého byly tyto hodnoty patrné až v roce 2006 (64 t/rok) a 2009 (60 t/rok). Na Stříbru (hist.) byly hodnoty BSK₅ ještě vyšší oproti roku 2002 (973 t/rok) v roce 2007 (1104 t/rok). V následujících letech se však veškeré odnosy snižovaly, kromě chemické spotřeby kyslíku, kde se tento jev projevil až po roce 2013. Fosforečnany klesaly od roku 2002 do konce sledovaného období na obou profilech, v posledních letech byly hodnoty odnosů velmi podobné. Stejný trend byl zjištěn u síranů a chloridů. Chloridy měly ale roční odnosy na profilu Stříbro (hist.) vždy vyšší než 3000 t/rok až na rok 2014.

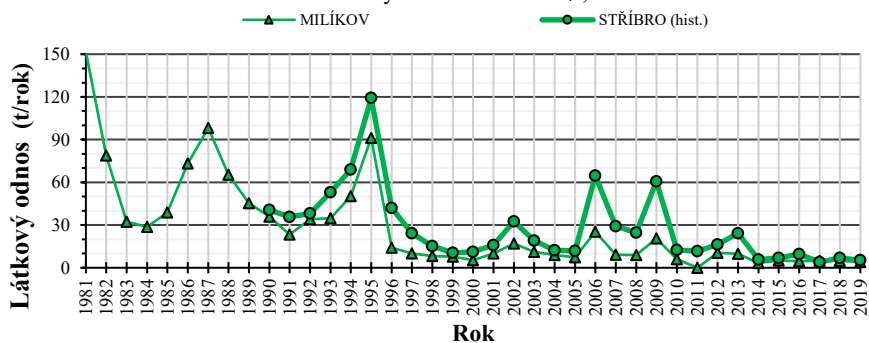
Graf 134 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 1981-2019



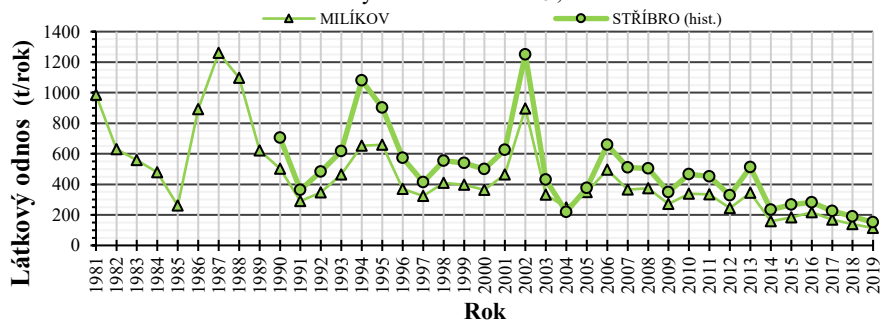
Graf 135 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1981-2019



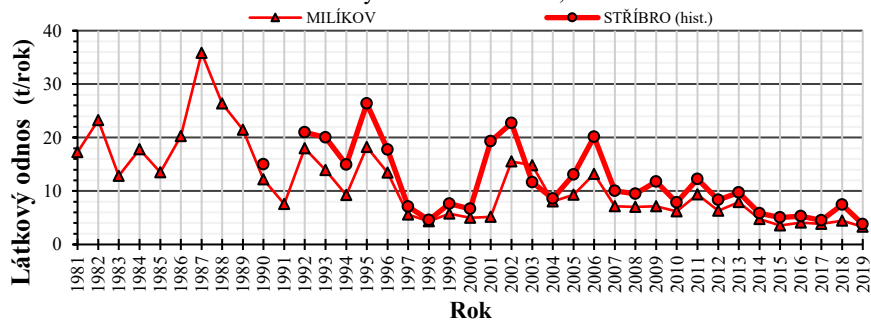
Graf 136 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1981-2019



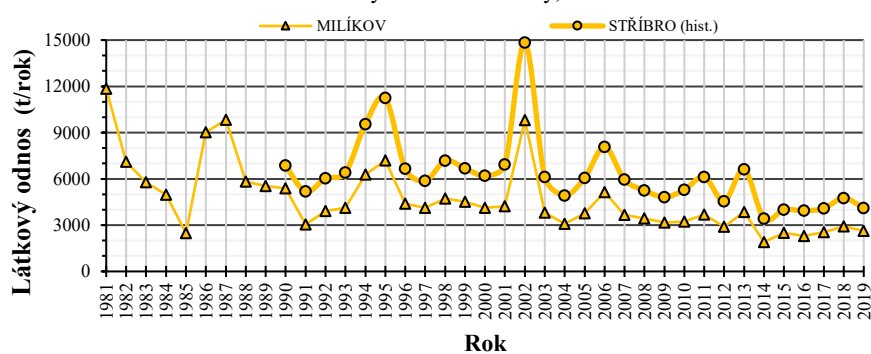
Graf 137 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981-2019



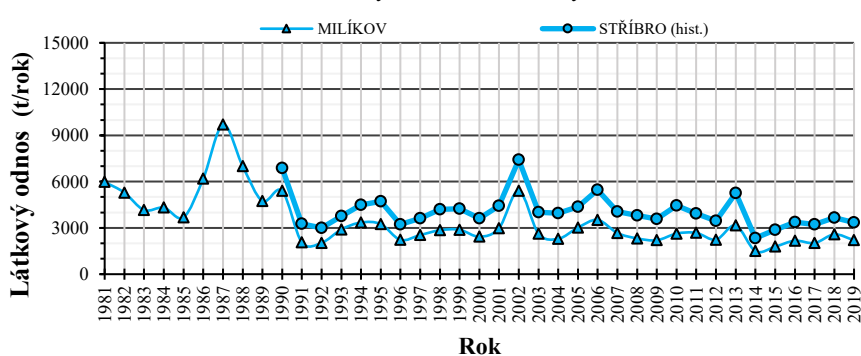
Graf 138 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981-2019



Graf 139 Roční látkové odnosy ukazatele: Sířany, 1981-2019



Graf 140 Roční látkové odnosy ukazatele: Chloridy, 1981-2019



3.4.6. Radbuza

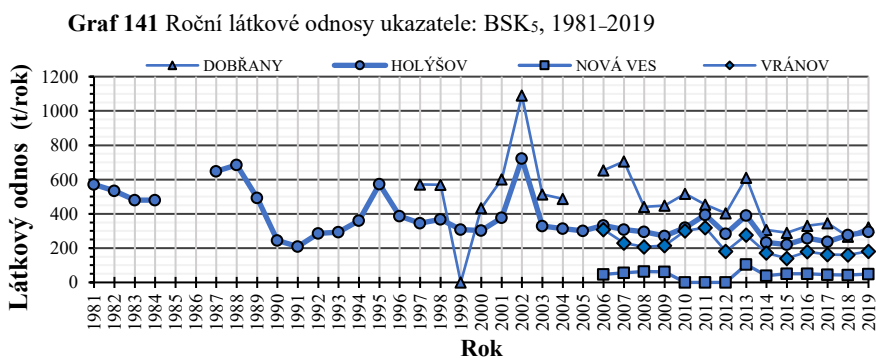
Dobřany, Holýšov, Nová Ves, Vránov

V povodí Radbuzy byly látkové odnosy vypočítány na těchto čtyřech profilech s rozdílným začátkem doby pozorování. Na profilu VD České údolí ke stanovení nedošlo, jelikož zde nebyly k dispozici dostatečně dlouhé časové řady. Zároveň se u profilu Holýšov vyskytly chybějící data v období 1985 až 1986 a 1991.

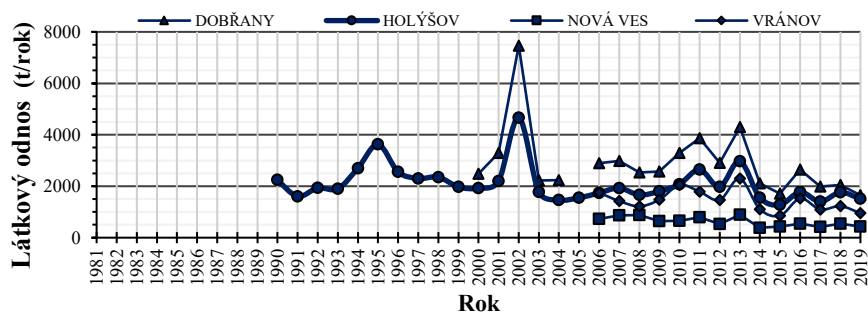
Látkové odnosy u BSK₅ (Graf 141) klesaly na Holýšově od 1988 (685,8 t/rok) do roku 1990. Během devadesátých let 20. století probíhalo zvyšování až do roku 1995. Odnosy pohybovaly mezi 200 až 400 t/rok až na rok 2002, kdy byly odnosy s hodnotou 722 t/rok. Na Dobřanech byla v roce 2002 zjištěna hodnota 1089 t/rok, ale ta se dále zvyšovala až do roku 2007.

Stejný průběh na obou profilech vykazuje chemická spotřeba kyslíku (Graf 142), maximum v roce 2002 a poté následné kolísání kolem 2000 t/rok, na Dobřanech byly až kolem 4000 t/rok. Amoniakální dusík (Graf 143) a fosforečnany (Graf 145) a jeho odnosy klesaly po celou dobu pozorování, jelikož navazovaly na roky, během kterých byly odnosy nejvyšší např. v roce 1987 a 1988. Mírně zvýšené byly jen v roce 2002 (N-NO₃⁻–32,88 t/rok na Holýšově, fosforečnany 23,78 t/rok).

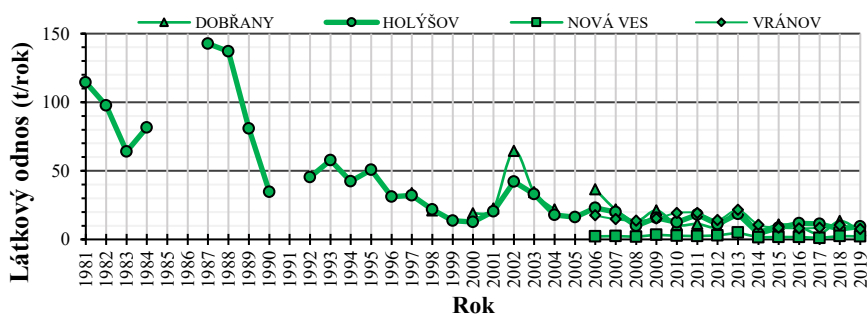
Látkové odnosy u dusíku dusičnanového (Graf 144) nejdříve klesaly. V roce 1984 bylo vypočteno 529 t/rok oproti 802 t/rok. Po roce 1987 však již znovu klesaly. Od roku 1998 zůstávají na hodnotě 500 t/rok, výjimkou je opět rok 2002 a 2013, po kterém došlo ke snížení a v roce 2019 měly na Holýšově 212 t/rok.



