

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA EKONOMICKÁ

Katedra geografie

**Monitoring vlivu dešťových oddělovačů na Vejprnický
potok**

**Evaluation of the impact of rain separations Vejprnice
creek**

Bakalářská práce

Martin Valeček

Vedoucí práce: **RNDr. Jan Kopp Ph.D.**

Plzeň 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svojí bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Jana Koppa Ph.D. a využil jsem při tom podklady prací, které jsou v mé práci citovány.

V Plzni 20. dubna 2019

.....

Jméno a Příjmení

Poděkování

Tyto řádky bych rád věnoval všem lidem, kterým vděčím za pomoc s touto bakalářskou prací. V první řadě bych rád poděkoval za odbornou pomoc a konzultace vedoucímu své bakalářské práce RNDr. Janu Koppovi, Ph.D. Dále pak slečně Hedvice Hatákové za ochotu a pomoc při terénním výzkumu a pravopisné korekci. Nakonec pak všem ostatním, kteří se mnou o práci vedli diskuse, dávali rady a pomohli mi k dalšímu životnímu kroku. Děkuji.

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíle práce	10
3 Rozbor	11
3.1 Urbánní hydrologie.....	11
3.1.1 Vliv urbánní krajiny na vodní tok.....	11
3.1.2 Syndrom urbanizovaných toků.....	13
3.1.3 Dopady urbánních ploch na hydrologický režim	14
3.1.4 Znečištění odtoku z dešťových srážek na urbanizovaném území	16
3.1.4.1 Atmosférické znečištění	17
3.1.4.2 Znečištění z městské zástavby.....	18
3.1.4.3 Znečištění z dopravní infrastruktury	18
3.1.5 Dopad dešťových oddělovačů na vodní toky	18
3.1.5.1. Látkové narušení	18
3.1.5.2 Fyzikální narušení	19
3.1.5.3 Potenciální ohrožení vodních toků.....	19
3.1.6 Rozdělení znečištění podle typu ploch.....	20
3.1.7 Možnosti ochrany urbanizovaných územích před lokálními povodněmi.....	22
3.1.7.1 Opatření ke snížení a zpomalení odtoku povrchové vody	23
3.1.7.2 Opatření stokových systémů proti povodním	23
3.2 Jakost povrchových vod a způsob jejich kvalifikace	24
3.3 Konduktivita	25
3.4 Rozpustnost látek ve vodě	26
3.5 First flush	27
3.5.1 Zachycování prvního splachu	27
4 Metodika	28
5 Rozbor území.....	30
5.1 Charakteristika toku	30
5.2 Jakost vod Vejprnického potoka	30
5.3 Využití území	32
6 Výsledky.....	35
6.1 Inventarizace toku	35
6.1.1 Inventarizace dešťových oddělovačů	36

6.1.2 Inventarizace koryta toku.....	42
6.1.3 Limnigrafická stanice.....	45
6.2 Vymezení měřených míst.....	46
6.2.1 Výstup hodnot konduktivity na jednotlivých dešťových oddělovačích.....	46
6.2.2 Výstup průměrných hodnot konduktivity na dešťových oddělovačích a měřených úsecích vodního koryta.....	53
6.2.3 Výsledná měření prvního splachu.....	55
6.3 Hydrologický režim.....	59
7 Diskuse.....	61
8 Závěr.....	62
9 Seznam literatury.....	64
10 Seznamy.....	67
Seznam grafů:.....	67
Seznam obrázků:.....	68
Seznam tabulek:.....	69
11 Přílohy.....	70

1 Úvod

Nenahraditelnou složkou životního prostředí a součástí našich životů je voda. Hospodaření s ní by proto, mělo pro nás být zásadní. Pokud chceme vodní zdroje využívat, je třeba dbát na jejich ochranu a stanovovat podmínky pro udržitelný vývoj našich vodních toků i veškeré vody v krajině. Ve většině aglomeračních oblastech je zapotřebí se věnovat otázkám vodního hospodářství velmi intenzivně. Urbanizované plochy, kategorizované jako příměstské nebo městské krajiny se potýkají s odlišnými problémy než krajiny ryze přírodní nebo zemědělské. Jednou z mnoha proměnných, které mají vliv na vodní toky v urbanizovaných oblastech, jsou dešťové srážky dopadající na různě využívané plochy. Pro takto typickou městskou krajinu, lze najít společné problémy již zmíněného faktoru dešťových srážek. Je to například nízká infiltrace. Ta je způsobena povrchem, který je špatně propustný a neumožňuje dostatečný vsak spadlých srážek. Na takovémto území převažuje povrchový odtok a jeho svod do dešťových oddělovačů. To má za následek nedostatek vláhy v půdě, nižší dotování podzemních vod a následné snižování jejich stavu. V neposlední řadě jsou typickou hrozbou tzv. „bleskové povodně“. Dalším problémem, spojeným s tímto územím, je znehodnocení kvality vody. Velký podíl povrchového odtoku s sebou odnáší z povrchu množství antropogenních látek, olejů a minerálů, jako jsou např. posypové soli nebo stavební materiály (písky, břidlice, zinek, mramor (popílek)). Ty všechny jsou kanalizačními jednotkami svedeny do říční sítě a znehodnocují kvalitu vody v ní (Kopp, Raška 2017).

Tato bakalářská práce by se měla zabývat tím, jaký vliv mají vodní oddělovače v urbanizované oblasti, kterou jsem vymezil pomocí map kanalizací na Vejprnický potok. Jedná se o plochu, která leží částečně na třech katastrálních územích Pzeň-Skvrňany, Plzeň-Město a Nýřany. Zkoumaný úsek lze vymezit i podle říční kilometráže Vejprnického potoka. Oblast, která byla předmětem zkoumání, jsem vymezil mezi nultým, čili ústím do řeky Mže a třetím říčním kilometrem. Oddělovače slouží k zachycení a svedení dešťových srážek, které dopadnou na toto území a pro malou propustnost povrchu ploch jsou svedeny do Vejprnického potoka. Dešťové oddělovače mohou negativním způsobem ovlivnit jakost vody v tomto recipientu. Jejich vliv budu posuzovat na vybraném úseku Vejprnického potoka. Vejprnický potok má délku cca 22 kilometrů a ústí do něj 35 dešťových oddělovačů zanesených do map

vodovodů

a kanalizací a dalších pár desítek dešťových oddělovačů, které nejsou v mapách zanesené. Vyhodnotit celý tok by tedy bylo velmi obtížné a práce by jistě přesáhla časovou náročnost bakalářské práce, proto jsem vybral pouze úsek, na kterém jsem své poznatky získával. Svou lokalitu jsem vybral z několika důvodů. Zaprvé je to oblast nejvíce urbanizovaná, a i právě proto má nejvíce dešťových oddělovačů, které lze zkoumat a posuzovat. Zadruhé je to úsek kde Vejprnický potok ústí do řeky Mže a okolní plochy jsou velmi různorodého charakteru. To pak může mít různý vliv na výsledky hodnocení. A na závěr je mnou vybraný úsek v současné době v projektu Útvaru koncepce a rozvoje města Plzně a Městského obvodu Plzeň 3. Ten připravuje revitalizaci údolí Vejprnického potoka pro všechny skupiny obyvatel.

2 Cíle práce

Má práce si dává za svůj hlavní cíl posoudit, jaký vliv mají ve vybraném území dešťové oddělovače na Vejprnický potok. Jak jsem již v úvodu zmínil, mnou vybrané území se nachází v urbanizované oblasti. Povodí této oblasti má svůj specifický povrch, který neumožňuje kvalitní zadržení vody v krajině. Tato voda je odváděna kanalizací do ČOV a poté do řeky. V určitých případech tato voda přetéká přímo do recipientu. Mým cílem je posoudit vliv srážkové vody, která je svedena těmito stokovými systémy do Vejprnického potoka. Jaký vliv má na kvalitu vody ve Vejprnickém potoce? Jak vypadá současná situace?

Pro tuto práci, jsem zvolil několik dílčích cílů. Prvním z těchto dílčích cílů je provedení inventarizace Vejprnického potoka a vlastní zhodnocení vybraných ukazatelů, kterými jsou viditelné projevy narušení vodního toku (zákal, heterotrofní nánosy, eroze aj.). To jsou viditelné projevy narušení vodního toku. Cílem je tedy posoudit jaký vliv mají dešťové oddělovače

na biologicko-ekologický stav vybraného úseku Vejprnického potoka. Jako další dílčí cíl chci posoudit, jaký vliv mají dešťové oddělovače na hydrologický režim. Dešťové oddělovače jsou v tomto úseku velmi početné a svádí do Vejprnického potoka srážky ze značné velké plochy. Některé z těchto oddělovačů mají stálý průtok i v období bez srážek, a proto je třeba posoudit jejich vliv na hydrologický režim Vejprnického potoka. Jako poslední dílčí cíl, který jsem si stanovil, bylo posoudit vliv dešťových oddělovačů na kvalitu vody. Povodí vybraného úseku pro mou práci má různorodý charakter svého povrchu. Je tedy zapotřebí posoudit, jestli a jaký má vliv splavený materiál z území tohoto povodí na kvalitu vody ve Vejprnickém potoce. Důležitou součástí práce je aplikovat získané informace z literatury na data získané při terénním šetření. A pokusit se zdůvodnit výsledky těchto dat.

3 Rozbor

3.1 Urbánní hydrologie

Urbánní hydrologii můžeme kategorizovat jako dílčí odvětví hydrologie, které studuje hydrologické procesy na urbanizovaném území. Ty díky svým specifickým vlastnostem snižují infiltraci vody do půdy a urychlují odtok srážek (Pavelková Chmelová, Frajer 2012).

Nárůst urbanizace, s sebou přináší změnu krajiny. Urbanizace se v krajině projevuje změnou využitelnosti ploch. Objevují se nám zde zastavěné víceúčelové plochy, které mají různé využití, jako jsou obytné a průmyslové plochy nebo dopravní koridory. A tak se nám přírodní krajina mění na urbánní.(Wenger et al., 2009). Proces urbanizace nám ovlivňuje krajinu a její ekosystémy. Přírodní ekosystémy se mění. Přírodní krajina se již od neolitické revoluce mění v krajinu kulturní. Urbanizace je jedním z vlivů změny přírodní krajiny v krajinu kulturní. Toky nacházející se v urbánní krajině jsou ve většině případech regulovány, je do nich zasahováno antropogenní činností a ztrácí svůj přirozený vývoj a funkci (Komínková a kol. 2008).

Antropogenní vlivy však nejsou jediným faktorem, který se projevuje na vývoji vodních toků. Dalším faktorem může být například geologický podklad, který může zvyšovat nebo snižovat procento vsaku do půdy nebo udává vývoj profilu toku. Dále klimatické podmínky, které také hrají významnou roli v projevech vývoje vodních toků. Jako posledními zmíněnými faktory jsou erozní a akumulární vlastnosti toku, ty jsou charakteristické podle dané polohy. Vývoj je tedy ovlivněn více faktory, které mohou působit najednou, tomuto procesu říkáme „kumulativní efekt“(Komínková a kol. 2008).

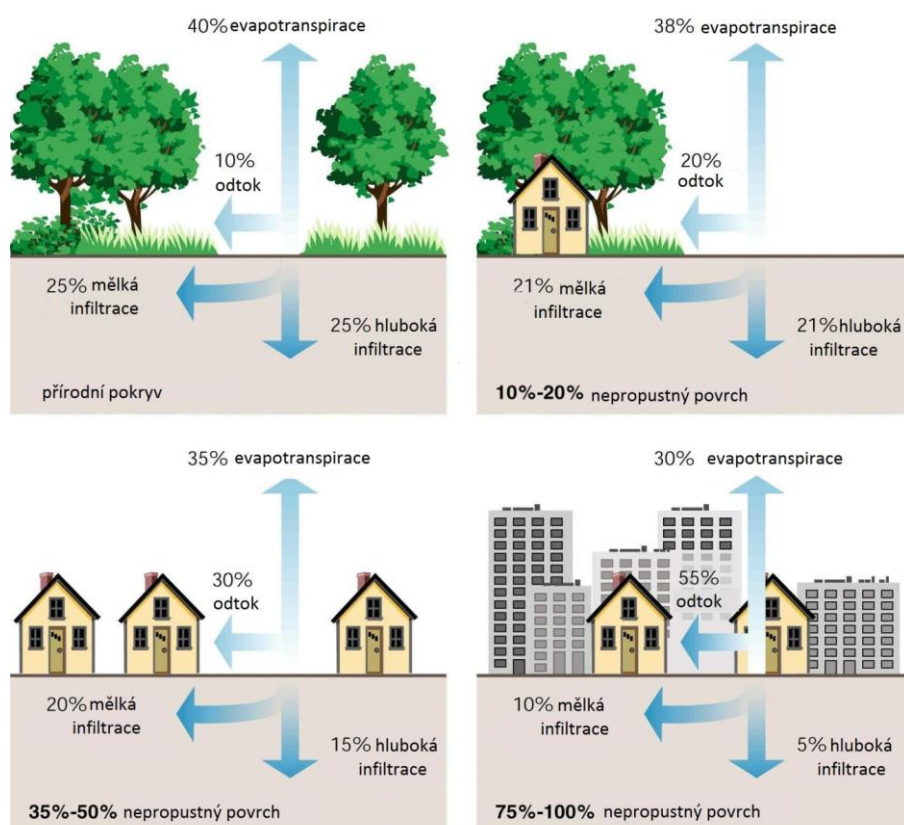
3.1.1 Vliv urbánní krajiny na vodní tok

Nepropustný povrch je zásadním charakteristickým rysem urbánní krajiny. Dle Arnolda a Gibbsonse (1996) můžeme zpozorovat určitý vzájemný vztah mezi nepropustnými povrchy a hustotou obyvatelstva. S rostoucí hustotou obyvatelstva nám roste i počet nepropustných ploch. Zde se jedná o zvýšení infrastruktury dopravních systémů, střech budov a dvorků. Tento indikátor urbánní krajiny mnohonásobně zvyšuje povrchový odtok. Až 55% veškerých srážek odtéká (viz Obr. č. 1), a mění morfologický charakter koryt vodních toků. Studie hodnotící vliv nepropustných povrchů na kvalitu vody říkají, že nepropustný povrch

negativně ovlivňuje přirozený vývoj vodního toku, pokud nepropustný povrch přesáhne 10 % plochy povodí. Při rozloze nepropustného povrchu většího než 30 % plochy povodí, mluvíme o degradaci vodního toku (Kang a Marston, 2006). Dalším důležitým faktorem jsou kanalizační sítě, které odvodňují městskou krajinu. V minulosti bylo hlavním cílem vodu co nejrychleji odvádět pryč. To má negativní dopad na evapotranspiraci (Arnold a Gibbons, 1996).

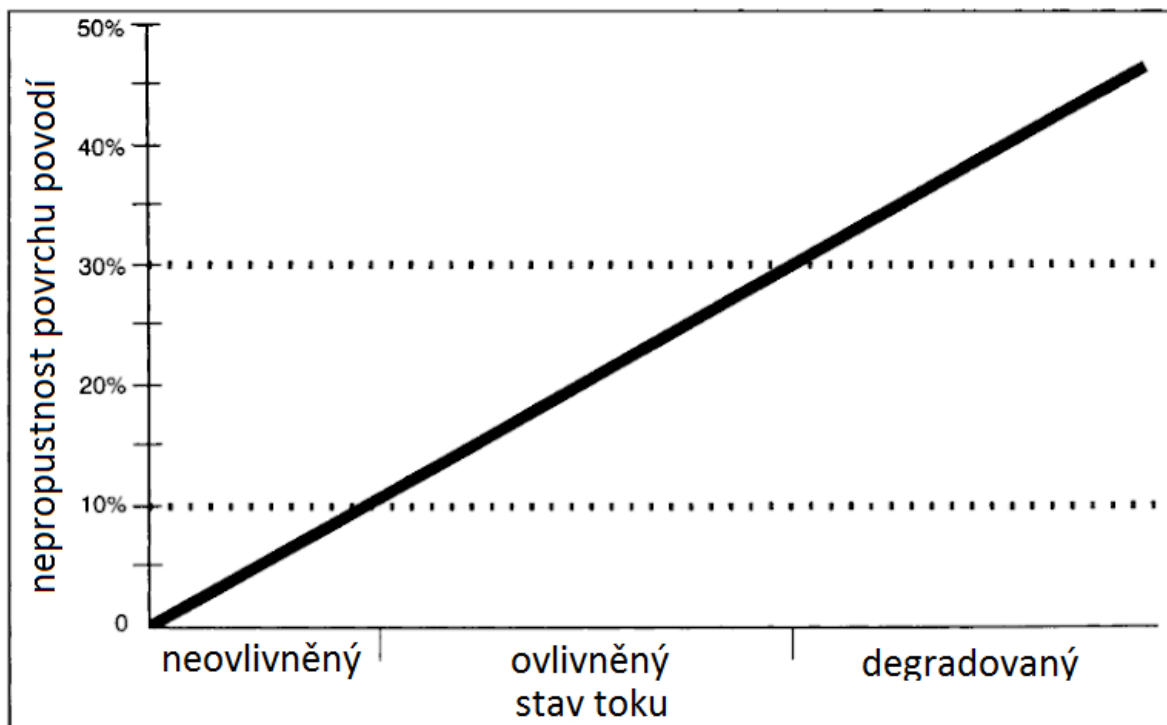
Dnes se snažíme o zpomalení odtoku vody a jeho zachycení v krajině, zlepšit na těchto plochách vsak a zlepšit dotaci podzemní vody, která byla před rozvojem kulturní krajiny přirozená. Další snahou je tak proces bioremediace, čili přeměňování škodlivých, rizikových látek pomocí živých organismů na látky nerizikové. Jde o rozklad tzv. „organických polutantů“ ty jsou rozkládány pro ně specifickými mikroorganismy (Gurnell et al., 2007).

Malé zastoupení břehové vegetace vede k většímu kolísání teplot vody, než v přírodní krajině. To má za následek, že voda je v létě teplejší a chladnější v zimě (Arnold a Gibbons, 1996).



Obrázek č. 1: Změny vodního cyklu spojené s urbanizací

Zdroj: podle Federal Interagency Stream Restoration Working Group (2019)



Graf č. 1: Stylizovaný vztah mezi nepropustností plochy povodí a stavem toku

Zdroj: (Arnold, Gibsons 1996)

3.1.2 Syndrom urbanizovaných toků

Pojem „syndrom urbanizovaných toků“ můžeme definovat jako degradaci vodních toků protékající urbanizovaným územím. Tyto toky jsou často ovlivňovány antropogenní činností. Můžeme zde pozorovat jevy, ke kterým patří změny hydrologických podmínek, změny biodiverzity toku, zastoupení škodlivých látek, obměna nebo snižování stavu živočišných druhů, morfologické změny koryta toku. Projevy příznaků závisí nejen na úrovni urbanizace, ale ve hře jsou i další proměnné, například klimatické podmínky nebo geologická stavba. V Následující tabulce jsou vypsány příznaky, které lze spojit je syndromem urbanizovaných toků. (Walsh et al., 2005).

Tabulka č. 1: Příznaky sledované na syndromu urbanizovaného toku

Ukazatele	Příznaky	
hydrologické ukazatele	zvýšení frekvence výskytu povodní	
	zvýšení frekvence výskytu erozivních průtoků	
	zvýšení maximálních průtoků	
	vyšší a strmější vrcholy průtoků v hydrogramu	
	změny základních M-denních průtoků	
ukazatele sedimentace a kvality vody	vyšší obsah živin	
	vyšší obsah toxických látek	
	zvýšení teploty	
	zvýšení obsahu suspendovaných látek	
	pokles retence organické hmoty	
ukazatele morfologie koryta	nárůst šířky koryta	
	nárůst hloubky tůní	
	pokles stability koryta	
	narušení kontinuity toku	
	změny sedimentačních procesů	
	opevnění toku (meliorace)	
ukazatele biocenózy	ryby	úbytek počtu citlivých druhů
		nárůst počtu tolerantních druhů
		změna hojnosti (abundance)
		pokles rybí biomasy
	zoobentos	nárůst počtu tolerantních druhů
		úbytek počtu citlivých druhů
		úbytek dravců
	řasy	vyšší množství eutrofních rozsivek
		nižší množství oligotrofních rozsivek
		změna biomasy
výskyt toxických řas		

Zdroj: (Walsh et al., 2005)

3.1.3 Dopady urbánních ploch na hydrologický režim

Městská a příměstská krajina, mění přirozenou infiltraci a zvyšuje rychlost dešťových srážek v povodí. Ty jsou přes odvodňovací systémy odváděny do recipientů. Tyto faktory mají za následek zvýšenou intenzitu objemu odtoku.

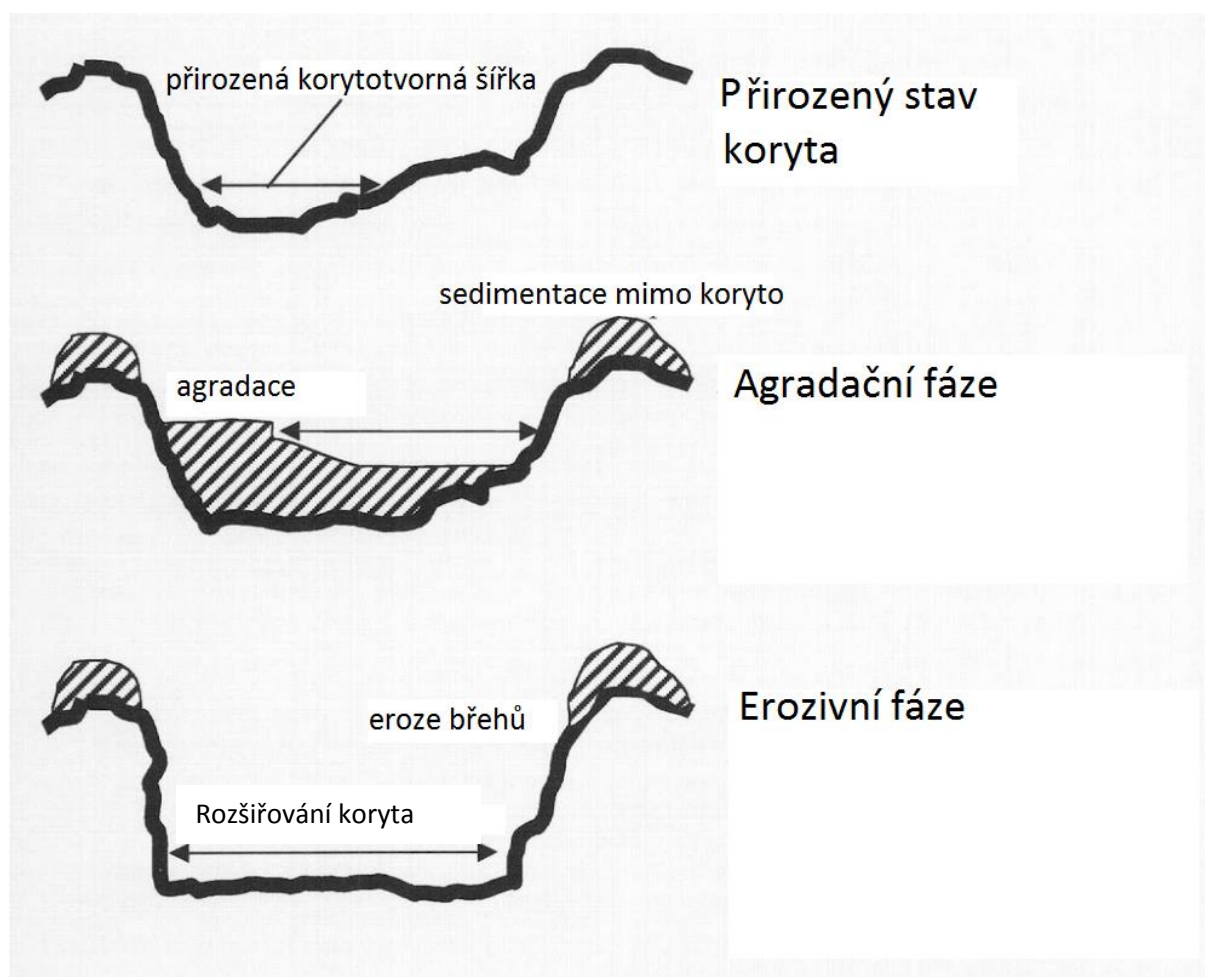
Dle Hanušina (1995) lze kategorizovat rozrůstání měst do čtyř stádií. Každá tato kategorie má svůj charakteristický vliv na hydrologický cyklus. První vymezení nazýváme ranně urbánní. Toto stádium růstu lze charakterizovat odstraňováním vegetačního krytu, budováním