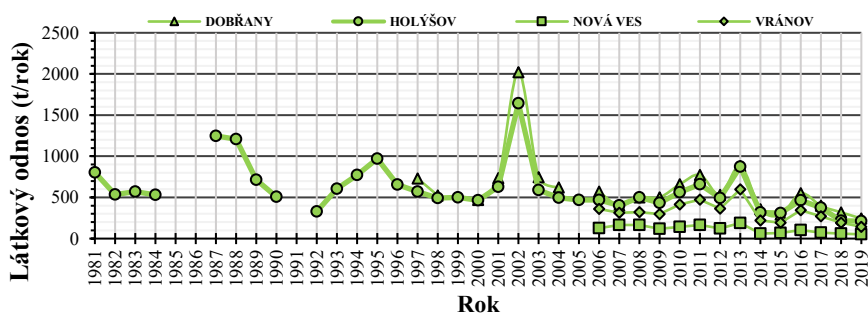
Graf 142 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1981-2019



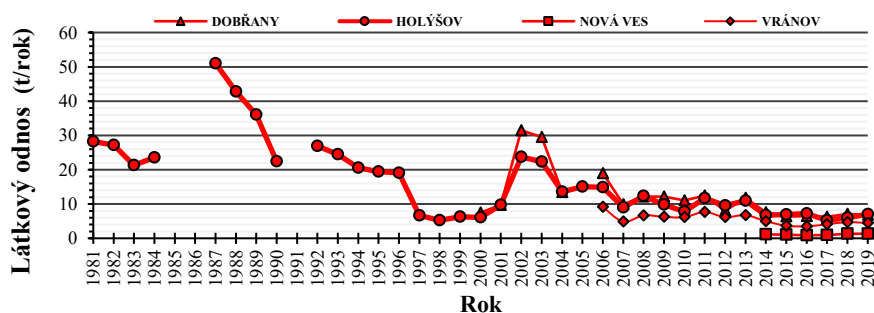
Graf 143 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1981-2019



Graf 144 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981-2019



Graf 145 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981-2019



3.4.7. Úhlava

Hamry, Doudlevce, Svrčovec

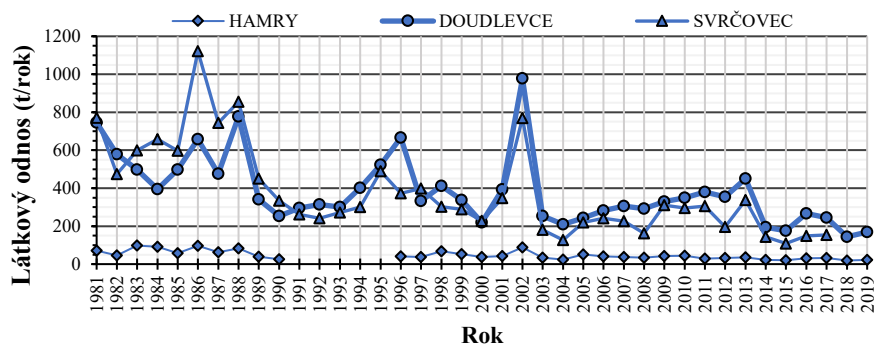
Výsledky látkových odnosů z povodí Úhlavy vyjadřují grafy číslo 146 až 152. Byly sledovány od 1981 do roku 2019 na profilu Doudlevce, do 2017 na profilu Svrčovec. Nesouvislá řada měření je také u profilu Hamry.

U ukazatele biochemické spotřeby kyslíku došlo v průběhu sledovaného období k výskytu vyšších hodnot na profilu Svrčovec, který byl položen výše na toku vůči závěrovému profilu na Doudlevcích. Tento jev je v grafu patrný od roku 1983 do 1990, do roku 1986 byly navíc látkové odnosy jedny z nejvyšších, stoupaly na Doudlevcích od roku 1984 a Svrčovci od 1982. První polovina 90. let se vyznačuje nízkými hodnotami, které střídá růst od roku 1994. Dalším významným rokem s maximem je rok 2002 (978 t/rok–Doudlevce), po kterém se sice hodnoty v následujícím roce 2003 snížily, ale pokračovaly pomalým růstem až do 2013.

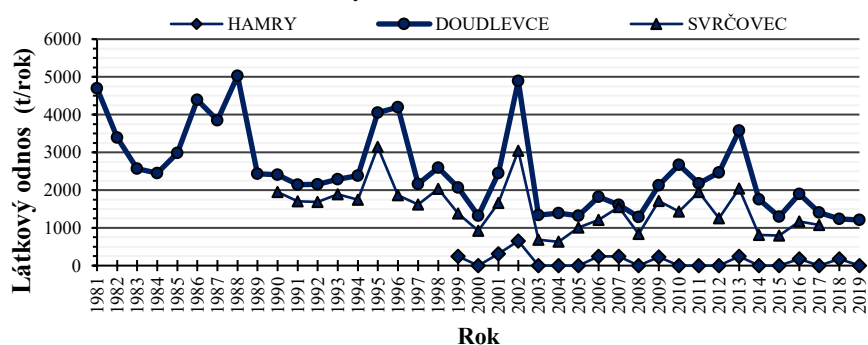
Vývoj chemické spotřeby kyslíku a dusíku dusičnanový vykazuje podobný průběh jako BSK₅, k výskytu maxim došlo ve stejných letech. Pouze hodnoty na profilu Svrčovec nepřesáhly ty na profilu Doudlevce. Zároveň obě linie průběhu látkových odnosů tyto trendy lépe vystihují. Druhé období zvýšených látkových odnosů oproti předchozím letům není tolik významné jako na Svrčovci.

Množství dusíku amoniakálního klesalo od začátku pozorování v roce 1981. Jediné výraznější zvýšení bylo zjištěno v roce 1988 na profilu v Doudlevcích a v období 1991 až 1994 na profilu Svrčovec. Vyšší hodnoty představuje také rok 2002 (35,56 t/rok–Doudlevce, 58 t/rok–Svrčovec). Do konce sledovaného období byly v intervalu 10 až 20 t/rok na obou profilech. Na profilu Hamry jsou hodnoty zanedbatelné. U látkových odnosů síranů byl několikrát zjištěn jeden rok, ve kterém byla hodnota vyšší oproti letům předchozím. Mezi ně patří např. v roce 1986 (9581 t/rok) nebo v roce 1995 (9420 t/rok). Na Svrčovci byl průběh podobný, ale hodnoty byly nižší.

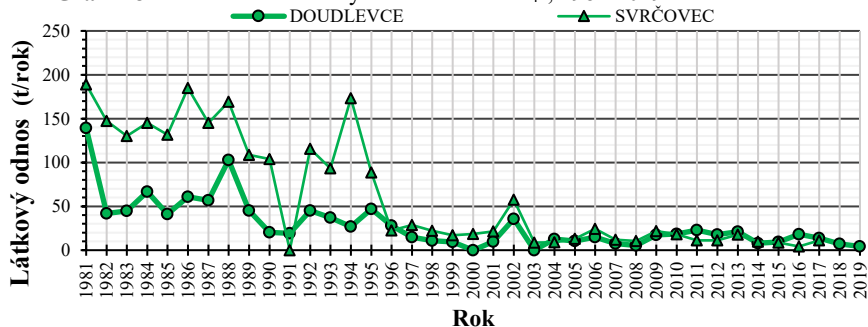
Graf 146 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 1981-2019



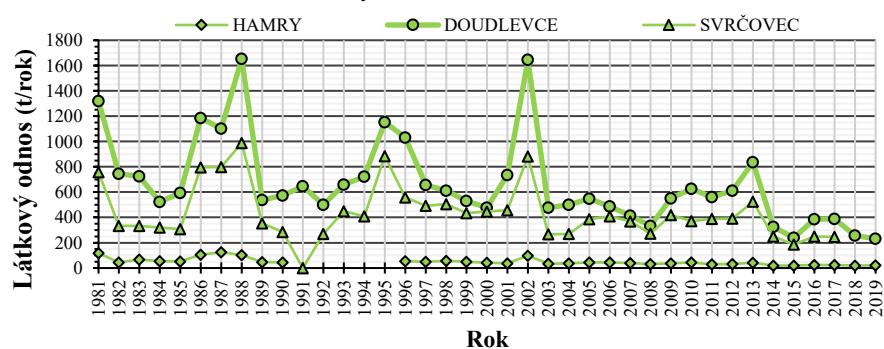
Graf 147 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1981-2019



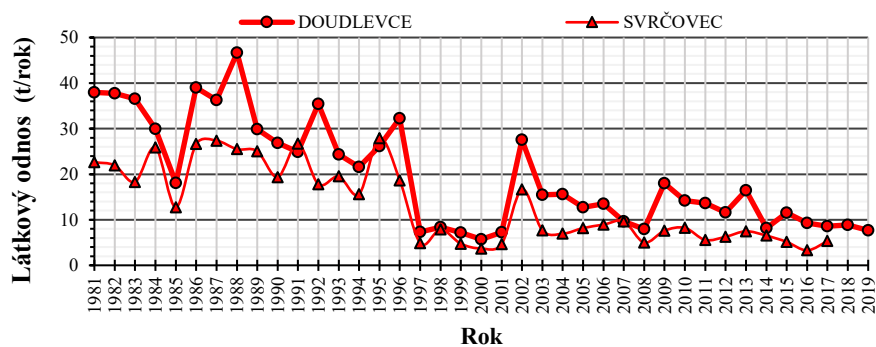
Graf 148 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1981-2019



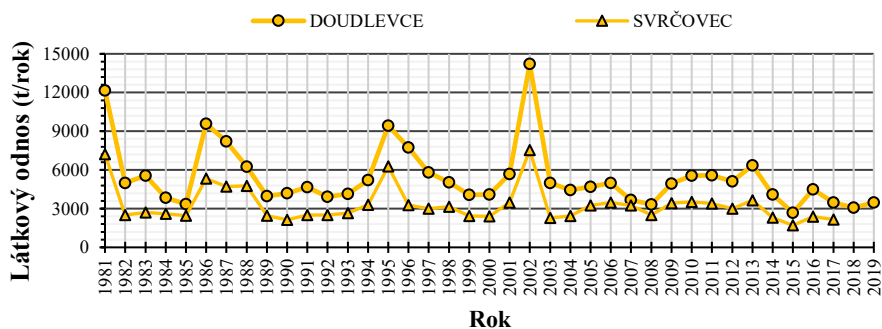
Graf 149 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981-2019



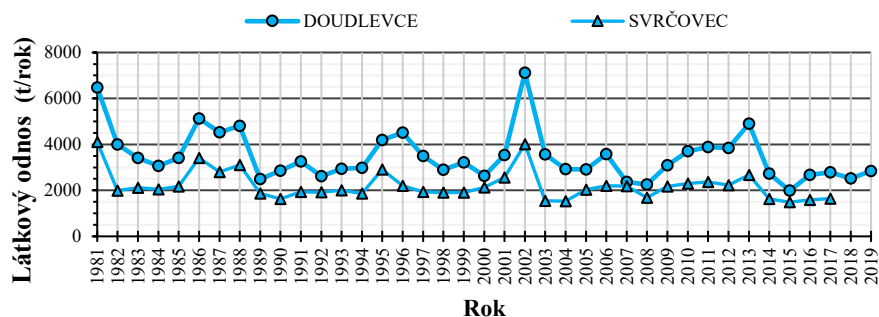
Graf 150 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981-2019