rozptýlené zástavby a např. budováním studní. To má negativní dopad například na snížení transpirace, která je kvůli snížení vegetačního pokryvu nižší. Je zde vyšší nárůst odtoku povrchových vod a snížení dotace podzemní vody. Dalším stádiem růstu je středně urbánní. Její typickou charakteristikou je pokračování terénních úprav, hustější zástava budov a revitalizace koryt toků. Tím je narušen jejich přirozený morfologický vývoj. To vše z důvodu odvodu odpadních sítí do koryta toku. Důsledky těchto zásahů mohou být snížení infiltrace zrychlení erozních procesů a znečištění vod, do kterých ústí odpadní sítě. Třetí kategorií

je stádium urbánní. Zde je nejvíce patrný rozmach výstavby a nárůst nepropustných ploch. Při tomto vývoji města dochází k většímu obsahu vypouštění odpadních vod, které ovlivňují hydrologický cyklus toku. Také se nám zvyšují hodnoty kontaminace ve vodním toku. Posledním stádiem je intenzifikace rozvoje, charakteristická snahou o „*trvale udržitelné vodní hospodářství, které se snaží o intenzifikaci a racionalizaci potřeby a spotřeby vody, čištění odpadních vod a snížení rozlohy nepropustných povrchů ve městech.*“ Pozitivně tak ovlivňuje kontaminaci recipientu a snaží se o snížení a zadržení odtoku srážkové vody. Tím zlepšuje infiltraci a zásoby podzemním vod (Hanušín, 1995).

Nepřirozený vývoj morfologie koryt má na svědomí antropogenní činnost v urbanizované krajině. Vodní toky jsou zde regulovány za účelem rychlého odtoku vody pryč ze zastavěné plochy. Tyto vodní toky jsou často zatrubňovány nebo je jejich koryto regulováno tak aby nedocházelo k rozšiřování toku nebo aby vodní tok netvořil zákruty a meandry. Toto umělé „narovnávání“ vodních toků způsobuje problémy v oblasti morfologie a hydrologie toku a způsobuje zjednodušení habitatu. To může zapříčinit „bleskové povodně“. Důležitým faktorem je i množství sedimentů, které se ukládá v korytě při výstavbě nového urbanizovaného území. Podle Wolmana a Gordona (1967), Paula a Meyera (2001), Wengera at al. (2009) prochází koryto třemi po sobě jdoucími fázemi (viz obr. č. 2). První fází je agradace koryta toku, kdy do koryta díky zvýšené erozi z nové zástavby putuje velké množství sedimentů. Dochází zde k rozšiřování koryta, kvůli nadprůměrnému zvyšování průtoků, které se často opakují. Sedimenty, které jsou naplavené do koryta, a to buď plošným splachem, nebo nadměrnou erozí, se usazují na dně koryta a snižují jeho hloubku. Dochází tedy k rozšiřování koryta a zvyšování břehu sedimenty. Následuje fáze eroze, kdy jsou sedimenty transportovány díky zvýšené rychlosti průtoku a koryto se opět prohlubuje. Zde může docházet k problému, že částice nepodléhají sedimentaci a všechny tyto splaveniny jsou odnášeny proudem. Vodní tok má poté tendenci se rychleji zahlubovat do povrchu. Poslední fází je stabilizace toku. Ke

stabilizaci ovšem nemusí dojít vždy. Je důležité, aby předchozí fáze byly v rovnováze (Paul a Meyer, 2001).



Obrázek č. 2: Tři fáze vývoje koryta toku v urbanizovaném území.

Zdroj: (Paul a Meyer, 2001)

3.1.4 Znečištění odtoku z dešťových srážek na urbanizovaném území

Srážkový odtok se podílí na látkovém znečištění recipientu. Urbánní krajina má velké množství ploch, kterými ovlivňuje znečištění vod v recipientech. Při srážkách povrchový odtok z dopravních, průmyslových nebo obytných ploch z velké části zachytí kanalizační systém

a tato znečištěná voda je zpracována v čističkách odpadních vod. V některých případech se ovšem povrchová voda dostává přímo do recipientů a může docházet ke znečištění nejen vody v těchto recipientech, ale i vody podzemní. Urbanizace tak má vliv na znečištění

vodního toku. Důležité však je „land use“ urbanizované plochy i podíl nečistot z ploch neurbanizovaných (Krejčí, 2002, ČSN 75 7221, ČSN 75 7220)

S větším zastoupením nepropustných ploch ubývá ploch krajinného, zemědělského rázu. Čím více tyto půdy využíváme, tím nám roste i procento znečišťujících látek. Dalo by se říci, že nepropustné povrchy nám v tomto smyslu pomáhají tak, že zabraňují infiltraci škodlivých a znečišťujících látek do půdy. Problémem nepropustných povrchů ale je, že škodlivé látky kumulují, a ty se pak ve větší koncentraci dostávají pomocí dešťových, vodních oddělovačů do recipientu. Tam mají za následky znehodnocení vody a ohrožování habitatu vodního toku (Arnold a Gibbons, 1996)

Krejčí (2002) rozděluje látkové znečištění do třech skupin, podle toho za jakých podmínek k němu došlo. Zaprvé je to proces atmosférické depozice, kdy se atmosféra pročišťuje. Látky, které jsou zastoupeny v atmosférických srážkách, dopadají na plochy urbanizované krajiny. Takováto krajina nemá schopnost tyto látky infiltrovat a jsou koncentrovány a odnášeny do dešťových odvodových systémů. Opakem je pak situace, kdy je srážková aktivita minimální, dochází zde k procesu „suché depozice“ a nerozpustné látky se nám ukládají ve vzduchu. Tomu napomáhá silniční doprava nebo průmyslové plochy. Při větší srážkové aktivitě jsou tyto látky odplaveny. Poslední zdrojem je kontakt dešťových srážek s různými materiály ve městské výstavbě. Dále zdroje z dopravy, resp. i vozidla parkovaná na parkovištích, nebo střešního materiálu (kov), atd.. Koncentrace takto způsobeného znečištění pak závisí na délce trvání srážkové činnosti, její intenzitě a s tím související objem a síla odtoku dešťových srážek, které podle těchto ukazatelů transportují více či méně znečišťujících látek.

3.1.4.1 Atmosférické znečištění

Jak již jsem v přehledu uvedl, prvním hlediskem důvodu znečištění vodního toku jsou látky nacházející se v atmosféře. Velký faktor hrají právě městské plochy, zástavbová oblast, silniční komunikace a oblasti s průmyslovým zaměřením. Tyto oblasti produkují velké množství znečišťujících látek, které se usazují ve vzduchu a při atmosférické „mokrě“ depozici jsou splavovány do vodního toku. Při předcházející „suché“ depozici je koncentrace znečišťujících látek ovlivněna i charakteristickými meteorologickými podmínkami. Vliv znečištění tohoto charakteru je pak výsledkem nejen lokální ale i oblastí které jsou vzdálené. Dešťové srážky, které nám znečišťují vodní tok, mohou nést látkové znečištění

antropogenního nebo přírodního charakteru. Obecně pak platí, že acidní látky jsou součástí převážně antropogenního vlivu. Přírodní látky jsou pak spíše alkalického typu.

3.1.4.2 Znečištění z městské zástavby

Zdrojem znečištění dešťových srážek jsou plochy v urbánní zástavbě, jako střechy domů, průmyslové areály, silnice, železnice. Ty mohou produkovat mnoho škodlivých látek, které se při nízké srážkové aktivitě usazují a při dešti jsou splavovány a odnášeny do dešťových oddělovačů a následně do recipientu. Může se jednat například o technické chemikálie, které se používají v průmyslových závodech. Jedná se také o různé klasty stavebních materiálů nebo barev. (ČSN 75 2221, ČSN 75 2220, Krejčí, 2002).

3.1.4.3 Znečištění z dopravní infrastruktury

Znečištění v podobě automobilů na silnicích, chodníků nebo železničních komunikací má více různých rysů. Osobní automobily, autobusy a nákladní vozy jsou nedílnou součástí dopravní infrastruktury měst. Vypouštějí však škodlivé látky v podobě uhlovodíků, zbytků nespáleného paliva a dalších materiálů jako jsou barvy, guma z pneumatik, korodované kovy. Pozemní komunikace pak samy o sobě nejen že tyto látky kumulují, ale zároveň přispívají k znečištění okolních ploch pozemní komunikace. Při zimním počasí se pro údržbu používají posypové soli a další materiály, jako je štěrk, písek nebo popel. Ty i přes kanalizační systémy, které jsou nedílnou součástí pozemní komunikace, také ovlivňují znečištění vodního toku. Naopak v letním období se frekventované pozemní kumulace potýkají s prachem. Jeho množství pak závisí nejen na intenzitě dopravy ale i na klimatických podmínkách. (Krejčí, 2002).

3.1.5 Dopad dešťových oddělovačů na vodní toky

Dešťové oddělovače jsou významnými narušiteli vodního toku. Stav dešťové vody, která je svedena do recipientu, může mít za následek ohrožení ekologického stavu toku a znehodnocování kvality vody (Vítek, 2015).

3.1.5.1. Látkové narušení

Voda z dešťových oddělovačů s sebou přináší do vodního toku řadu organických látek. Tyto organické látky jsou ve vodním toku rozkládány heterotrofními bakteriemi (Kabelková, 2010). Při rozkladu spotřebovávají kyslík. Snížení obsahu kyslíku ve vodním toku a v dnových sedimentech má za následek narušení biocenózy, hlavně pak společenství ryb citlivějších

na změnu kyslíku. Při opakovaném narušování vodního toku dochází k monokulturizaci

biocenózy vodního toku. V určitých případech dešťové oddělovače přispívají k eutrofizaci vodního toku. To je dáno nadměrným přísunem živin, jako jsou dusík nebo fosfor. Ty se do recipientů dostanou v převážné míře splachem z polí nebo z oblastí kde je společná kanalizační a dešťová odtoková síť. V případech dešťových oddělovacích komor je velký obsah nerozpustných látek. Ty mají negativní vliv na recipient. Bavíme se o řadě problémů, jako je sedimentace nepropustných látek. Ty zabraňují výměně kyslíku z vody a z dnových sedimentů. Dalším negativním účinkem je zákal vody v recipientu, ten škodí organismům závislým na světle. Jako další je například kumulace a vázání látek jako jsou těžké kovy a organické polutanty. Ty se shromažďují v částech, kde se tok zpomaluje. To má vliv na ryby v nižším vývojovém stádiu, které se zde zdržují (Kabelková, 2010, Demek, 2007).

3.1.5.2 Fyzikální narušení

Fyzikální narušení vnímáme z hlediska prostoru ve vodním toku, narušením přirozeného vývoje vodního toku může docházet k snížení populace nebo úplnému vymizení některých živočišných druhů. Zde hovoříme převážně o akvatických živočiších. Dalším neméně ovlivňujícím faktorem je změna teplotního režimu. U menších toků se zaústění dešťových oddělovačů projeví především ve změně hydrologického režimu. Tím se mění i prostředí pro akvatické společenství. V extrémních případech může docházet i k odnosu dnových splavenin a dnového sedimentu a k následnému úhynu celého druhu. Při zvýšeném průtoku způsobeném povodňovými vlnami, které jsou ze splachu z urbánní krajiny, můžeme jako pozitivum zmínit odnos škodlivých sedimentujících látek. Ty sedimentují na dně koryta a narušují přirozený proces dnové výměny. Tento odnos přispívá naopak k obnovení dnové výměny. (Kabelková 2010)

Teplotní rozdíly vody, která přichází z dešťových oddělovačů, ohrožují rozpustnost kyslíku ve vodním toku. Snížení rozpustnosti kyslíku ovlivňuje zvýšení stavu mikroorganismů ve vodě, což opět vede ke snížení obsahu kyslíku ve vodě. Zvýšená teplota má také vliv na některé látky toxického charakteru. Toxické látky díky zvýšeným teplotám zesilují svojí toxicnost (Kabelková, 2010, Havlík, 2007).

3.1.5.3 Potenciální ohrožení vodních toků

Ohrožení vodních toků je různé a určuje ho především velikost vodního toku. Potenciálně více jsou ohroženy toky, které mají menší vodnost. Rozhodující je také počet vyústění

stokových

a dešťových objektů, které za deštivého počasí mají větší následky u toků středních a malých než u toků velkých. Rozdíly narušení u malých toků můžeme sledovat podle polohy toku. Ve středních polohách toku se jedná spíše o hydraulická poškození. Tento typ poškození je dán zejména rychlejším průtokem, a to díky sklonitosti terénu. To má za následek odnos organismů nebo erozní procesy koryta toku. Naopak v nižších polohách toku, kde je sklonitost menší a průtok nižší, převládá spíše látkové ohrožení (Kabelková 2010, Krejčí 2002).

Průtok nám ovlivňuje počet organismů v toku v oblastech, kde je tok vzdutého nebo nížinného charakteru, průtok je menší a v pomalejší vodě je přítomnost organismů více ohrožena. Zároveň při pomalém průtoku může docházet k větší sedimentaci a znečištění a ovlivňování biocenózy toku. U charakteristicky rychlejšího průtoku a chladnější vody je vliv na organismy v toku menší. Potenciální znečištění je rychleji transportováno a nedochází k tak velké sedimentaci jemných částic, jako u nižšího toku. Ve vodě je i mnohem více kyslíku, který díky rychlejší turbulenci napomáhá provzdušňování vody v toku. V části toku, kde je průtok pomalejší, nedochází k deficitu kyslíku ve vodě hned za vyústěním dešťového oddělovače, nýbrž až dále po toku. Pomaleji tekoucí voda je zpravidla teplejší a zvyšuje toxicnost některých látek (Kabelková 2010, Krejčí 2002, Havlík, 2007)

Důležitým faktorem pro revitalizaci poškozeného toku u dešťových oddělovačů je jeho morfologický stav a jakost vody. Ty přispívají k znovuosídlení poškozených míst organismy. Rozsah poškození toku z dešťových oddělovačů je dán například typem látkového znečištění, na transformačních a transportních procesech nebo typu „land use“ (rozdíl mezi zemědělskou půdou, průmyslovou plochou nebo přírodní krajinou), (Krejčí, 2002).

3.1.6 Rozdělení znečištění podle typu ploch

Srážkový odtok se liší podle typu povrchů resp. podle jejich charakteristických rysů a způsobu užívání. Pro přehlednost typů ploch a typů znečištění poslouží (Tab. č. 2). V té rozřazujeme znečištění do tří kategorií nízké znečištění, střední a vysoké (Stránský, 2012, ČSN757221).

Tabulka č. 2: Typ a míra znečištění v závislosti na typu ploch

Typ plochy		Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy	Uhlovodíky	Organické znečištění BSK5	Živiny N,P	Patogenní mikroorganismy
střechy	zelené	neznečištěné	neznečištěné	neznečištěné	neznečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné
	inertní	mírně znečištěné	mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné
	s kovovými částicemi do 50m ²	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné
	s kovovými částicemi 50-500m ²	mírně znečištěné	mírně znečištěné	středně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné
	s kovovými částicemi nad 500m ²	mírně znečištěné	mírně znečištěné	vysoce znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné
parkoviště	málo frekventovaná	středně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
	vysoce frekventovaná	středně znečištěné	středně znečištěné	středně znečištěné	středně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
	nákladní auta	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
silnice a dopravní komunikace	málo frekventované	středně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
	středně frekventované	středně znečištěné	středně znečištěné	středně znečištěné	středně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
	vysoce frekventované	středně znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
komunikace pro pěší a cyklisty		středně znečištěné	mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	neznečištěné/ mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
plochy u skladišť, manipulační plochy		vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné	mírně znečištěné
komunikace zemědělských areálů		vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	středně znečištěné	středně znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné	vysoce znečištěné

Zdroj: (Stránský, 2012)

Tabulka č. 3: Klasifikace znečištění srážkového odtoku

Typ plochy	Míra znečištění srážkového odtoku
zelené střechy	nízká
střechy z inertních materiálů	
střechy s kovovými částmi do 50 m ²	
komunikace pro pěší cyklisty	
málo frekventované parkoviště	
málo frekventované dopravní komunikace	
střechy s kovovými částmi 50-500 m ²	střední
Středně frekventované komunikace	
frekventovaná parkoviště	
střechy s kovovými částice nad 500m ²	vysoká
vysoce frekventované komunikace	
plochy skladišť, manipulační plochy	
komunikace zemědělských areálů	
parkoviště nákladních aut	

Zdroj: (Stránský, 2012)

3.1.7 Možnosti ochrany urbanizovaných územích před lokálními povodněmi

Možných opatření před povodněmi je celá řada. Pro zvolení těch nejvhodnějších musíme rozlišovat faktory, při kterých může povodeň v dané oblasti zasáhnout. Technickými opatřeními se snažíme dosáhnout podobných podmínek, které má hydrologický cyklus vodní toku v oblastech, které nejsou zasaženy urbánní plochou. Dle Slavíkové (2007) lze tato technická opatření rozdělit následovně:

- Opatření vedoucí ke snížení a zpomalení povrchového odtoku
- Opatření k ochraně stokového systému před povodněmi v recipientu

Technické opatření na ochranu území musí jít ruku v ruce s dalšími dílčími faktory, které nelze opomenout. Při navrhování opatření je zapotřebí uvážit skutečnost, v jakém místě

se nacházíme, jaký je jeho historický režim, klimatické podmínky, typ „land use“, látkové znečištění a ochrana vodních toků a podzemní vody.

3.1.7.1 Opatření ke snížení a zpomalení odtoku povrchové vody

Opatření lze kategorizovat do dvou základních skupin, decentrální retence a zasakování dešťového odtoku. Prvním možným opatřením jsou retenční nádrže, ty krátkodobě zachycují povrchový odtok. Je to poměrně jednoduchý a levný způsob zachycení povrchové vody. Mezi nevýhody můžeme zařadit nutnou údržbu a plochu, která je potřebná k výstavbě takovéto nádrže. Jedním z dalších možných opatření jsou retenční nádrže s biotopem, ty mají výhodu naproti běžným retenčním nádržím v lepší filtraci povrchové vody. Dalším možným opatřením je retenční kanál. Tento způsob opatření je mnohem nákladnější, ale nezabírá velkou plochu. Dalšími možnými opatřeními je například plošná infiltrace, muldy a infiltrační nádrže, střechy či terasy s vegetačním pokryvem, zasakovací příkopy aj. (Slavíková z publikace Čamrová, 2007).

Dle Ježka v publikaci od Kopp, Raška a kol.(2017) je vhodné ekohydrologické opatření v městské krajině rozdělit do šesti následujících kategorií. Tato kategorizace je rozdělena podle srážek a odtoku a jejich vlivu na městskou krajinu.

- Systémy zachycení a využití vody: (to jsou např. nádrže pro využití domácností na užitkovou vodu)
- Systémy plošné retence a vsakování: (uměle vytvořené mokřady a tůňky nebo vegetace teras a střech)
- Vsakovací systémy bodové a liniové: (vsakovací nádrže, koryta a rýhy nebo vsakovací průlehy)
- Systémy povrchového odvodnění území: (odvodňovací příkopy a koryta)
- Systémy zadržení vody a regulovaného odtoku: (povrchové nádrže na dešťovou vodu s regulovaným odtokem, poldry)
- Systémy čištění vody ve spojení se systémy vsakování nebo odtoku: (sedimentační jímky, biotopy s biologickým čištěním, půdní či adsorbční filtrační systémy)

3.1.7.2 Opatření stokových systémů proti povodním

Prvky ochrany stokového systému jsou například pevné uzávěry, které zamezují průniku vody při rozvodnění do kanalizačního systému. Bývají nedílnou součástí dešťových oddělovačů a zamezují dešťovému odtoku, aby se dostal do recipientu. V kombinaci s pevnými uzávěry

se nám objevují také zpětné klapky. Zpětné klapky zamezují průniku vody do kanalizace a mají samoregulační funkci, která závisí na poměru tlaku. Dalším možným opatřením je čerpací stanice. Výhodou tohoto opatření je převádění dešťového odtoku ze zastavěné části území (intravilánu) do vodního toku přes protipovodňová opatření. Pro zpomalení povrchového odtoku lze kromě těchto opatření využít i dostupná opatření, která se v dané oblasti již nachází (Beneš v publikaci Čamrová, 2007).

3.2 Jakost povrchových vod a způsob jejich kvalifikace

Pro určování jakosti vody máme především tyto technické normy. ČSN 75 7221 tato norma nám určuje kvalifikaci kvality tekoucích povrchových vod a pomáhá k posuzování jakosti tekoucí povrchové vody. Další normou je ČSN 75 7220, podle níž se kontroluje jakost povrchových vod.(Hlavínek, Říha, 2004)

Dle ČSN 75 7221 rozdělujeme jakost povrchových vod do pěti následujících tříd:

- I. třída (neznečištěná voda) - Stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích
- II. třída (mírně znečištěná voda) – Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému
- III. třída (znečištěná voda) - Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.
- IV. třída (silně znečištěná voda) – Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.
- V. třída (velmi silně znečištěná) – Stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému.

Dle ČSN 75 7221 lze pro dané třídy přiřadit různé příklady využití:

- I. třída – Voda vhodná pro veškeré užívání jako jsou vodárenské po přiměřené úpravě, pro potravinářský a jiný průmysl, požadující jakost pitné vody, pro koupaliště nebo pro lov lososovitých ryb. Voda této jakosti má velkou krajínovní hodnotu.
- II. třída – Voda vhodná pro všechny použití zejména pro vodárenské účely, pro vodní sporty, zásobování průmyslu vodou a chov ryb. Tato má také krajínovní hodnotu.
- III. třída – Voda je obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslu vodou. Pro vodárenské využití je použitelná jen v případě, že projde procesem víceúrovňové technologické úpravy. Voda má nízkou krajínovní hodnotu.
- IV. třída – Voda vhodná jen pro omezené účely.
- V. třída – Voda není vhodná pro žádné účely.

Ukazatel elektrolytické konduktivity dle ČSN 75 7221 pro třídy jakosti vody.

Tabulka č. 4: Mezní hodnoty Elektrolytické konduktivity podle ČSN 75 7221

Ukazatel	měrná jednotka	třída				
		I.	II.	III.	IV.	V.
Elektrolytická konduktivita	mS/m	<40	<70	<110	<160	>160
	μS/cm	<400	<700	<1100	<1600	>1600

Zdroj: vlastní zpracování dle ČSN 75 7221

3.3 Konduktivita

Konduktivita je měrná elektrická vodivost, tedy schopnost vody vést elektrický proud. Konduktivita měřená ve vodě nám udává koncentraci rozpuštěných látek ve vodě (INSA, 2019). Informuje nás o koncentraci iontů rozpuštěných minerálních látek (solí, zásad). Konduktivitu měříme v siemensích na metr (S/m). Pro měření v terénu se více používají μS/cm nebo mS/cm. Velmi důležitými faktory, které mají vliv na míru konduktivity je úhrn koncentrace iontů ve vodě a pohyblivost iontů, která je přímo úměrně závislá na teplotě (Pitter, 1999).