Graf 151 Roční látkové odnosy ukazatele: Sířany, 1981-2019



Graf 152 Roční látkové odnosy ukazatele: Chloridy, 1981-2019

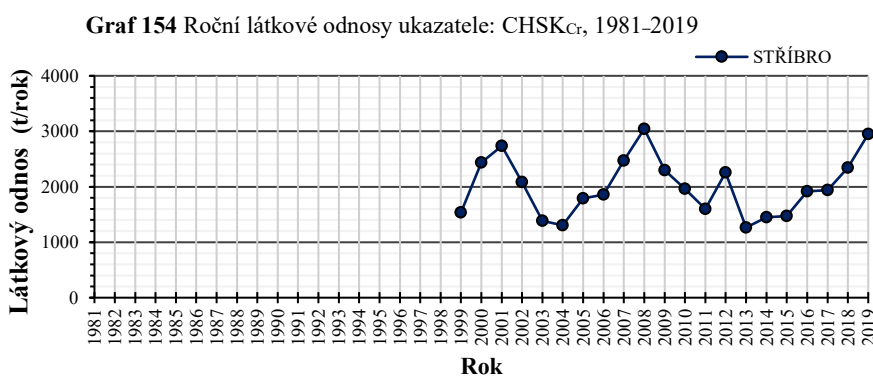


3.4.8. Úhlavka

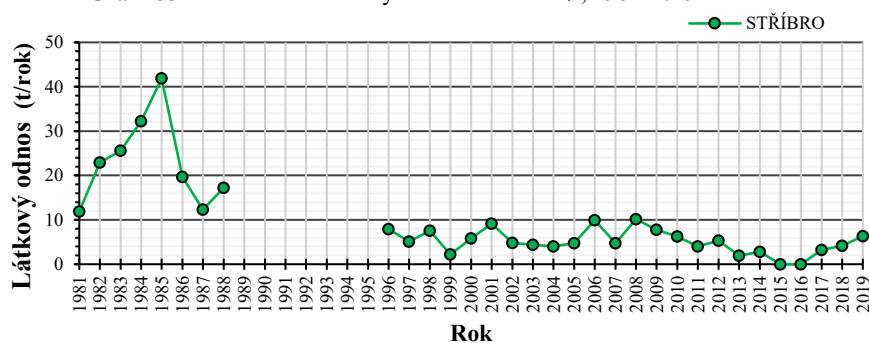
Stříbro

Na profilu Stříbro byly látkové odnosy stanoveny od roku 1981 do roku 2019. Výjimku tvořilo období 1989 až 1995, během kterého nebyly k dispozici koncentrace daných ukazatelů a chemická spotřeba kyslíku, která byla analyzována až od roku 1999.

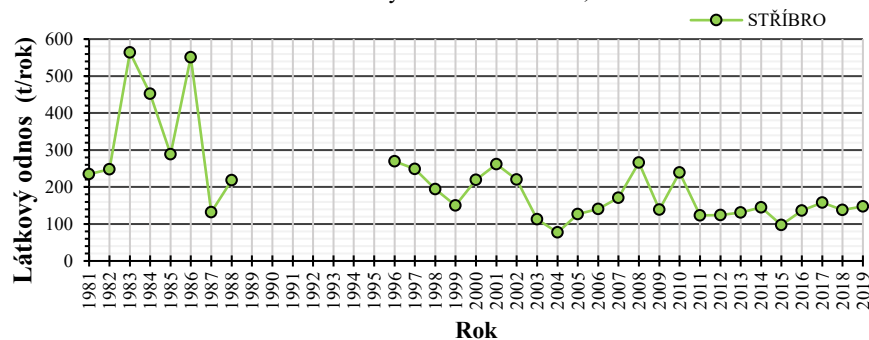
Biochemická spotřeba kyslíku (Graf 153) nejprve výrazně klesala po roce 1983, ale od roku 1996 je patrné výrazné maximum v roce 1998 a 2001. Další období vysokých odnosů probíhalo od roku 2003 do 2008 a od 2014 do 2019. Nejnižší látkový odnos byl zjištěn v roce 2013 (78 t/rok. U chemické spotřeby kyslíku (Graf 154) bylo vyšší období látkových odnosů v letech 1999 až 2001, 2004 až 2008. Tento rok byl celkově charakteristický maximem s 3042 t/rok. Od roku 2013 však opět látkové odnosy stoupají. Amoniakální dusík (Graf 155) měl nejvyšší hodnoty v roce 1985 (42 t/rok). Od roku 1996 nepřesáhly hodnotu 10 t/rok, od 2016 se opět zvyšují. Přes výraznou meziroční variabilitu v prvních sledovaných letech měly dusičnany (Graf 156) v tomto období nejvyšší látkové odnosy (rok 1983–563 t/rok, rok 1986–550 t/rok). V roce 1984 byly zároveň zjištěny maximální hodnoty u fosforečnanů (Graf 157) 8 t/rok. Od roku 1999 docházelo ke zvýšení až do roku 2008, pak nastal pokles, ale hodnoty vykazovaly variabilitu.



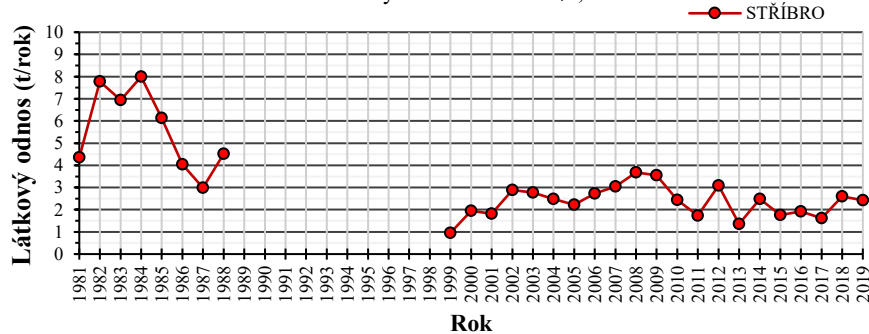
Graf 155 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1981-2019



Graf 156 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981-2019



Graf 157 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981-2019



3.4.9. Úslava

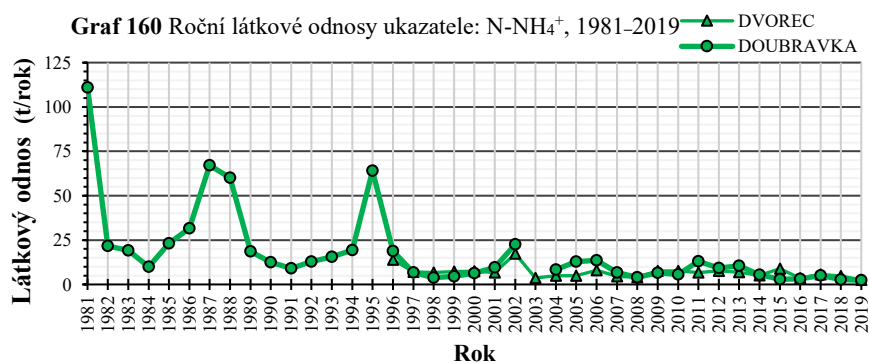
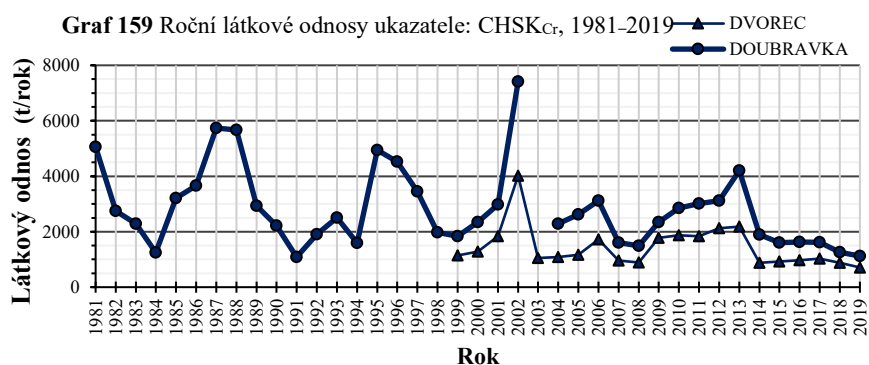
Dvorec u Nepomuka, Doubravka

Látkové odnosy na profilech Dvorec u Nepomuka a v závěrovém profilu Doubravka (Grafy 158 až 164) byly v průběhu sledovaného období velmi variabilní. Během období 1981 až 2019 docházelo ke zvyšování i poklesům. Na profilu Doubravce byly vysoké odnosy daných ukazatelů patrné v následujících letech: od 1984 do 1988, 1998 až 2002 a 2008 až 2013. Fosfor fosforečnanový se zde zvyšoval také od roku 1991 do roku 1995 spolu se sírany a chloridy.

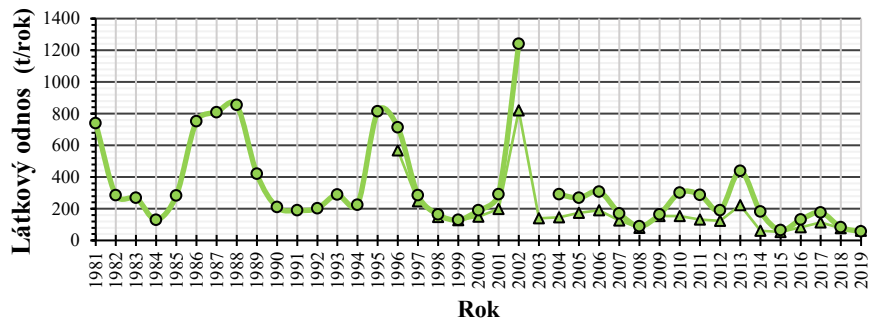
V roce 2002 došlo k výskytu maximálních látkových odnosů na obou profilech pro všechny ukazatele mimo síranů, fosforečnanů a dusíku amoniakálního na profilu

Doubravka, jelikož jejich odnosy byly v předchozích letech oproti tomuto roku vyšší např. v roce 1987 bylo množství fosforečnanů stanoveno na 24 t/rok. Sírany a dusík amoniakální měly nejvyšší hodnotu v prvním roce pozorování 1981 s 16252 t/rok u síranů (Graf 163) a 111 t/ rok u dusíku amoniakálního (Graf 160).

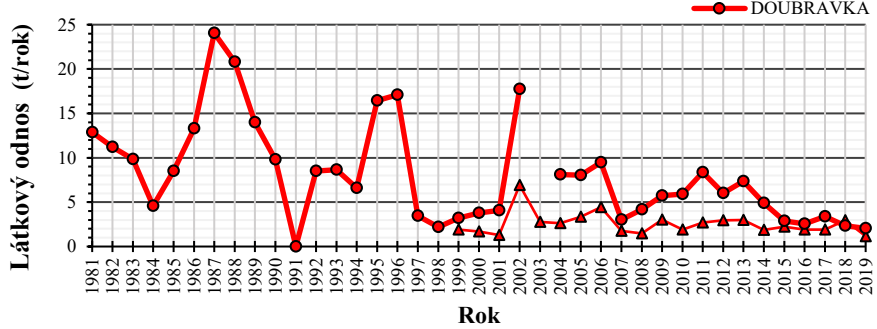
Látkové odnosy BSK₅ (Graf 158) na Dvorci nejprve klesaly. Z 245 t/rok v roce 1996 se snížily na 172 t/rok v roce 1997. Od té doby však rostly až do roku 2002 (580 t/rok). Ve zbývající části období se pohybovaly kolem hodnoty 200 t/rok se snižujícím se trendem v posledních letech. Chemická spotřeba kyslíku (Graf 159) se po snížení po roce 2003, oproti maximu v roce 2002 (4021 t/rok) postupně zvyšovala až do roku 2013. Následně byl zaznamenán mírný pokles. Amoniakální dusík (Graf 160) nepřekročil hodnotu 25 t/rok. Odnos dusičnanů (Graf 161) po roce 2002 (820 t/rok) nebyl vyšší než 200 t/rok.



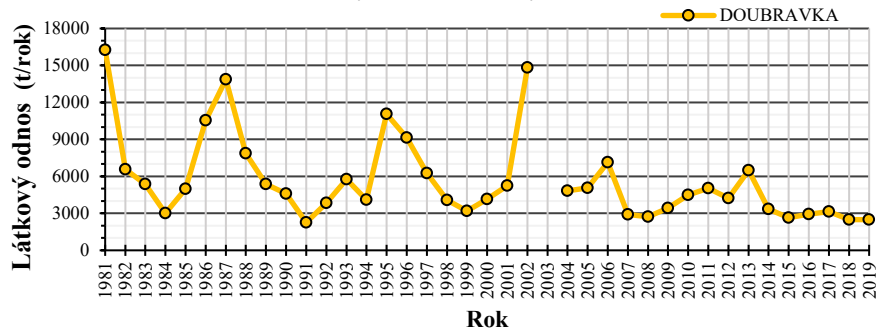
Graf 161 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981-2019



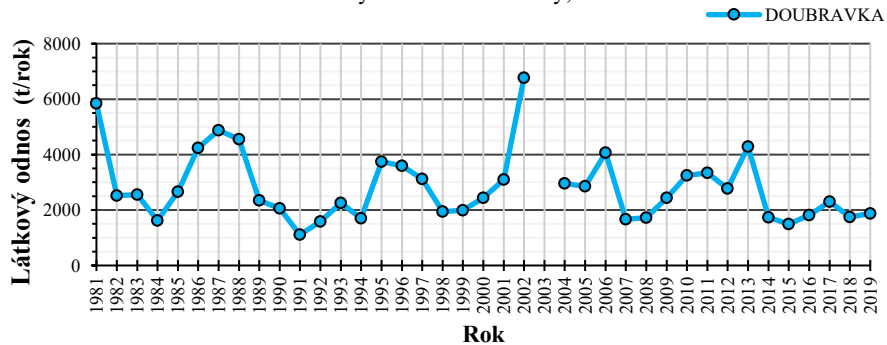
Graf 162 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981-2019



Graf 163 Roční látkové odnosy ukazatele: Sířany, 1981-2019



Graf 164 Roční látkové odnosy ukazatele: Chloridy, 1981-2019

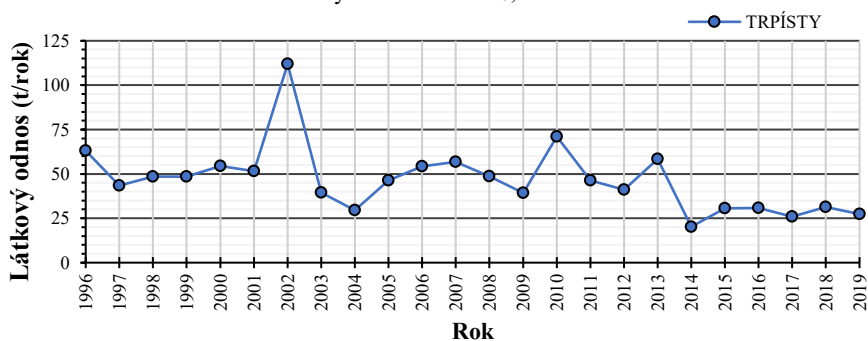


3.4.10. Úterský potok

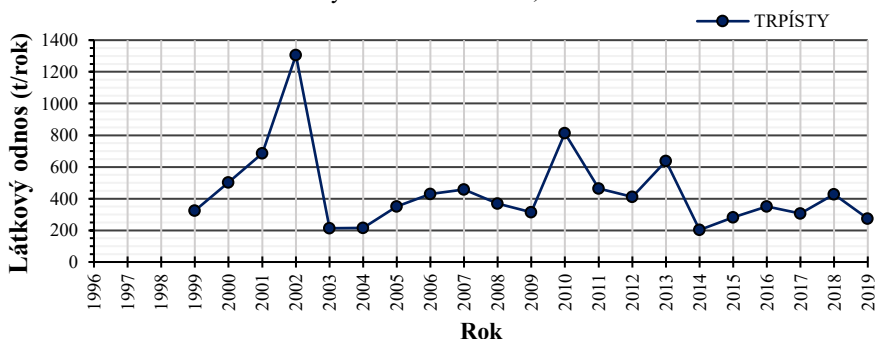
Trpísty

Látkové odnosy na profilu Trpísty na Úterském potoce byly sledovány v období 1996 až 2019, kromě chemické spotřeby, u které jsou dostupná data až od roku 1999 a fosforu fosforečnanového od roku 2000. Na níže uvedených grafech 165 až 169 je velmi dobře viditelný rok 2002, během kterého byly zjištěny maximální hodnoty látkových odnosů u všech ukazatelů v celém sledovaném období např. 111 t/rok u BSK₅, 1305 t/rok u CHSK_{Cr} a 307 t/rok u dusíku dusičnanové. Ty se však u dusičnanů zvyšovaly už od roku 1998 (59,8 t/rok) a tento rok jejich růst skončil, jelikož je v roce 2003 patrné jejich výrazné snížení. Vyšší odnosy oproti ostatním rokům byly zároveň zaznamenány v období 2009 až 2014 mimo dusík amoniakální, Hodnoty odnosů v dalších letech ale nebyly tak vysoké a spíše se snižovaly (CHSK_{Cr}, N-NO₃⁻) nebo se po případném poklesu neměnily (BSK₅ byly výše než 25 t/rok). U fosforečnanů a dusíku amoniakálního byly také zaznamenány roky během kterých došlo k minimálnímu odnosu (u N-NH₄⁺ v roce 2000 a období 2013, u fosforečnanů rok 2003). Jejich látkové odnosy ale v následujících letech rostly.

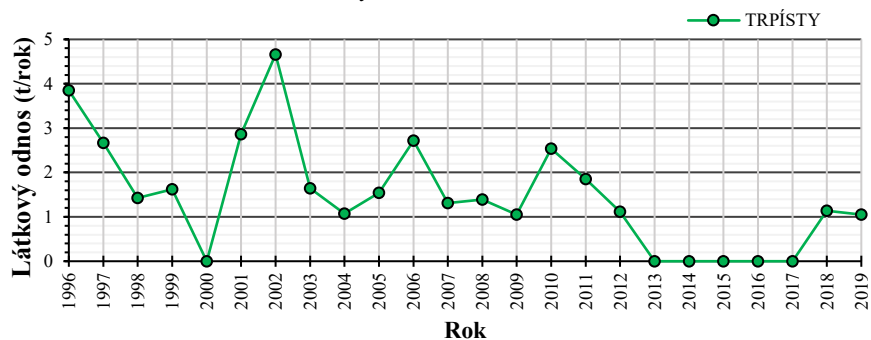
Graf 165 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 1996-2019



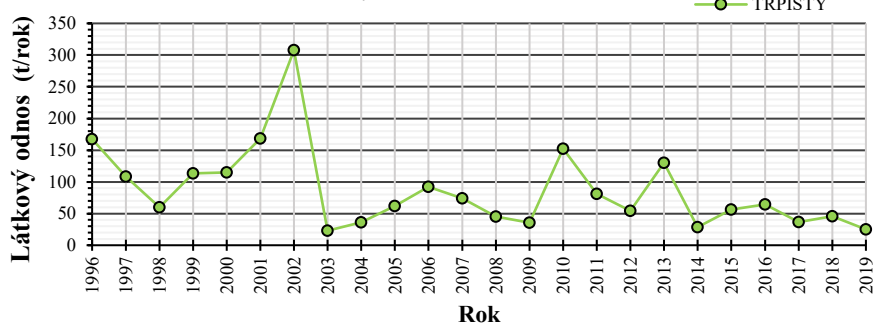
Graf 166 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1996-2019



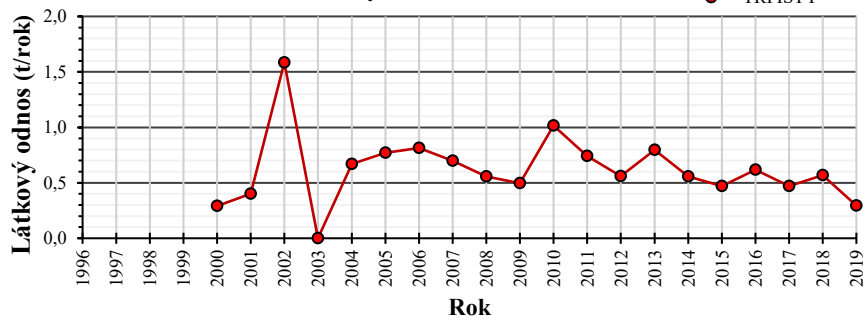
Graf 167 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1981-2019



Graf 168 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981-2019



Graf 169 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981-2019



3.5. Specifický látkový odnos na profilu Bukovec

Na profilu Bukovec byly stanoveny specifické látkové odnosy pro všechny vybrané ukazatele v celém sledovaném období od roku 1981 do roku 2019. Jedná se se o závěrový profil vybraného území, takže výsledky specifických látkových odnosů jsou vztažené k celé ploše území v t/km²/rok.

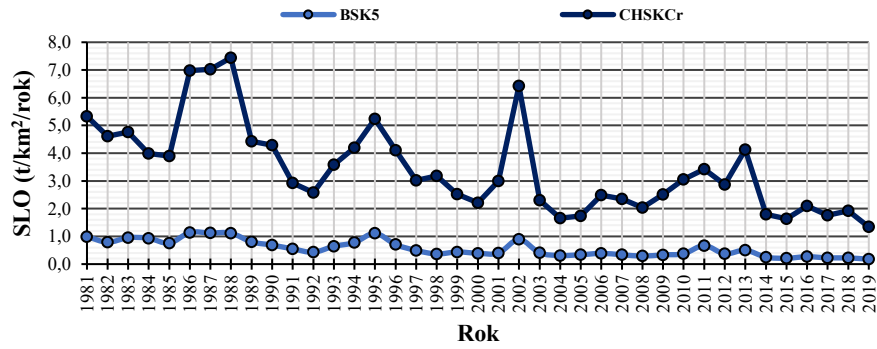
Vývoj specifického látkového odnosu ukazatelů biochemické spotřeby kyslíku spolu s chemickou spotřebou kyslíku je znázorněn na grafu 170. Hodnoty BSK₅ byly v prvních letech pozorování pod hodnotou 1 t/km²/rok, od roku 1985 do 1988 tuto velikost převyšovaly. Růst vyjadřují i roky 1992 až 1995. Specifický látkový odnos s hodnotou 0,89 t/km²/rok zaznamenal i rok 2002. Následně již však množství klesalo s drobným zvýšením v roce 2011 (0,67 t/km²/rok).

U CHSK_{Cr} (Graf 170) je vývoj odlišný, jelikož došlo k výraznému střídání období s vysokými a nízkými látkovými odnosy, z nichž nejvyšší byly mezi roky 1986 až 1988 (7 t/km²/rok). Další roky s vysokými specifickými látkovými odnosy jsou rok 1995 (5,24 t/km²/rok), rok 2002 (6,42 t/km²/rok) a 2013 (4,13 t/km²/rok).