„V přírodních a užitkových vodách s velmi nízkou koncentrací organických látek je konduktivita mírou obsahu anorganických elektrolytů (aniontů a kationtů), ve zředěných

roztocích je konduktivita lineární funkcí koncentrace iontů. Složky, které jsou v těchto vodách přítomné převážně jako neelektrolyty (křemík, bor), se na konduktivitě nepodílejí. V průmyslových odpadních vodách obsahujících ionizovatelné organické látky musí být vztah konduktivity k anorganickým rozpuštěným látkám posuzován obezřetně“ (Pitter, 2015).

3.4 Rozpustnost látek ve vodě

Složení přírodních a odpadních vod můžeme rozdělit na anorganické a organické. Všechny látky, které se vyskytují ve vodě, jsou ve své podstatě alespoň částečně rozpustné. Anorganické látky se více rozkládají ve vodě, která je hodně mineralizovaná. Naproti tomu organické látky se rozkládají méně, mluvíme zde o tzv.: „vysolování“. Míra rozpustnosti látek velmi závisí na teplotě. Látky ovlivněné teplotou můžeme rozdělit na endotermické a exotermické. Endotermické jsou látky, které se stoupající teplotou zmenšují svou rozpustnost. Endotermické látky, mezi které se řadí i většina organických a anorganických látek, jsou látky, které při stoupající teplotě svou rozpustnost zvětšují (Pitter, 2015).

Konduktivita má různé limitní hodnoty pro posuzování působení na lidský organismus (Pitter, 2015).

Tabulka č. 5: Vliv měrné vodivosti vody v působení na lidský organismus

Vliv měrné vodivosti vody v působení v lidském organismu							
Jednotky	Velmi dobré působení na pročištění	Dobré působení na pročištění	Ještě uspokojující	Žádné působení na pročištění	Již přetěžující organismus	Špatné působení na organismus	Silně přetěžující organismus
μS/cm	50-80	90-130	140-167	200-250	300-500	600-1200	1300-1500

Zdroj:(Sobol 2016)

3.5 První splach

První splach neboli first flush je definován jako první splach při srážkové aktivitě, kdy koncentrace znečišťujících látek dosahuje největších parametrů, čili je mnohem vyšší než koncentrace při další fázi srážkové aktivity. Gupta a Saul (1996) popisují první splach jako počáteční období, kdy dešťová povrchová voda odtéká z daného území a její koncentrace znečišťujících látek je vyšší než v následující měřené době. Během prvního splachu se do recipientu dostává velké množství znečišťujících látek, které jsou jednou z hlavních příčin degradace kvality vod v recipientu. Koncentrace a množství znečišťujících látek při tomto jevu se může lišit během jedné srážkové události. Charakteristické parametry, které nám mohou ovlivnit první splach, jsou málo propustné nebo nepropustné oblasti, intenzita srážek, území povodí nebo předcházející doba suchého období. Při analytických výzkumech prvního splachu bylo zjištěno, že pokud k danému jevu opravdu dojde, má mnohem větší vliv na menší toky. Zároveň má první splach má různý vliv na koncentraci znečišťujících látek (Le, Bang, Ketchum, Choe, Yu, 2002).

3.5.1 Zachycování prvního splachu

Technologie zachycování prvního splachu je ve státech jako Německo, Rakousko nebo Švýcarsko provozována od roku 1971. Zabránit znečišťování vodních toků při prvním splachu tak, aby se nemusel zvyšovat počet ČOV. To lze vyřešit pomocí tzv. odlehčovacích komor a přetokových zdrží, které zachytí koncentraci znečišťujících látek při prvním splachu na počátku každé dešťové aktivity. Nejvyšší koncentrace znečišťujících látek vtéká do recipientu právě při prvním splachu. Tyto komory mají zachytit první splach a odvést ho k čistírně tak, aby splach měl vyrovnanou koncentraci znečištění po celou dobu srážkové aktivity (Šifalda 1994).

4 Metodika

Metodický postup, který používám v této bakalářské práci, bych rozdělil na dvě základní skupiny. Prvním metodickým postupem jak jsem získával data, byl vlastní terénní výzkum.

Terénní výzkum byl proveden na vybrané části Vejprnického potoka v nejvíce urbanizované části toku Plzeň Skvrňany. Na tomto vybraném úseku jsem nejprve rekognoskoval veškeré dešťové oddělovače, kterými se moje bakalářská práce zabývá. Poté jsem z nich vybral pět hlavních. Důvod pro výběr těchto konkrétních dešťových oddělovačů byl stálý průtok i v období bez srážek. Ten byl pro potřebné měření důležitý. Na vybraných dešťových oddělovačích jsem pomocí přístroje HACH Sension 156 měřil konduktivitu vody, koncentraci rozpuštěných látek a teplotu v °C. Stejně ukazatele pak měly být změřeny na vodním toku vždy cca 5 metrů po vyústění dešťového oddělovače. Tyto měření jsem od listopadu do ledna opakoval 8krát. Dalším dílčím úkolem při terénním výzkumu bylo zachycení srážkové aktivity a změření tzv.: „prvního splachu. Na více vybraných dešťových oddělovačích jsem při srážkové aktivitě (dešti) měřil vybrané ukazatele vždy po určitém časovém intervalu a zaznamenával změnu hodnot jednotlivých ukazatelů v tomto časovém intervalu. Poslední získávání dat v terénu byla fotografická dokumentace Vejprnického potoka. Foceny byly jednotlivé dešťové oddělovače, části koryta toku, a v detailu oblasti s lokálním znečištěním.

Ty posloužily,
pro následnou inventarizaci části zkoumaného toku. Při vytváření inventarizace toku jsem používal rozřazení podle jednotlivých měřených míst a hodnotil vybrané ukazatele z viditelných projevů, které narušují vodní tok, jako jsou heterotrofní nánosy, pevné částice a odpadky, pěna, kal, zákal nebo eroze.

Další postup při shromažďování dat byla práce s internetovými zdroji. Jmenovitě se jednalo o stránky Českého hydrometeorologického ústavu, kde jsem shromažďoval údaje z limnigrafu na Vejprnickém potoce týkající se stavu vodní hladiny a průtoku. Dále pak data ze srážkoměrných stanic v Úlicích a na Mikulce. Tyto data jsem zpracoval do tabulek a hydrogramů. Ty posloužili jako přehledné informace pro vyhodnocení výsledků.

Po shromáždění veškerých potřebných dat jsem vypracoval závěrečné hodnocení. Provedl jsem vyhodnocení časových změn, kde jsem vypracoval grafy jednotlivých měření dešťových oddělovačů a průběh hodnotících parametrů. Jako další výstup byl graf průměru dešťových oddělovačů v průběhu měřeného období. Zde jsem zprůměroval všechny změřené hodnoty

na každém oddělovači zvlášť, a to za celou dobu měření. Poté jsem průměry hodnot na každém oddělovači zanesl do společné tabulky a udělal výstup těchto hodnot pomocí grafu.

Další dílčí výstup v analytické části se zabýval tzv. „prvním splachem.“ Zde jsem naměřené hodnoty dvou situací opět zanesl do tabulky, a poté udělal grafický výstup každé situace jednotlivě. Následně jsem situace z grafů, to jakým způsobem ovlivňují nebo neovlivňují stav toku, vysvětlil v komentářích. Hodnoty při naměřených situacích jsem srovnal s daty z tabulek, které jsou uvedeny v ČSN 75 7221. A to konkrétně hodnoty konduktivity pro různé třídy jakosti vody. Po srovnání jsem vyvodil závěr.

Poslední grafickým výstupem je hydrogram vybraných území z dat limnigrafické stanice na Vejprnickém potoce, které zprostředkovává Český hydrometeorologický ústav a z dat meteorologické stanice Plzeň Mikulka a srážkoměru v obci Úlice. Z těchto dat jsem vybral dvě situace při srážkové aktivitě a popsal změny stavu a průtoku toku.

5 Rozbor území

5.1 Charakteristika toku

Vejprnický potok protéká územím nejprve horními, posléze Dolními Sekyřany, dále pak obcí Nýřany, Tlučná a Vejprnice. Pramen Vejprnického potoka můžeme najít poblíž Radějovic u Heřmanovo Huti. Vejprnický potok pramení v nadmořské výšce 405 m (Vejprnice, 2019). Řeka tekoucí severovýchodním směrem k městu Plzeň se na hranici městské čtvrti Skvrňany vlévá do řeky Mže na jejím 2 říčním kilometru (Duras, 2002, Kopp, 2004, Kumpera, 2002). Vejprnický potok má od pramene až po ústí délku 21,6 kilometru. Vejprnický potok má i několik přítoků. Kromě několika menších potůčků má Vejprnický potok dva větší levostranné přítoky, jsou jimi Hněvnický potok a Hlubočka. Na Vejprnickém potoce se nachází i dvě větší vodní díla, Přehýšovský a Pekelný rybník (Mapy.cz). Plocha povodí je 77,6 km² a patří do povodí III. řádu (1-10-01). Průměrný roční průtok činí u ústí potoka do řeky Mže, 0,17 m³/s (ČHMU).

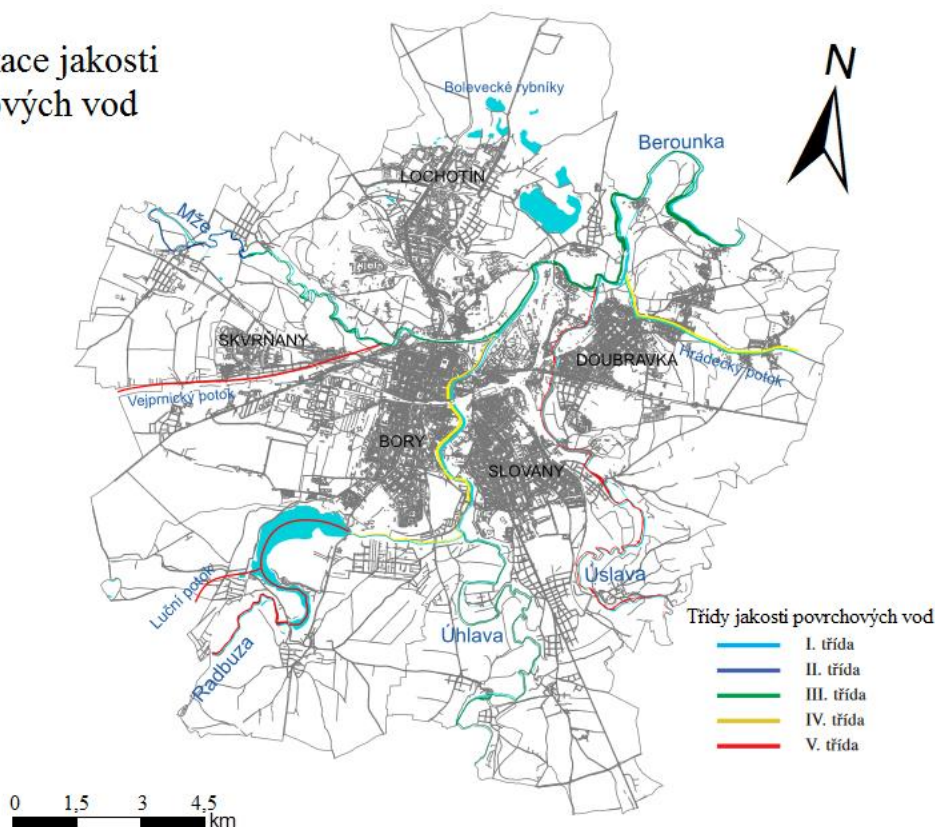
5.2 Jakost vod Vejprnického potoka

Špatný stav kvality vody ve Vejprnickém potoce měl v minulosti hned několik zdrojů. Zprvé všechny obce měly kanalizační síť svedenou do dešťových oddělovačů povrchové vody, které měly vyústění ve vejprnickém potoce. Zadruhé v oblastech kolem vejprnického potoka byla v minulosti rozsáhlá důlní těžba. U Heřmanovo Huti fungovala sklárna a v Nýřanech byl rozvinutý potravinářský průmysl, např. výroba limonád. Všechny tyto faktory výrazně ovlivňovaly kvalitu vody. Některé prameny hovoří, že stav Vejprnického potoka byl tak špatný, že zapáchal i několik stovek metrů v okolí. Tato situace se výrazně zlepšila po roce 1989, kdy byla pro obce Nýřany, Tlučnou a Vejprnice vystavěna čistička odpadních vod. Jak jsem již psal, v oblasti probíhala rozsáhlá důlní činnost. *Nejvýznamnějším zásahem bylo čerpání důlních vod, které přineslo dočasnou změnu hydrogeologických poměrů, snížení průtoku povrchových toků v poddolovaných lokalitách, zvýšení průtoků v místech vypouštění důlních vod a s tím spojenou změnu chemismu* (Kopp, 2004). Po ukončení těžby se stav vody ve Vejprnickém potoce zvýšil a byl dalším dílčím faktorem pro zlepšení jakosti. Kvalita vody v potoce je ale stále špatná i pro nejodolnější akvatické druhy (Duras, 2002). Možným návrhem zlepšení je revitalizace potoka a jeho okolí, o které uvažuje útvarem koncepce a rozvoje města Plzně. Návrh systému vodních nádrží

a kořenového filtračního systému pro přirozenou obnovu vyšší jakosti vody ve Vejprnickém potoce (město Plzeň, 2019).