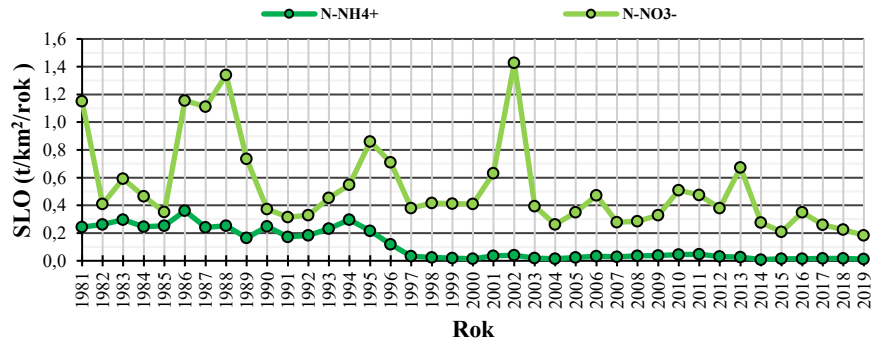
Podobný trend jako u CHSK_{Cr} je viditelný u dusíku dusičnanového (Graf 171). Období zvyšování a poklesů si vzájemně časově odpovídají, liší se pouze hodnotami a výrazným propadem na začátku pozorování do roku 1985, který u CHSK_{Cr} nebyl tak výrazný. Maximum specifických látkových odnosů bylo zjištěno opět v roce 1988 (1,34 t/km²/rok), 1995 (0,86 t/km²/rok) a v roce 2002 (1,43 t/km²/rok). Poslední tři roky pozorování klesá a pohybuje se pod 0,2 t/km²/rok. Dusík amoniakální, vyjádřený ve stejném grafu, kolísal nad touto hodnotou do roku 1994, následně došlo k jeho snížení a jeho specifický látkový odnos jsou minimální.

Graf 172 popisuje vývoj fosforečnanů, které měly maximum v roce 1986 (0,047 t/km²/rok) a od té doby postupně klesaly až do roku 1997. Rok 2002 se u fosforečnanů opět zvýšil na 0,021 t/km²/rok a od té doby hodnoty klesají až do konce sledovaného období v roce 2019. Vývoj síranů a chloridů je vyjádřen na grafu 173. Síraný přes významný pokles v roce 1985, zaznamenaly v následujícím roce nejvyšší hodnoty za celé období pozorování s 14,41 t/km²/rok. Pak až do roku 1991 klesaly, ale pak se jejich množství začalo opět zvyšovat. Druhé maxima představuje rok 2002 s 14,63 t/km²/rok. Chloridy se pohybovaly v intervalu od 4 do 8 t/km²/rok od roku 1981 do r. 1990, následně byl zjištěn pokles na 2–4 t/km²/rok.

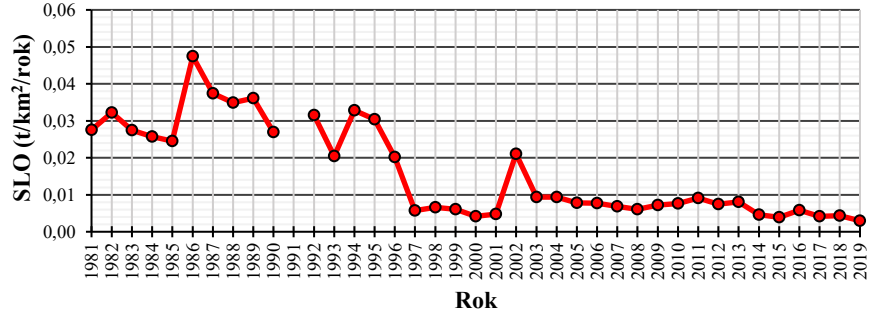
Graf 170 Specifický látkový odnos BSK₅ a CHSK_{Cr}, profil Bukovec



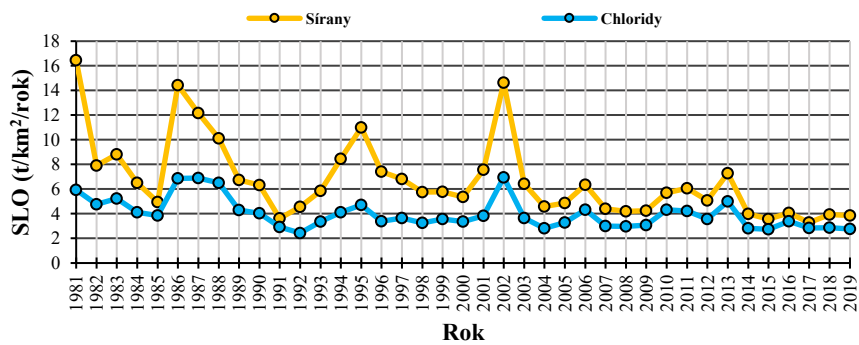
Graf 171 Specifický látkový odnos N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻, profil Bukovec



Graf 172 Specifický látkový odnos P-PO₄³⁻, profil Bukovec



Graf 173 Specifický látkový odnos síranů a chloridů, profil Bukovec



4. Diskuse

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení vývoje jakosti povrchových vod v pramenných povodích Berounky. V první části práce byla zpracována fyzickogeografická charakteristika celé sledované oblasti. Ve sledovaném území je velmi dobře patrný vliv dvou období, které charakterizují bývalé Československo a současnou Českou republiku ve druhé polovině 20. století a na začátku 21. století. Po druhé světové válce se hospodářství přizpůsobilo plánované ekonomice, která se uplatnila v 70. a 80. letech a až po 90. letech 20. století se začala měnit na tržní ekonomiku.

Podíl zemědělské půdy ve velkých družstvech nebo státních farmách vzrostl na více než 80 % v důsledku „kolektivizace“ zemědělství (Bičík et al., 2001), což bylo spojené se zvýšením množstvím dusíkatých a fosforečných hnojiv a následně vedlo ve velmi rychlém zhoršení jakosti vody. Zvýšení hospodářské produkce včetně výroby elektrické energie vedlo v povodí ke znečištění vody sloučeninami síry (Kopáček et al., 2014) a rostoucí používání domácích čisticích prostředků se stalo dalším důležitým zdrojem fosforu (Hejzlar et al., 2016).

Během získání dat na daných profilech byly nalezeny časové nesrovnalosti v množství prováděných odběrů během daného kalendářního roku, kdy nedošlo k získání 12 hodnot pro každý měsíc, ale na některých lokalitách bylo zjištěno, že se v daném měsíci uskutečnil odběr vícekrát oproti nadcházejícímu měsíci nebo nedošlo k žádnému odběru. Protože bylo k naměřeným datům přistoupeno v ročním kroku, neměly tyto zjištěné chyby tak velkou váhu na výsledky průměrných ročních koncentrací, ročních látkových a specifických odnosů. Nelze však tímto způsobem, který zprůměruje odlehle hodnoty vyjádřit změny, ke kterým může v jednotlivých povodích v průběhu roku docházet a případná hodnota ukazatele znečištění např. při povodních se projeví jako výsledek za celý daný rok. Frekvence odběru určuje ovlivňuje pravděpodobnost zachycení variability v průběhu roku a nevynechání důležité události. Obecně platí, že přesnost a preciznost dat se zvyšuje s četností odběru vzorků (Meals et al., 2013).

Proto byly vytvořeny i grafy závislosti na překročení průtoku a na pořadí dne v roce, ale u nich už odběry prováděné několikrát za měsíc vykazují větší statistické odchylky.

Vzhledem k poloze daných profilů vůči jednotlivým stanicích, na kterých dochází k monitoringu vodního stavu a z něho stanoveného průtoku, nelze vždy jednoznačně stanovit daný průtok na daném profilu, jelikož podíl odpovídajících povodí vůči sobě nemusí zohledňovat morfologické charakteristiky vodního toku i případné vodní stavby, které se podílí na ovlivnění zjištěného průtoku. Čím je větší vzdálenost profilu od vodoměrné stanice, tím může být skutečný průtok více vzdálen od skutečné hodnoty. V práci proto byla snaha vybrat a přepočítat tyto hodnoty z těch stanic, které byly danému profilu na vodním toku nejbližší.

Není možné zhodnotit významný počet vodních nádrží na případnou akumulaci znečišťujících látek, protože se v jejich blízkosti nenacházejí žádné profily, které by popisovaly situaci při vypouštění. Jedinou lokalitou byl profil na VD České údolí, ale zde získaná data jsou velmi strohá a časová řada není dostatečně souvislá. Celkově přehradý představují problematická místa na vodním toku z hlediska vodní kvalita, ale jejich vliv je nutné pozorovat v dlouhodobém vývoji, celkově se však jakost vody bude postupně snižovat (GuoLiang, W, ZhiFeng Yang et. Al, 2009).

Hodnocení vývoje jakosti vod bylo rozděleno na několik částí, které sledují stav různým způsobem. Na vybraných profilech byla analyzována kvalita vod pomocí sedmi ukazatelů, kdy na závěrových profilech byly vždy sledovány. Na některých profilech v průběhu sledovaného období nebyly dostatečně souvislé časové řady síranů a chloridů, takže nelze popsat vývoj ukazatelů síranů a chloridů zejména v menších povodích, např. na Hamerském a Kosovém potoce.

Ačkoliv na většině profilů dochází ke snižování koncentrací jednotlivých ukazatelů, existují zde výjimky, kde dochází ke zvyšování např. u chloridů a síranů. Problémy mohou také způsobovat nesprávně aplikovaná dusíkatá hnojiva a případný stav využití ploch. V porovnání je odnos z povodí Berounky oproti okolním povodím nižší, na některých povodích má uvolněný dusík a fosfor významný dopad na stav jakosti vody (Rosendorf, P., P. Vyskoč 2016). Studie zaměřená na studium látkových odnosů odpovídající období po roce 2005 stanovila např. množství modelových odnosů BSK₅ v českých řekách na 86 321 t/rok (Williams R, Keller V., a kol, 2012).

V případě závislostního hodnocení na průtoku je v grafech viditelný podíl plošných i bodových zdrojů znečištění, které se projevují v jednotlivých regresních čarách a koeficientech determinace. U profilů, které jsou ovlivněné bodovými zdroji znečištění, dochází k největším koncentracím při nízkých průtocích a naopak (Janský 1982). To se projevilo u fosforu fosforečnanového a na některých profilech i dusíku dusičnanového. Byly také zjištěny profily, kde ukazatele, které jsou významně ovlivněny jednotlivými druhy znečištění, na kterých tato závislost nebyla prokázána a zjištěná regresní čára měla lineární průběh. Je však nutné brát v úvahu, že většina toků je ovlivněna všemi druhy znečištění a vztah výsledné koncentrace ve sledovaném profilu je složitější. Tvar čáry závisí na vzájemném poměru množství znečišťujících látek z obou typů zdrojů i na sledovaném ukazateli jakosti vody (Langhammer 2009). Lze jasně konstatovat, že je důležité pochopit vztah mezi kvalitou vody a průtokem a stejně tak jejich vlivem, protože se tento stav průběhu času mění a ovlivňuje vodní ekosystémy (Leščešen , Pavić, Dolinaj, 2017).

Je nutné vzít také v úvahu počet a dobu sledování stavu jakosti vody na jednotlivých profilech. Ne na všech povodích jsou dostatečně dlouhé časové řady ukazatelů nebo průtoků, které by popisovaly vývoj zejména v 80. a 90. letech 20.století. Rizikem jsou drobnější toky v zemědělské krajině, které jsou vystaveny intenzivnímu znečišťování pro neexistující ČOV nebo vysoké množství látek pocházející ze zemědělské a hospodářské činnosti. V těchto oblastech máme dlouhodobý nedostatek informací o trendech změn a prostorovém rozložení znečištění ovlivňující jakost vod (Langhammer, Kliment 2006). Pramenná povodí Berounky spolu s aglomerací města Plzně přispívají k celkové zátěži dalších úseků níže na vodním toku bodovými zdroji znečištění, např. průmyslové centrum Plzně a ČOV (Langhammer 2010).

Bylo by výhodné monitorovat situaci na jednotlivých vodních nádržích a ukazatelů znečištění, které by zpřesnily získané výsledky a vedly k lepšímu hodnocení jakosti vody ve sledovaném území. V případě výskytu období sucha se očekávají problémy s případným stavem jakosti vody, v podobě zvýšených hodnot dusičnanů, fosforu a biochemické spotřeby kyslíku (Zhang Z., 2013). a proto bude nutné omezit emise z bodových zdrojů během období s nízkými průtoky, aby se snížily negativní účinky sucha na kvalitu vody (van Vliet a Zwolsman, 2008).

5. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá vývojem jakosti povrchových vod v pramenných povodích Berounky. Na vybraných profilech monitoringu byly od roku 1981 do roku 2019 sledovány koncentrace jednotlivých ukazatelů znečištění poskytnuté státním podnikem Povodí Vltavy. Na profilech s kratší řadou pozorování byla využita vždy nejdelší možná souvislá měření. Na základě získaných dat z databáze ČHMÚ o průměrném denním průtoku vyskytujícím se ve dni odběru, byly tyto dva datové soubory spojeny ke stanovení jejich vzájemné závislosti a látkových a specifických látkových odnosů.

Z měření byly stanoveny průměrné roční koncentrace, které popisují množství látek v jednotlivých letech pozorování. Množství se liší zejména v rámci polohy profilu na vodním toku, kde závěrové profily mají nejvyšší zjištěné hodnoty. Na příkladu profilu Bukovec, jako zástupce závěrového profilu celého povodí, došlo k výskytu těchto hodnot během několika období lišící se podle druhu ukazatele. Koncentrace biochemické spotřeby kyslíku (BSK_5) a fosforu fosforečnanového ($P-PO_4^{3-}$) vrcholily na přelomu 80. a 90. let 20. století a jejich pokles byl zaznamenán až v letech následujících. Dusík amoniakální ($N-NH_4^+$) byl nejvyšší v období 1990 až 1994, ale na profilech jako je např. Stříbro (povodí Úhlavky) již v roce 1985. V těchto letech bylo také zjištěno významné množství dusíku dusičnanového ($N-NO_3^-$).

Po roce 2000 se projevilo zvyšování BSK_5 a $P-PO_4^{3-}$, ale u koncentrace $CHSK_{Cr}$ kolísaly hodnoty okolo 20 mg/l. Tento proces se projevil také např. na profilu Stříbro (hist.) v roce 2007 u biochemické spotřeby kyslíku vzhledem k původu znečištění v povodí Úhlavky. V sousedním povodí Radbuzy na profilu Holýšov byly zjištěny koncentrace BSK_5 od roku 1990 do roku 2019 v intervalu 2–4 mg/l. Na profilech Žákava a Brod nad Tichou se po roce 2002 vyskytly nejvyšší koncentrace dusíku amoniakálního. Hodnoty tohoto ukazatele byly dokonce vyšší na profilu Svrčovec oproti závěrovému profilu Doudlevice na řece Úhlavě v období 1981 až 1995. V posledních dvou letech je z výsledků na profilu Bukovec, Stříbro (hist.), Doudlevice a Doubravka patrné zvýšení síranů

a chloridů, na profilu Žákava a Stříbro (hist.) stoupají fosforečnany. V povodí Hamerského potoka a Úhlavky stoupá biochemická spotřeba kyslíku za pět dní.

Vyšší závislost na průtoku byla prokázána na většině profilů u dusíku dusičnanového vyjadřující charakter plošného zdroje znečištění. Koncentrace fosforečnanů a chloridů s průtokem klesaly na všech sledovaných profilech. Regresní čáry u ukazatele sírany vykazovaly průběh blížící se konstantní funkci a představovaly jen malou závislost. Tento průběh spojnice trendu se na některých profilech projevil u ukazatele dusíku amoniakálního např. na profilu Žákava na Bradavě, Stříbro (hist.) na Mži a Trpísty na Úterském potoku, ale na zbývajících profilech závislost na průtoku u tohoto ukazatele klesala. Tento snižující trend byl také pozorován u ukazatele $CHSK_{Cr}$ na profilu Bukovec a Doubravka, ale na Trpístech se s průtokem naopak hodnoty zvyšovaly.

Nejednoznačně byl prokázán vztah mezi průměrným denním průtokem a biochemickou spotřebou kyslíku, jelikož byly nalezeny profily ovlivněné bodovými zdroji jako např. Bukovec, ale na Úhlavce byl průběh čáry konstantní. Nejvyšší hodnotu koeficientu determinace R^2 měly fosforečnany na profilu Stříbro (hist.) na Mži s 0,74, nejnižší sírany na profilu Doubravka s 0,000001.

Závislost koncentrace na překročení průtoku se liší podle daného ukazatele. U biochemické spotřeby kyslíku a chemické spotřeby kyslíku dichromanem nelze na daných profilech najít podobnou situaci, během které byly zjištěny dané koncentrace. Lze říct, že vyšší hodnoty jsou spojené s vyšším průtokem, ale nedochází k nim ve stejném měsíci. Výjimku tvoří profil Doubravka na řece Úslavě, kde je jasný shluk nejvyšších hodnot na přelomu dubna a května. Z dat je také patrné, že k výskytu zvýšených koncentrací dusičnanů dochází při vysokých hodnotách odtoku hlavně na začátku roku během ledna a února. Nejsou však výjimkou i krátká období v druhé polovině roku, kdy nejsou průtoky vysoké ani nízké, např. v Doubravce. Velkou variabilitu vykazaly fosforečnany, které byly oproti první polovině roku výrazně vyšší. Lišily se však zjištěným překročeným průtokem, kdy na Úhlavě dominovaly během nízkých průtoků v červenci a září, ale např. na Úslavě byly ve stejném období průtoky vysoké. Zbytek roku byly jejich hodnoty nízké v intervalu od 0 do 0,1 mg/l.

Vývoj látkových odnosů, které byly stanoveny na daných profilech, se projevil významnou variabilitou v průběhu sledovaných let v závislosti na daných koncentracích a velikosti průtoku. Na profilu Bukovec, který popisuje průběh na celém území, se projevilo několik období, během kterých byly jejich hodnoty vysoké. Od roku 1985 do 1988 byl tento

výsledek patrný pro všechny ukazatele na všech profilech, ke kterým byla k dispozici v tomto časovém období data o jakosti vody. Výjimku tvořil profil Stříbro v povodí Úhlavky, kde byl růst látkových odnosů patrný už od začátku pozorování v roce 1981 a v roce 1985 dosáhl maxima. Na profilech Milíkov (povodí Mže), Doudlevec (povodí Úhlavy) a Doubravka (povodí Úslavy) byl před tímto obdobím pozorován jejich pokles.

V devadesátých letech docházelo ke zvyšování až do roku 1995, ale v dalších letech látkové odnosy klesaly. Zvýšení je také patrné v roce 2002 kromě profilu Stříbro na Úhlavce, na který od následujícího roku navázalo postupného zvyšování, které skončilo po roce 2013 pro CHSK_{Cr} , N-NO_3^- , sírany a chloridy. Na několika profilech, např. na Doubravce, ale takové jednorocní zvýšení oproti ostatním letům u dusíku amoniakálního nebylo zjištěno. Látkové odnosy BSK_5 na profilu Bukovec klesaly od roku 2011 a od roku 2014 a poté držely konstantní trend do roku 2019. Od roku 1997 nebyl významný růst látkových odnosů dusíku amoniakálního, ten se zvyšoval velmi pozvolně a po roce 2011 stejně jako BSK_5 došlo k jejich snížení. Na vybraných povodích došlo k podobnému vývoji jako na profilu Bukovec.

Je patrné postupné zvyšování daných ukazatelů po roce 2002 do roku 2013 s výjimkou BSK_5 , dusíku amoniakálního a fosforu fosforečnanového a chloridů na profilu Stříbro (hist.) , u kterých byly zjištěny maximální hodnoty v dřívějších letech nebo u nich ke zvýšení v následujících letech vůbec nedošlo. To dokládají i výsledky z Úhlavky, která se do Mže ve Stříbře vlévá a její látkové odnosy, které byly vysoké v roce 1998, 2001 a 2008.

V povodí Mže a Radbuzy, kde jsou lokalizovány profily, jako např. Obora nebo Hamry, nedošlo ve sledovaném časovém období k výskytu vysokých látkových odnosů a hodnoty zůstaly oproti profilům s lokalitou nacházející se níže na toku nižší, vyjadřující malou zatíženost zdroji znečištění. Naopak vyšší látkové odnosy na výše položeném profilu byly prokázány na profilu Svrčovec v povodí Úhlavy, kde od roku 1983 do roku 1988 byly vyšší u BSK_5 z dusíku amoniakálního než na závěrovém profilu v Doudlevcích. Na profilu Trpísty, který se nachází na Úterském potoce, nebyly v období 2013 až 2017 zjištěny žádné látkové odnosy.

U specifických látkových odnosů na profilu Bukovec, které popisují vývoj na celém území, se vyskytlo několik období, během kterého byly jejich hodnoty ukazatelů oproti ostatním letům ve sledovaném období výrazně vyšší a vykazují podobný průběh jako u látkových odnosů. Tento jev se nejvíce projevil v období na přelomu 80. a 90. let 20. století

a je patrný u všech sledovaných ukazatelů až na biochemickou spotřebu kyslíku (BSK₅), která zůstala na úrovni let předchozích. Rok 1995 představuje maximální hodnoty, ale neprojevil se u fosforečnanů, kde byly nejvyšší v předchozím roce 1994.

Výrazně ovlivnil specifické látkové odnosy na tomto profilu i rok 2002, který vzhledem k výskytu N-letých průtoků během povodní, přispěl k vyššímu odnosu daných chemických látek obsažených ve vodě. To je patrné např. u chemické spotřeby kyslíku dichromanem, dusíku dusičnanového a síranů. Je však nutné konfrontovat tento výsledek se skutečností, kdy došlo k poškození jednotlivých ČOV a jejich postupná obnova trvala i v dalších letech. Vývoj jednotlivých ukazatelů byl odlišný. Fosfor fosforečnanový od roku 2003 do konce sledovaného období nepřekročil hranici 0,01 t/km²/rok, zatímco dusík dusičnanový se zvyšoval až do roku 2013 a pokles nastal až po tomto roce.

Stejný průběh byl zjištěn u specifických látkových odnosů ukazatelů sírany a chloridy. Sírany měly na začátku pozorování významný propad, na který navázal růst v roce 1985 a 1986. U ukazatele dusíku amoniakálního nejprve specifické látkové odnosy kolísaly okolo 0,2 t/km²/rok, po roce 1994 se jejich množství snížilo a po roce 1997 do konce sledovaného období se jejich specifický látkový odnos pohyboval okolo 0,03 t/km²/rok.