Vejprnický potok se dlouhodobě potýká se špatnou kvalitou vody. Jakost vody ve Vejprnickém potoce byla ještě v roce 2003 kategorizována podle ČSN 75 7221 jako V. třída jakosti. Tato voda byla tedy velmi silně znečištěná a nebyla vhodná pro žádné účely. Kritické ukazatele v tomto toku byly dosaženy na těchto měřených látkách: P (fosfor), jakožto zásadní prvek eutrofizačního procesu, který je zásadní pro rozvoj řas a sinic. $\text{NH}_4\text{-N}$ (amoniak dusíku), je jedním z ukazatelů organického znečištění. Dále AOX (chlorované uhlovodíky), je to souhrn chemických látek, které se dostanou do vody antropogenní činností a narušují kvalitu vody. Dále pak Fe (železo) a Mn (mangan). A v neposlední řadě termotolerantní koliformní bakterie. Ty jsou ukazatelem fekálního znečištění, které se do toku dostává z odpadních vod z obcí (Duras, 2003).

Klasifikace jakosti povrchových vod

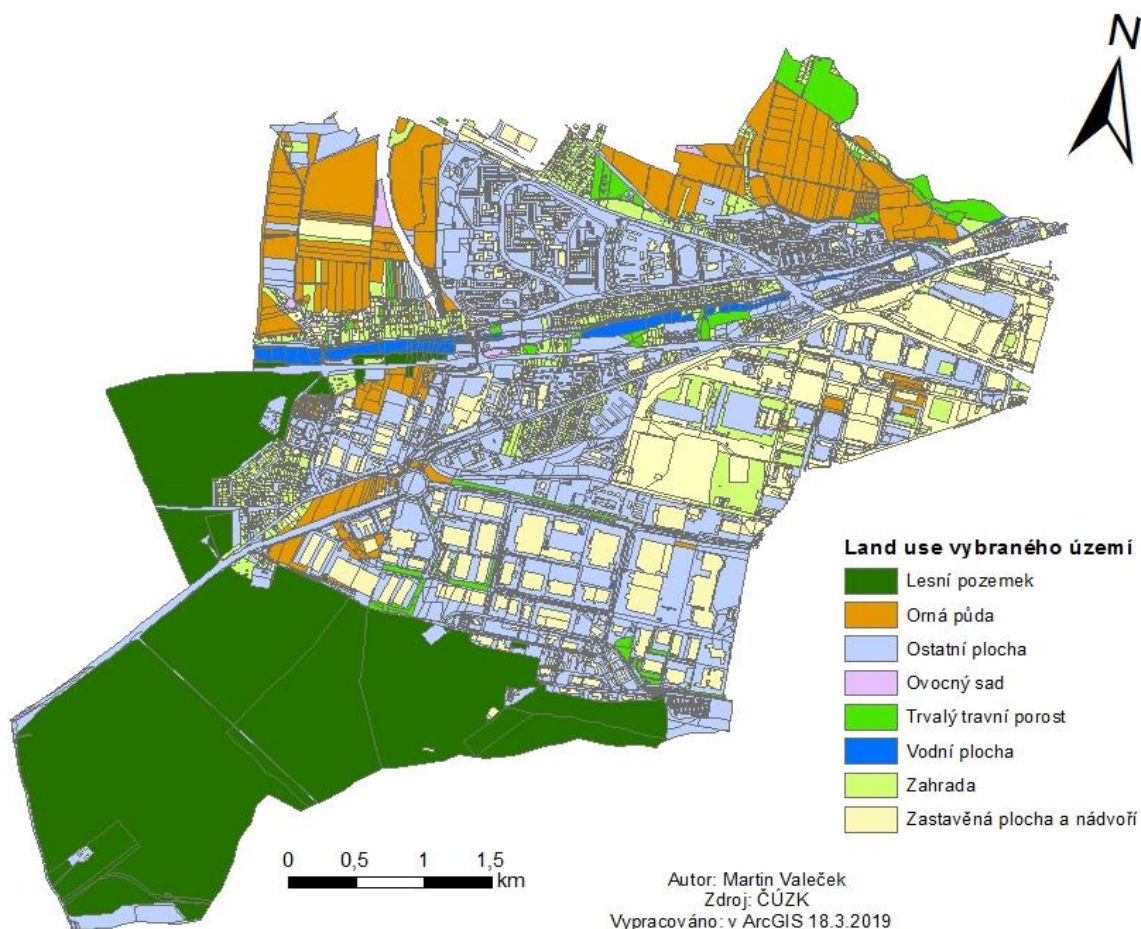


Obrázek č. 3: Klasifikace jakosti povrchových vod podle ČSN 757221 v Plzni v roce 2000/2001

Zdroj: (Klán z publikace Duras, 2003)

5.3 Využití území

Pozemkové členění, které se nachází v mé vybrané oblasti Vejprnického potoka, kterou jsem vymezil jako území ovlivňující dotaci povrchových vod podle map vodovodů a kanalizací. Podle administrativního členění je tato oblast na území části obce Skvrňany, části obce Křimice a Plzně města (Jižní předměstí). Toto členění má zastoupení v 8 základních charakteristických plochách. Jsou to lesní pozemky, orná půda (pole), vodní plochy, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty, zastavěné plochy a nádvoří a ostatní plochy, které jsou v našem případě charakterizovány jako pozemní komunikace (silnice, chodníky) a další plochy které mají málo propustný nebo nepropustný povrch. V mnou charakterizovaném území mají největší zastoupení právě zastavěné plochy a nádvoří a plochy ostatní. Je zde malé zastoupení orné půdy trvalých travních ploch a zahrad, které by svými vlastnostmi byly vhodnější pro přirozenou infiltraci a odnos povrchové vody.



Obrázek č. 4: Land use vybraného území ovlivňující dotaci povrchových vod do Vejprnického potoka

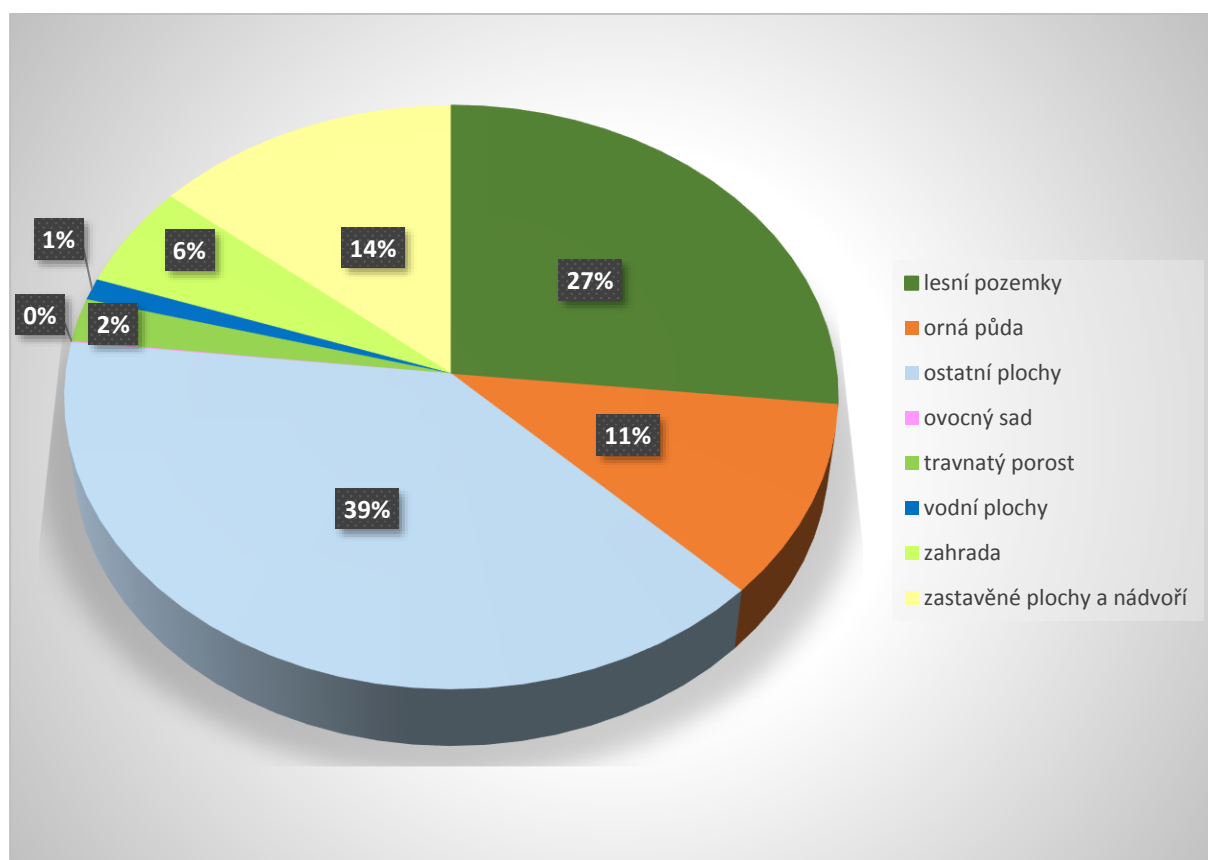
Zdroj: vlastní zpracování

Tento obrázek nám vymezuje katastrální území, které jsem podle map kanalizací města Plzně stanovil jako stěžejní pro mnou zkoumanou oblast. Dešťová voda, která spadne na toto území se pomocí fyzikálních vlastností nebo kanalizačních, splaškových a oddělovacích systému z části dostane až do mnou zkoumaného území Vejprnického potoka.