V pramenných povodích Berounky došlo za posledních 40 let k snížení množství znečišťujících látek a zlepšení stavu jakosti vody, ale z dat na některých profilech vyplývá, že se stav kvality vody dlouhou dobu nezměnil a na některých místech naopak dochází ke zvyšování koncentrací daných látek. Je proto nutné se do budoucích let zaměřit na stále rostoucí dopad antropogenní činnosti v daných povodích a zohlednit tyto procesy také v rámci klimatické změny, spojené s nižšími průtoky a zvyšující se teplotou, které negativně ovlivňují případný vývoj a situaci týkající se ze stavu jakosti povrchových vod.

6. Zdroje literatury

- 1) BALATKA, B.; KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, Praha, 79 s.
- 2) PENG S., LI S. Scale relationship between landscape pattern and water quality in different pollution source areas: A case study of the Fuxian Lake watershed, China, *Ecological Indicators*, Volume 121, 2021, 107136, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107136>.
- 3) CULEK, M., BUČEK, A., GRULICH, V., HARTL, P., HRABICA, KOCIÁN, J., KYJOVSKÝ, Š., LACINA, J. Biogeografické členění České republiky. II. díl. 1. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005. 589 s. Biogeografické členění ČR, svazek 2.
- 4) ČHMÚ (2007): Atlas podnebí Česka 1961–2000. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 254 s.
- 5) EEA- “European Waters – Assessment of Status and Pressures 2018” European Environment Agency Report, Luxembourg (2018) No 7/2018
- 6) HEIS VÚV, Oddělení geografických informačních systémů a kartografie. Charakteristiky toků a povodí ČR [online] [cit. 2021–05–13]. Dostupné z: <https://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html>
- 7) HEJZLAR, Josef & VYSTAVNA, Yuliya & KOPACEK, Jiří. (2016). Trends in the balance and material flows of phosphorus in the Czech Republic. *WASTE FORUM* 2016. 4. 167–244.
- 8) JANSKÝ, B. (1982) Vliv plošných zdrojů látek na kvalitu povrchových vod v českém povodí Labe, kandidátská disertační práce, PřF UK, Praha 1982
- 9) JANSKÝ, B. (1983): Bedeutung der Frachten aus diffusen Quellen für die Qualität der Oberflächengewässer im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe (Labe). *Acta Universitatis Carolinae – Geographica*, roč. XVIII, č.2, str.3-25, Praha.
- 10) JANSKÝ, B., JUDOVÁ, P. (2005): Kvalita povrchových vod v povodí řeky Šlapanky: Modelová situace českého venkova. *Geografie*. Praha, roč. 110, č. 1, s. 1 – 14.
- 11) KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., PORCAL, P., POSCH, M., 2014 a. Sulphate leaching from diffuse agricultural and forest sources in a large central European catchment during 1900–2010. *Sci. Total Environ.* 470e471, 543e550.
- 12) LANGHAMMER, J. (2002): Kvalita povrchových vod a jejich ochrana. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 225 s.

- 13) LANGHAMMER, J. (2009): Kvalita povrchových vod a jejich ochrana – skripta.
Katedra fyzické geografie a geoekologie PrF UK,
- 14) LANGHAMMER, J. (2010). Water quality changes in the Elbe River basin, Czech Republic, in the context of the post-socialist economic transition. *GeoJournal* [online]. 2010, 75(2), 185–198 [cit. 2021–5–14]. ISSN 0343–2521.
Dostupné z: doi:10.1007/s10708–009–9292–7
- 15) LEŠČEŠEN, Igor, PAVIĆ Dragosav a DOLINAJ Dragan. Correlation between discharge and water quality: Case study Nišava river. *Geographica Pannonica*. 2018, 22(2), 97-103. ISSN 0354-8724. Dostupné z: doi:10.5937/22-16674
- 16) M.T.H. van VLIET, J.J.G. ZWOLSMAN, Impact of summer droughts on the water quality of the Meuse river, *Journal of Hydrology*, Volume 353, Issues 1–2, 2008, Pages 1–17, ISSN 0022–1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.01.001>
- 17) MEALS Donald W. R. RICHARDS, Peter, and DRESSING Steven A. 2013. Pollutant load estimation for water quality monitoring projects. *Tech Notes* 8, April 2013. Developed for U.S. Environmental Protection Agency by Tetra Tech, Inc., Fairfax, VA, 21 p. Available online at <https://www.epa.gov/polluted-runoff-nonpoint-source-pollution/nonpoint-source-monitoringtechnical-notes>.
- 18) NETOPIL, R. a kol. (1984): Fyzická geografie I. SPN, Praha, 273 s.
- 19) NILSSON, C., RENÖFÄLT B. Malm 2008. Linking flow regime and water quality in rivers: a challenge to adaptive catchment management. *Ecology and Society* 13(2): 18. [online] <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art18>
- 20) PITTER, P. (2015): Hydrochemie. Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, Praha, 792 s.
- 21) PIVOKONSKÝ, M., BENEŠOVÁ, L., JANSKÝ, B. (2001): Evaluation of Water Quality in the River Cidlina. *Journal of Hydrology and Hydromechanic*, 49, 2001, 6, pp. 376-406.
- 22) QUITT, E. Klimatické oblasti Československa. Brno: ČSAV, 1971. 73 s.
- 23) ROSENDORF, P., P. VYSKOČ, H. PRCHALOVÁ a D. FIALA. Estimated contribution of selected non-point pollution sources to the phosphorus and nitrogen loads in water bodies of the Vltava river basin. *Soil and Water Research* [online]. 2016, 11(3), 196–204 [cit. 2021–5–14]. ISSN 18015395. Dostupné z: doi:10.17221/15/2015–SWR

- 24) Státní podnik Povodí Vltavy– Plán dílčího povodí Berounky: Charakteristiky dílčího povodí (červen 2020). Textová část. Dostupné z:
http://www.pvl.cz/portal/pdp2020/PDP_BER/I_CHARAKTERISTIKY_DILCIHO_POVODI/1_TEXTOVA_CAST/BER_I_TEXT.pdf
- 25) Státní podnik Povodí Vltavy– Plán dílčího povodí Berounky: Charakteristiky dílčího povodí (červen 2020). Tabulková část. Dostupné z:
http://www.pvl.cz/portal/pdp2020/PDP_BER/I_CHARAKTERISTIKY_DILCIHO_POVODI/2_TABULKOVA_CAST/BER_I_1_3b.pdf
- 26) ŠVEHLÁKOVÁ H. (2009) Fosfor. Ekologické aspekty technické hydrobiologie, 43–46.
- 27) SYNÁČKOVÁ, M. (1996): Čistota vod. České vysoké učení technické, Praha.
- 28) TOMÁŠEK, M. (2003): Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha.
- 29) VLČEK, Vladimír, ed. Vodní toky a nádrže: Zeměpisný lexikon ČSR. Academia, 1984. Zeměpisný lexikon ČSR.
- 30) WEI, GuoLiang, ZhiFeng YANG, BaoShan CUI, Bing LI, He CHEN, JunHong BAI a ShiKui DONG. Impact of Dam Construction on Water Quality and Water Self-Purification Capacity of the Lancang River, China. *Water Resources Management* [online]. 2009, 23(9), 1763-1780 [cit. 2021-7-19]. ISSN 0920-4741. Dostupné z: doi:10.1007/s11269-008-9351-8
- 31) WILD, Aleš. Vývoj jakosti povrchových vod v povodí Berounky. 2019. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí práce: prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.
- 32) WILLIAMS, Richard, Virginie KELLER, Anja VOSS, Ilona BÄRLUND, Olli MALVE, Juha RIIHIMÄKI, Sirkka TATTARI a Joseph ALCAMO. Assessment of current water pollution loads in Europe: estimation of gridded loads for use in global water quality models. *Hydrological Processes*. 2012, 26(16), 2395-2410. ISSN 08856087. Dostupné z: doi:10.1002/hyp.9427
- 33) Zemědělské oblasti ČR – Situační a výhledová zpráva Půda, Listopad 2009
http://eagri.cz/public/web/file/45535/puda_11_2009.pdf
- 34) ZHANG, Z., CHEN, Y., WANG, P., SHUAI J., Tao, F., & Shi, P. (2014). River discharge, land use change, and surface water quality in the Xiangjiang River, China. *Hydrological processes*, 28(13), 4130-4140.

6.1. Datové podklady

- 1) Data jednotlivých ukazatelů znečištění na vybraných profilech monitoringu jakosti vody v období 1981 až 2019 – státní podnik Povodí Vltavy
- 2) Hydrologická data denních průtoků vyhodnocených ve vodoměrných stanicích s aktuálním pozorováním ve správě ČHMÚ za období 11/1980–12/2020 – Český hydrometeorologický úřad. Dostupné z: Portál ČHMÚ: Historická data: Hydrologie: Denní data: Denní data dle z. 123/1998 Sb. (chmi.cz)
- 3) Ohlášená data státnímu podniku Povodí Vltavy o vypouštění odpadních a důlních vod do vod povrchových za období 1991 až 2019 – státní podnik povodí Vltavy
- 4) Plochy území odpovídající jednotlivým profilům monitoringu – Český hydrometeorologický úřad, pobočka Plzeň

6.2. Mapové podklady

- 1) ARCDATA PRAHA, ArcČR 500 [online databáze] Praha 2016 [citováno 2021–02–11]. Geografická digitální databáze Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-4-0>
- 2) CORINE LAND COVER 2018“© European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2020, European Environment Agency (EEA)
- 3) ČÚZK Prohlížeč služba Esri ArcGis Server – Geomorfologické jednotky ČR – 1998 [citováno 2021–02–11] Dostupné z: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=9ebdb590c48442498f7130c8c0aef264>
- 4) DIBAVOD (Digitální báze vodohospodářských dat) [online]. © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., odbor ochrany vod a informatiky, odd. GIS [citováno 13.5.2021]. Dostupné z <<http://www.dibavod.cz>>.
- 5) DMR – Open Digital Elevation Model (OpenDEM) [online]. SRTM data by the USGS [citováno 2021–02–11]. Dostupné z https://www.opendem.info/download_contours.html
- 6) Mapa geologických poměrů – státní podnik Povodí Vltavy [citováno 2021–02–11]. Dostupné z http://www.pvl.cz/portal/hydroprojekt/be/A/1_TEXTOVA_CAST/BE_kapitola_A.pdf
- 7) Mapy.cz, © Seznam.cz, a.s.