Tabulka č. 6: Land use vybraného území v m², podle ČÚZK

typ ploch	rozloha v m ²	rozloha v % (zaokrouhлено na celá čísla)
lesní pozemky	3861573,2	27
orná půda	1564577,6	11
ostatní plochy	5690103,3	39
ovocný sad	10456,2	0
travnatý porost	348640,9	2
vodní plochy	172466,4	1
zahrada	828131,5	6
zastavěné plochy a nádvoří	2012011,6	14

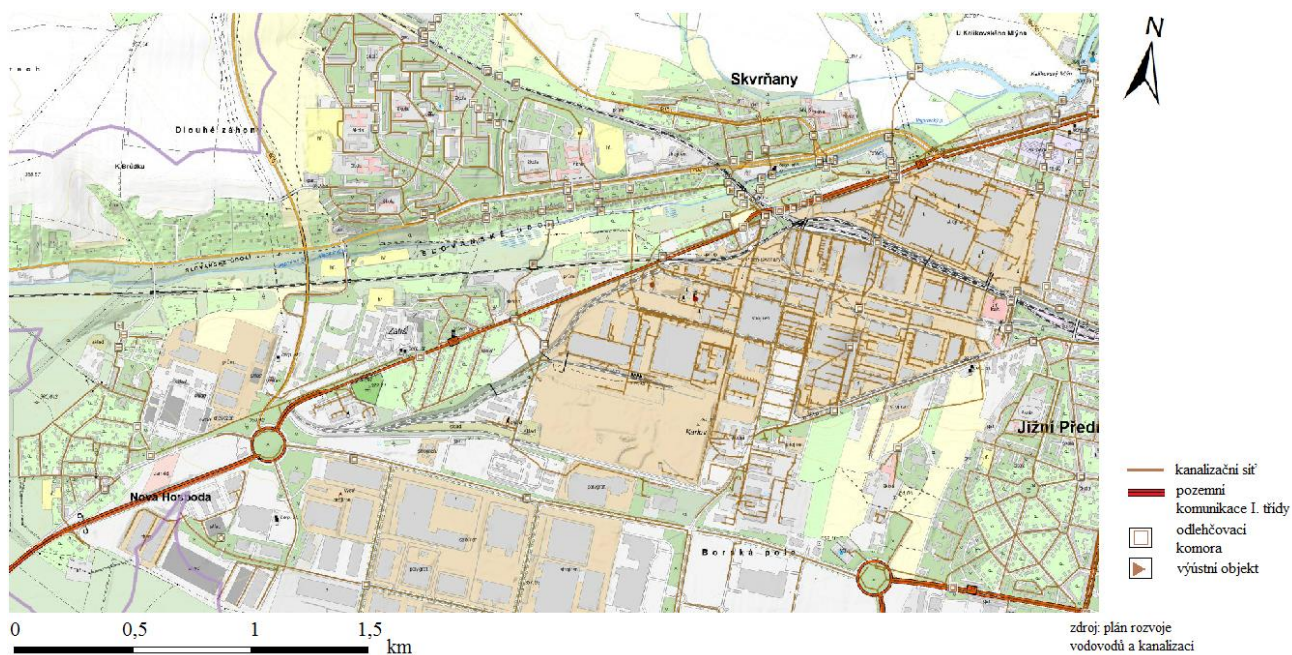
Zdroj: vlastní zpracování dle dat ČÚZK



Graf č. 2: Land use vybraného území v %, podle ČÚZK

Zdroj: vlastní zpracování

Graf land use vybraného území ukazuje, že 53% tohoto území jsou zastavěné plochy nebo plochy ostatní, což jsou plochy jako pozemní komunikace, parkoviště, skladovací plochy ad. Tyto plochy lze klasifikovat, jako nepropustné nebo málo propustné. Povrchový odtok tedy přesahuje 30% srážek, které dopadnou na povrch. V takovéto situaci lze hovořit o degradaci vodního toku způsobené právě tímto velkým povrchovým odtokem.



Obrázek č. 5: Výřez kanalizační sítě ve vybraném území ovlivňující dotaci povrchových vod do Vejprnického potoka

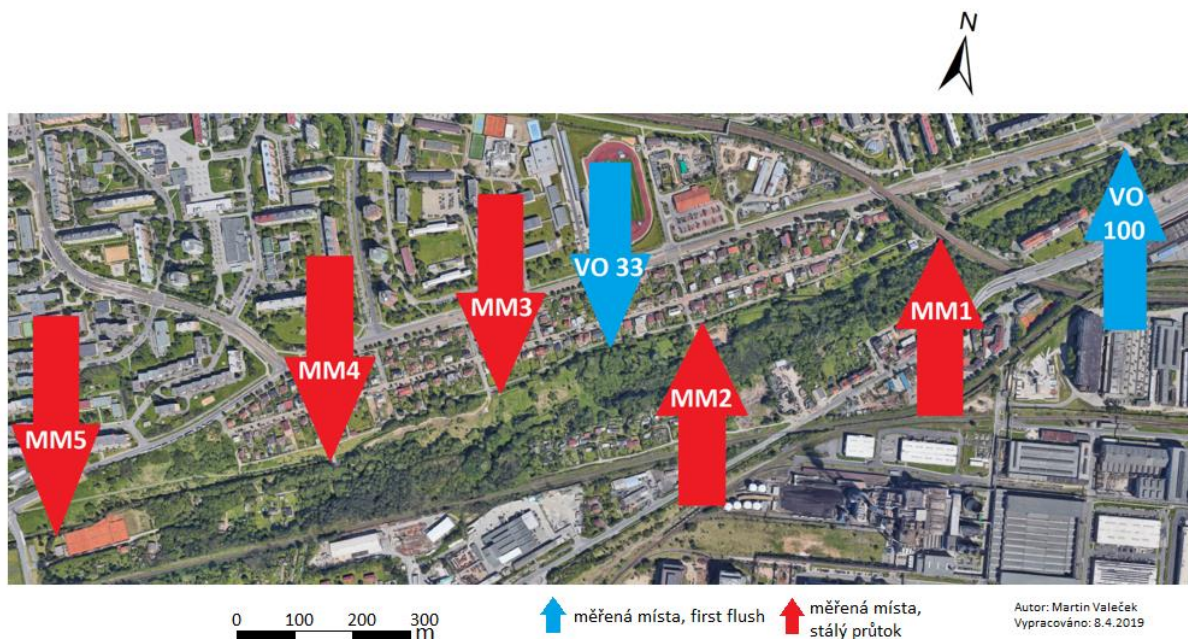
Zdroj: (Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Plzeňského kraje, 2019)

6 Výsledky

6.1 Inventarizace toku

Celé zkoumané území má jeden společný charakter. Morfologický tvar koryta a břehů Vejprnického potoka je v celé zkoumané části regulován. Typ regulace břehů se různí. První zkoumaná část od ústí proti proudu je vydlážděna kamennými bloky. Za železničním mostem se regulace mění. Břehy jsou vyskládané kamennými kvádry, které nejsou spojené a dostává se mezi ně vegetace. Další část regulace je vytvořena z dřevěných prážců. Ty jsou horizontálně naskládány na sebe a upevněny do železných kotev („íček“). Posledním typem regulace

ve zkoumaném území jsou betonové panely, které tvoří koryto. Vzhledem k nezpochybnitelnému stáří těchto panelů můžeme vidět přítomnost vegetace na panelech uchycené.



Obrázek č. 6: Lokality vybraných míst na vymezeném území

Zdroj: vlastní zpracování dle google.maps.cz

Posouzení jednotlivých ukazatelů narušení vodního toku podle Kabelkové (2010) nám slouží k rychlému posouzení stavu vodního toku. Je součástí posuzování morfologie toku.

Vybrané, sledované ukazatele: rostlinný porost, heterotrofní nárosty, přítomnost sírníku, kal, pěna, zákal, zbarvení vody, zápach, kolmatace, přítomnost odpadků, eroze.

6.1.1 Inventarizace dešťových oddělovačů

Vybrané dešťové oddělovače se stálým průtokem i v období bez srážek. Přehled dešťových oddělovačů se zaznamenanými viditelnými projevy narušení recipientu.

Charakteristika MM1: Dešťový oddělovač MM1 se nachází na 1,221 ř. km. Vyústění tohoto oddělovače ze zatrubněné části s recipientem, je spojena vydlážděným korytem dlouhým 17 metrů. Tento dešťový oddělovač se nachází přímo pod frekventovanou dopravní komunikací, železničním mostem a tratí, která může mít vliv na kvalit vody přicházejícího do recipientu.



Obrázek č. 7: Dešťový oddělovač MM1

Zdroj: vlastní foto

Tabulka č. 7: Viditelné projevy narušení u ústí MM1 do recipientu

MM1		
Hodnotící ukazatele	rostlinný porost	ANO
	heterotrofní nánosy	ANO
	kal	NE
	pěna	ANO
	zákal	NE
	zápach	NE
	pevné látky a odpadky	ANO
	eroze	NE

Zdroj: vlastní zpracování

Charakteristika MM2: Dešťový oddělovač MM2 se nachází na 1,679 ř. km. Mezi vyústěním do recipientu a zatrubněním, přes které je nainstalována mříž je 8 metrové, vydlážděné koryto. V tomto korytě jsou viditelné projevy narušení recipientu (Obr. č.8a, Obr č.8b).



Obrázek č. 8: Dešťový oddělovač MM2

Zdroj: vlastní foto

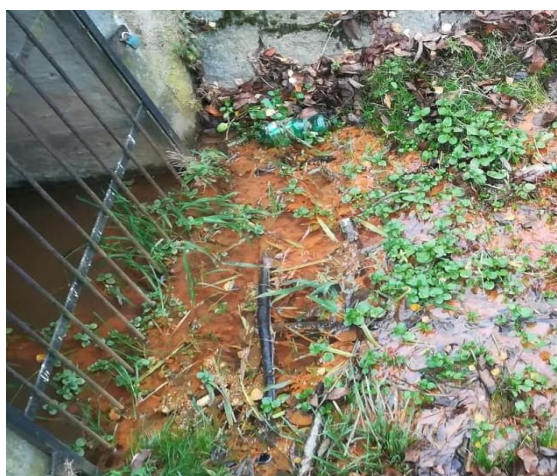
Tabulka č. 8: Viditelné projevy narušení u ústí MM2 do recipientu

MM2		
Hodnotící ukazatele	rostinný porost	ANO
	heterotrofní nánosy	ANO
	kal	ANO
	pěna	NE
	zákal	NE
	zápach	ANO
	pevné látky a odpadky	ANO
	eroze	NE

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek č. 9: Znečištění v ústí do recipientu



Obrázek č. 10: Přítomné znečištění u vyústění MM2

Zdroj: vlastní foto

Zdroj: Vlastní foto

Charakteristika MM3: Dešťový oddělovač MM3 ustí do recipientu z betonové skruže, která je zde kvůli přemostění přítoku do recipientu. Dále od ústí je koryto přítoku v betonovém žlabu.



Přítok je dlouhý cca 215 m. Samotné vyústění do recipientu se nachází na 2,040 ř. km.

Tabulka č. 9: Viditelné projevy narušení u ústí MM3 do recipientu

MM3		
Hodnotící ukazatele	rostlinný porost	NE
	heterotrofní nánosy	NE
	kal	NE
	pěna	NE
	zákal	NE

	zápach	NE
	pevné látky a odpadky	NE
	eroze	NE

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek č. 11: Dešťový oddělovač MM3



Obrázek č. 12: Dešťový oddělovač MM4

Zdroj: vlastní foto

Tabulka č. 10: Viditelné projevy narušení u ústí MM3 do recipientu

MM4		
Hodnotící ukazatele	rostlinný porost	ANO
	heterotrofní nánosy	ANO
	kal	NE
	pěna	NE
	zákal	NE
	zápach	ANO
	pevné látky a odpadky	NE
	eroze	NE

Zdroj: vlastní zpracování

Charakteristika MM4: Dešťový oddělovač MM4 se nachází na 2,385 ř. km a ústí přímo do recipientu.

Charakteristika MM5: Dešťový oddělovač MM5 se nachází na 2,835 ř. km. Voda dále teče betonovým korytem dlouhým 25 metrů přímo do recipientu. Na tomto toku jsou viditelné projevy narušení doložené na obrázku (č.12 a č.13).



Obrázek č. 13: Dešťový oddělovač MM5
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. 11 : Viditelné projevy narušení u ústí MM3 do recipientu

MM5		
Hodnotící ukazatele	rostlinný porost	ANO
	heterotrofní nánosy	ANO
	kal	ANO
	pěna	ANO
	zákal	ANO
	zápach	ANO
	pevné látky a odpadky	ANO
	eroze	ANO

Zdroj: vlastní foto



Obrázek č. 15: Heterotrofní nánosy



Obrázek č. 14: Fluviální eroze regulace toku

Další viditelné projevy narušení toku. Na Veprnickém potoce lze najít i další hodnotící ukazatele znečištění. Tyto dešťové oddělovače se nacházejí ve zkoumané části toku.