7. Seznam obrázků, grafů a tabulek

7.1. Seznam obrázků

Obr. 1 Poloha vymezeného území v rámci ČR.....	12
Obr. 2 Výškopisné poměry	13
Obr. 3 Geomorfologické poměry	14
Obr. 4 Geologické poměry	15
Obr. 5 Klimatické poměry	16
Obr. 6 Hydrologické poměry	21
Obr. 7 Mapa využití území, CORINE LAND Cover.....	33
Obr. 8 Mapa jednotlivých profilů v rámci povodí	37

7.2. Seznam grafů

Graf 1 Průměrné denní průtoky v m ³ /s na profilu Bukovec 1980 až 2019	23
Graf 2 Čáry překročení na hlavních povodích	24
Graf 3 Průměrné měsíční průtoky na profilu Bukovec	26
Graf 4 Průměrné měsíční průtoky na profilu Stříbro (hist.).....	27
Graf 5 Průměrné měsíční průtoky na profilu VD České údolí	27
Graf 6 Průměrné měsíční průtoky na profilu Doudlevice.....	28
Graf 7 Průměrné měsíční průtoky na profilu Doubravka	29
Graf 8 Míra vodnosti let během sledovaného období 1981 až 2019 na profilu Bukovec	31
Graf 9 Využití území Land Cover, CORINE LAND COVER 2018	32

Průměrné roční koncentrace

Berounka

Graf 10 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	51
Graf 11 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	51
Graf 12 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	51
Graf 13 Průměrné roční koncentrace N-NO ₃ ⁻	52
Graf 14 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	52
Graf 15 Průměrné roční koncentrace: Sírany.....	52
Graf 16 Průměrné roční koncentrace: Chloridy.....	52

Bradava

Graf 17 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	54
Graf 18 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	54
Graf 19 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	54
Graf 20 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	54
Graf 21 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	54

Hamerský potok

Graf 22 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	56
Graf 23 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	56
Graf 24 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	56
Graf 25 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	56
Graf 26 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	56

Kosový potok

Graf 27 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	58
Graf 28 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	58
Graf 29 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	58
Graf 30 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	58
Graf 31 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	58

Mže

Graf 32 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	60
Graf 33 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	61
Graf 34 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	61
Graf 35 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	61
Graf 36 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	61
Graf 37 Průměrné roční koncentrace: Sírany.....	61
Graf 38 Průměrné roční koncentrace: Chloridy.....	62

Radbuza

Graf 39 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	63
Graf 40 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	63
Graf 41 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	64
Graf 42 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	64
Graf 43 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	64

Úhlava

Graf 44 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	66
Graf 45 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	66
Graf 46 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	67
Graf 47 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	67
Graf 48 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	67
Graf 49 Průměrné roční koncentrace: Sírany.....	67
Graf 50 Průměrné roční koncentrace: Chloridy.....	68

Úhlavka

Graf 51 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	69
Graf 52 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	69
Graf 53 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	69
Graf 54 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁺	69
Graf 55 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	69

Úslava

Graf 56 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	71
Graf 57 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	72
Graf 58 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	72
Graf 59 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	72
Graf 60 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	72
Graf 61 Průměrné roční koncentrace: Sířany.....	72
Graf 62 Průměrné roční koncentrace: Chloridy.....	73

Úterský potok

Graf 63 Průměrné roční koncentrace: BSK ₅	74
Graf 64 Průměrné roční koncentrace: CHSK _{Cr}	74
Graf 65 Průměrné roční koncentrace: N-NH ₄ ⁺	74
Graf 66 Průměrné roční koncentrace: N-NO ₃ ⁻	74
Graf 67 Průměrné roční koncentrace: P-PO ₄ ³⁻	75

Závislost ukazatelů na denním průtoku

Berounka

Graf 68 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	76
Graf 69 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku.....	76
Graf 70 Závislost ukazatelů P-PO ₄ ³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku.....	76
Graf 71 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku.....	77

Bradava

Graf 72 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	78
Graf 73 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku.....	78
Graf 74 Závislost ukazatele P-PO ₄ ³⁻ na průměrném denním průtoku.....	78

Hamerský potok

Graf 75 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	80
Graf 76 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku.....	80
Graf 77 Závislost ukazatele P-PO ₄ ³⁻ na průměrném denním průtoku.....	80

Kosový potok

Graf 78 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	81
Graf 79 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku	81
Graf 80 Závislost ukazatele P-PO ₄ ³⁻ na průměrném denním průtoku	81

Mže

Graf 81 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	83
Graf 82 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku	83
Graf 83 Závislost ukazatelů P-PO ₄ ³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku	83
Graf 84 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku.....	83

Radbuza

Graf 85 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	84
Graf 86 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku	84
Graf 87 Závislost ukazatele P-PO ₄ ³⁻ na průměrném denním průtoku	84

Úhlava

Graf 88 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	85
Graf 89 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku	86
Graf 90 Závislost ukazatelů P-PO ₄ ³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku	86
Graf 91 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku.....	86

Úhlavka

Graf 92 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	88
Graf 93 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku	88
Graf 94 Závislost ukazatele P-PO ₄ ³⁻ na průměrném denním průtoku	88

Úslava

Graf 95 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	90
Graf 96 Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku	90
Graf 97 Závislost ukazatelů P-PO ₄ ³⁻ a síranů na průměrném denním průtoku	90
Graf 98 Závislost ukazatele chloridy na průměrném denním průtoku.....	91

Úterský potok

Graf 99 Závislost ukazatelů BSK ₅ a CHSK _{Cr} na průměrném denním průtoku.....	92
Graf 100 průtoku Závislost ukazatelů N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ na průměrném denním průtoku.....	92
Graf 101 Závislost ukazatele P-PO ₄ ³⁻ na průměrném denním průtoku	92

Závislost koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce

Berounka

Graf 102 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981–2019) .. 94

Graf 103 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981–2019). 95

Mže

Graf 104 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981–2019) .. 96

Graf 105 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981–2019). 97

Radbuza

Graf 106 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981–2019) .. 98

Graf 107 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981–2019). 99

Úhlava

Graf 108 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981–2019) 100

Graf 109 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981–2019) 101

Úslava

Graf 110 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (BSK₅, CHSK_{Cr}, 1981–2019) . 102

Graf 111 Závislosti koncentrací na překročení průtoku a pořadí dne v roce (N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, 1981–2019). 103

Roční látkové odnosy podle povodí a ukazatelů

Berounka

Graf 112 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 1981–2019 105

Graf 113 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1981–2019 105

Graf 114 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1981–2019..... 105

Graf 115 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1981–2019 106

Graf 116 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 1981–2019 106

Graf 117 Roční látkové odnosy ukazatele: Sířany, 1981–2019 106

Graf 118 Roční látkové odnosy ukazatele: Chloridy, 1981–2019 106

Bradava

Graf 119 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 2008–2019 107

Graf 120 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 2008–2019 107

Graf 121 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 2008–2019..... 107

Graf 122 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 2008–2019 108

Graf 123 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO₄³⁻, 2008–2019 108

Hamerský potok

Graf 124 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK₅, 1996–2019 109

Graf 125 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK_{Cr}, 1996–2019 109

Graf 126 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH₄⁺, 1996–2019..... 109

Graf 127 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO₃⁻, 1996–2019 109

Graf 128 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1996–2019	109
---	-----

Kosový potok

Graf 129 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK ₅ , 1981–2019	110
Graf 130 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK _{Cr} , 1981–2019	110
Graf 131 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH ₄ ⁺ , 1981–2019.....	111
Graf 132 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO ₃ ⁻ , 1981–2019	111
Graf 133 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1981–2019	111

Mže

Graf 134 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK ₅ , 1981–2019	112
Graf 135 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK _{Cr} , 1981–2019	112
Graf 136 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH ₄ ⁺ , 1981–2019.....	113
Graf 137 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO ₃ ⁻ , 1981–2019	113
Graf 138 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1981–2019	113
Graf 139 Roční látkové odnosy ukazatele: Sířany, 1981–2019.....	113
Graf 140 Roční látkové odnosy ukazatele: Chloridy, 1981–2019	113

Radbuza

Graf 141 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK ₅ , 1981–2019	114
Graf 142 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK _{Cr} , 1981–2019	115
Graf 143 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH ₄ ⁺ , 1981–2019.....	115
Graf 144 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO ₃ ⁻ , 1981–2019	115
Graf 145 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1981–2019	115

Úhlava

Graf 146 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK ₅ , 1981–2019	117
Graf 147 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK _{Cr} , 1981–2019	117
Graf 148 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH ₄ ⁺ , 1981–2019.....	117
Graf 149 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO ₃ ⁻ , 1981–2019	117
Graf 150 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1981–2019	118
Graf 151 Roční látkové odnosy ukazatele: Sířany, 1981–2019.....	118
Graf 152 Roční látkové odnosy ukazatele: Chloridy, 1981–2019	118

Úhlavka

Graf 153 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK ₅ , 1981–2019	119
Graf 154 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK _{Cr} , 1981–2019	119
Graf 155 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH ₄ ⁺ , 1981–2019.....	120
Graf 156 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO ₃ ⁻ , 1981–2019	120
Graf 157 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1981–2019	120

Úslava

Graf 158 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK ₅ , 1981–2019	121
Graf 159 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK _{Cr} , 1981–2019	121
Graf 160 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH ₄ ⁺ , 1981–2019.....	121
Graf 161 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO ₃ ⁻ , 1981–2019	122
Graf 162 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1981–2019	122
Graf 163 Roční látkové odnosy ukazatele: Sířany, 1981–2019.....	122
Graf 164 Roční látkové odnosy ukazatele: Chloridy, 1981–2019	122

Úterský potok

Graf 165 Roční látkové odnosy ukazatele: BSK ₅ , 1996–2019	123
Graf 166 Roční látkové odnosy ukazatele: CHSK _{Cr} , 1996–2019	123
Graf 167 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NH ₄ ⁺ , 1981–2019.....	124
Graf 168 Roční látkové odnosy ukazatele: N-NO ₃ ⁻ , 1981–2019	124
Graf 169 Roční látkové odnosy ukazatele: P-PO ₄ ³⁻ , 1981–2019	124

Specifický látkový odnos

Graf 170 Specifický látkový odnos BSK ₅ a CHSK _{Cr} , profil Bukovec.....	126
Graf 171 Specifický látkový odnos N-NH ₄ ⁺ a N-NO ₃ ⁻ , profil Bukovec	126
Graf 172 Specifický látkový odnos P-PO ₄ ³⁻ , profil Bukovec	126
Graf 173 Specifický látkový odnos síranů a chloridů, profil Bukovec.....	126

7.3. Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika klimatických oblastí, Zdroj: Quitt (1971)	17
Tabulka 2 Dlouhodobé průměrné průtoky na daných profilech.....	22
Tabulka 3 M-denní průtoky na hlavních profilech daných vodních toků.....	24
Tabulka 4 Hodnoty decilové odchylky, relativní variace a variační koeficientů dle daných roků na profilu Bukovec	25
Tabulka 5 Poměr ročního průtoku a dlouhodobého průměrného průtoku v daných letech na profilu Bukovec.....	30
Tabulka 6 Způsob hodnocení pravděpodobnostního překročení ročních průtoků	30
Tabulka 7 Kategorie využití území a jejich procentuální zastoupení.....	34
Tabulka 8 Seznam profilů jakosti vody.....	36
Tabulka 9 Hodnota koeficientu determinace na profilu Bukovec podle ukazatelů	77
Tabulka 10 Hodnota koeficientu determinace na profilu Žákava podle ukazatelů	79
Tabulka 11 Hodnota koeficientu determinace na profilu Brod nad Tichou podle ukazatelů	79
Tabulka 12 Hodnota koeficientu determinace na profilu Třebel podle ukazatelů.....	82
Tabulka 13 Hodnota koeficientu determinace na profilu Stříbro (hist.) podle ukazatelů.....	82
Tabulka 14 Hodnota koeficientu determinace na profilu Holýšov podle ukazatelů.....	85
Tabulka 15 Hodnota koeficientu determinace na profilu Doudlevec podle ukazatelů	87
Tabulka 16 Hodnota koeficientu determinace na profilu Stříbro podle ukazatelů	89
Tabulka 17 Hodnota koeficientu determinace na profilu Doubavka podle ukazatelů	91
Tabulka 18 Hodnota koeficientu determinace na profilu Trpísty podle ukazatelů.....	93