Obrázek č. 17: Betonové koryto dešťového oddělovače zanesené vegetací

Zdroj: vlastní foto



Obrázek č. 16: Zákal v přepadové nádrži dešťového oddělovače

Zdroj: vlastní foto



Obrázek č. 18: Zanesený dešťový oddělovač

Zdroj: vlastní foto

6.1.2 Inventarizace koryta toku

Tabulka č. 12: Inventarizace vodního toku ve zkoumané části

Vodní tok	Vejprnický potok			
	3,01-2,20	2,19-1,55	1,54-1,25	1,24-0,17
Říční kilometráž (km)	3,01-2,20	2,19-1,55	1,54-1,25	1,24-0,17
Zpevnění břehu	nepropustné	částečně propustné	částečně propustné	nepropustné
Materiál zpevnění	beton	dřevo	kámen	ostatní kámen
Zpevnění dna	nepřirozené	přirozené	přirozené	nepřirozené
Materiál zpevnění	beton	přirozený kámen	přirozený kámen	ostatní kámen
Porost břehového pásma	přirozený	nepřirozený	nepřirozený/umělý	nepřirozená/umělá
Obrázek	Obr. č. 19	Obr. č. 22	Obr. č. 24	Obr. č. 25
Dešťové oddělovače	MM5, MM4	MM3, MM2	-	MM1



Břehy koryta jsou i přes betonovou regulaci silně pokryté břehovou vegetací. Dešťový oddělovač MM5 je též pokryt rostlinným porostem a heterotrofními nánosy. U zatrubněné části dešťového oddělovače je cítit zápach (pravděpodobně z organického znečištění). Viditelný zákal u výpustku do toku. Podél břehu najdeme řadu pevných znečišťujících látek v podobě odpadků (textil, plechovky apod.). V korytě potoka je množství řas a makrofyt, viditelných na obrázku (č. 19).

Obrázek č. 19: Koryto potoka u dešťového oddělovače MM 5

Zdroj: vlastní foto



Další část Vejprnického potoka, která byla upravena a narovnána. Regulace na březích je z betonových panelů, ale během let téměř zarostla vegetací (ostřice, mechy a jiné traviny). Antropogenní činnost je zde zřetelná. Ve vodě jsou hojně přítomny řasy.

Obrázek č. 20: Pokračování

„panelové“ regulace koryta po proudu Zdroj: vlastní foto



Pokračování koryta Vejprnického potoka, které je opět srovnáno a upraveno pomocí betonových panelů, které tvoří nepřirozenou morfologii koryta. Lze říci, že se jedná o dlouhý betonový žlab, který rychle odvádí vodu ve Vejprnickém potoce z tohoto území.

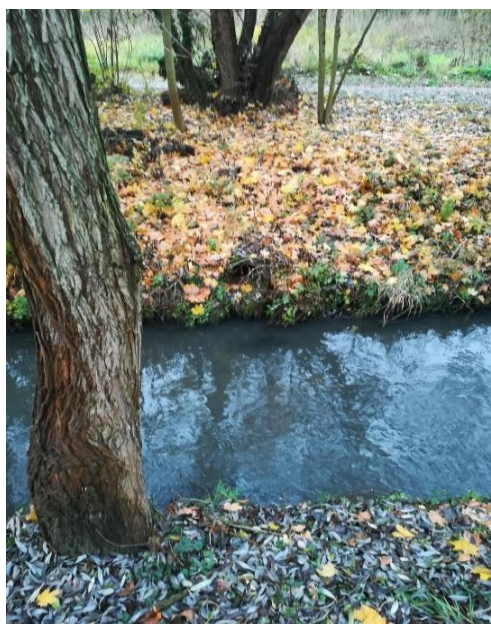
Na uměle vytvořených březích potoka se uchytila hojná vegetace. Je zde zastoupení travin a mechů. Ty dávají korytu potoka vizáž přírodního charakteru, zároveň ale zanášejí antropogenní koryto sedimenty, zužují a zrychlují proud toku. Ten se nemůže zahlubovat ani vytvářet meandry. Tyto faktory mají za následek zvýšení průtoku a rychlého odnosu vody z území.

Obrázek č. 21: Regulace koryta silně zarostlá vegetací

Zdroj: vlastní foto



Obrázek č. 22: Střed toku zkoumané části



Obrázek č. 23 : Detail toku

Zdroj: vlastní foto

I zde je koryto ovlivněno antropogenní činností. Je narovnáno a regulace břehů je uměle vytvořena pomocí dřevěných hranolů. Tok je v této části klidnější. Koryto širší a dno koryta zůstalo bez zásahu. Zřetelné jsou sedimenty v podobě klastů. Přítomnost řas u ústí dešťových oddělovačů do Vejprnického potoka.



Obrázek č. 24: Regulace koryta před železničním mostem

V této části je opět koryto narovnáno. Regulace koryta je vytvořena pomocí velkých kamenných bloků vsazených do břehů. Mezi nimi přirozená vegetace. I zde je viditelná přítomnost řas.

V této části se se nenachází žádný dešťový oddělovač. Celý levý břeh je využíván jako zahrádkářská kolonie.



V úseku toku, kde se nachází limnigrafická stanice je i poslední odlišný typ regulace. Koryto je zde upraveno a vydlážděno. Tento úsek má také četné zastoupení dešťových výpustí. Navíc se v blízkosti levého břehu nachází bývalá točna tramvaje s bývalou stanicí na LPG.

V korytě lze vidět nánosy sedimentujících látek. Na březích regulace jsou často odpadky, jako jsou plastové sáčky a lahve a bohužel i farmaceutický materiál (injekční stříkačky aj.).

Obrázek č. 25: Poslední část redukce koryta před ústním do řeky Mže

6.1.3 Limnigrafická stanice



Limnigrafická stanice se nachází na Vejprnickém potoce, přesněji na levém břehu pod tratí českých drah u cesty k hlavní silnici. Stanice má evidenční název Plzeň –Skvrňany a provozovatelem je ČHMÚ Plzeň. Číslo hydrologického pořadí je 1-10-01-1950-0-00-70. Tato stanice zaznamenává vodní stav a průtok. Průměrný roční průtok je $0,138 \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}$ a N-leté průtoky $Q_1 7,8 \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}$, $Q_5 15,7 \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}$, $Q_{10} 20,2 \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}$, $Q_{50} 33,6 \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}$, $Q_{100} 40,6 \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}$.

Obrázek č. 26: Limnigrafická stanice Plzeň-Skvřňany

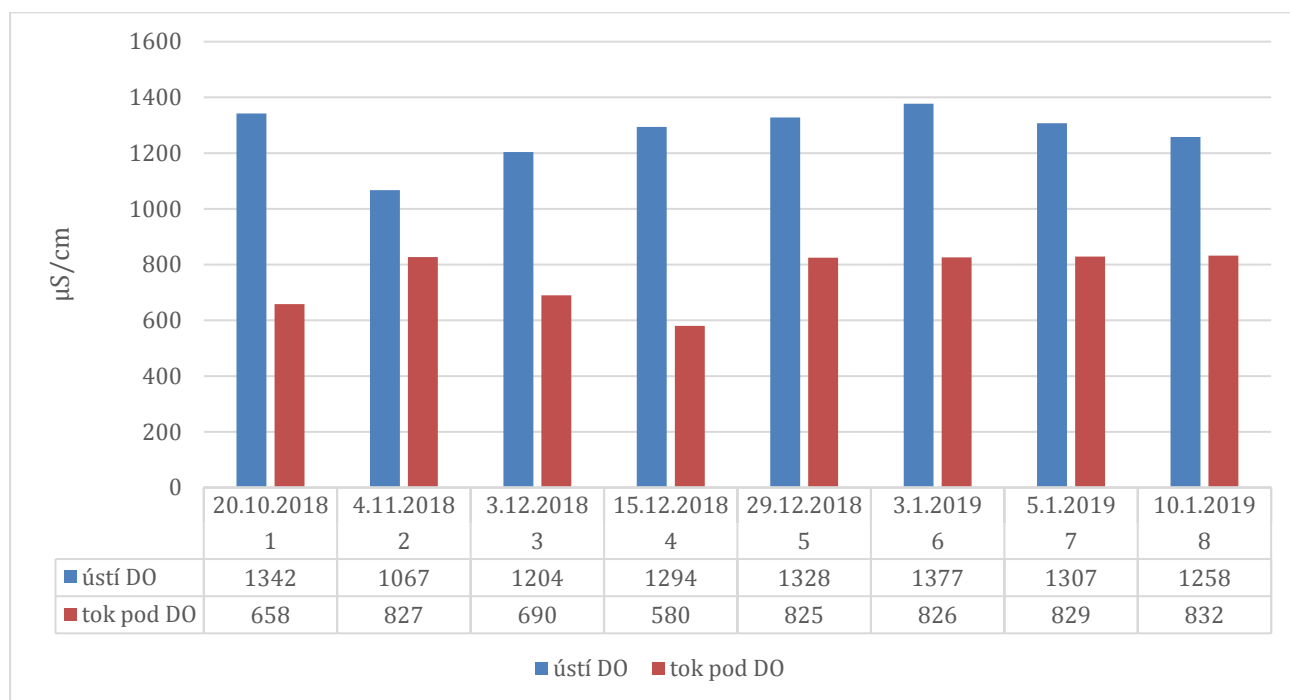
Zdroj: vlastní foto

6.2 Výsledky monitoringu vody

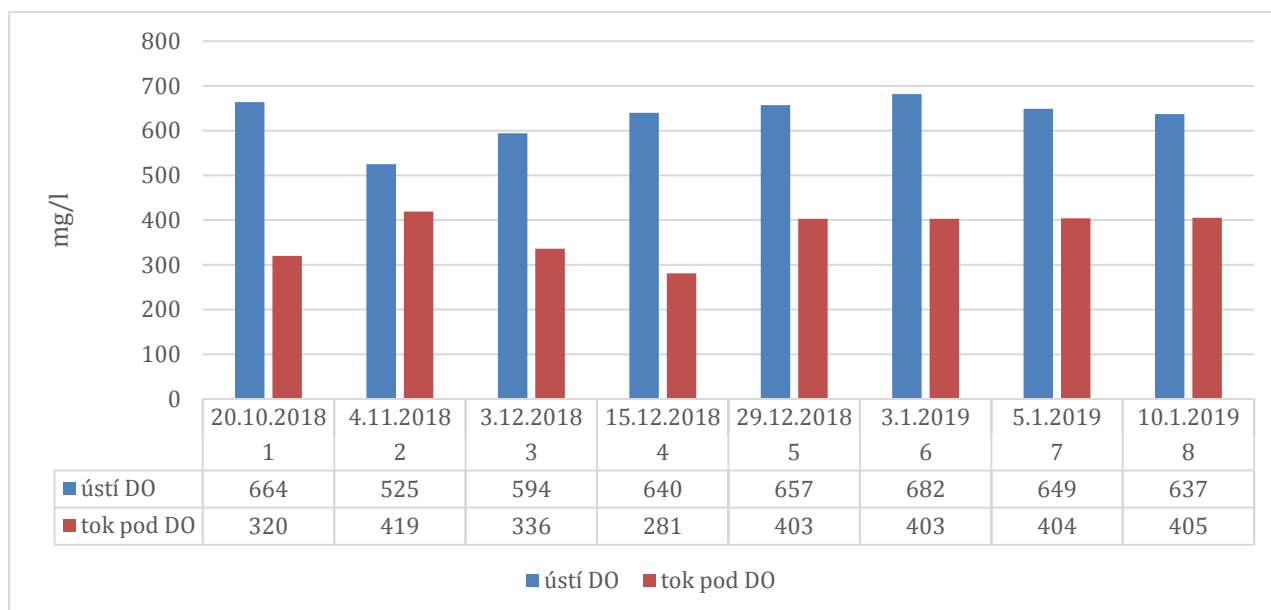
Při analytické části práce jsem pracoval na 5 stanovištích. Odebíral jsem vzorky vody na 5 dešťových oddělovačů (dále jen DO) se stálým odtokovým režimem, v období říjen 2018 až leden 2019. První část výsledných výstupů je věnovaná měřené konduktivitě na každém měřeném stanovišti zvlášť. Další část pak průměrný souhrn měřených hodnot.

6.2.1 Výstup hodnot konduktivity na jednotlivých dešťových oddělovačích

Tabulka všech měřených hodnot v příloze



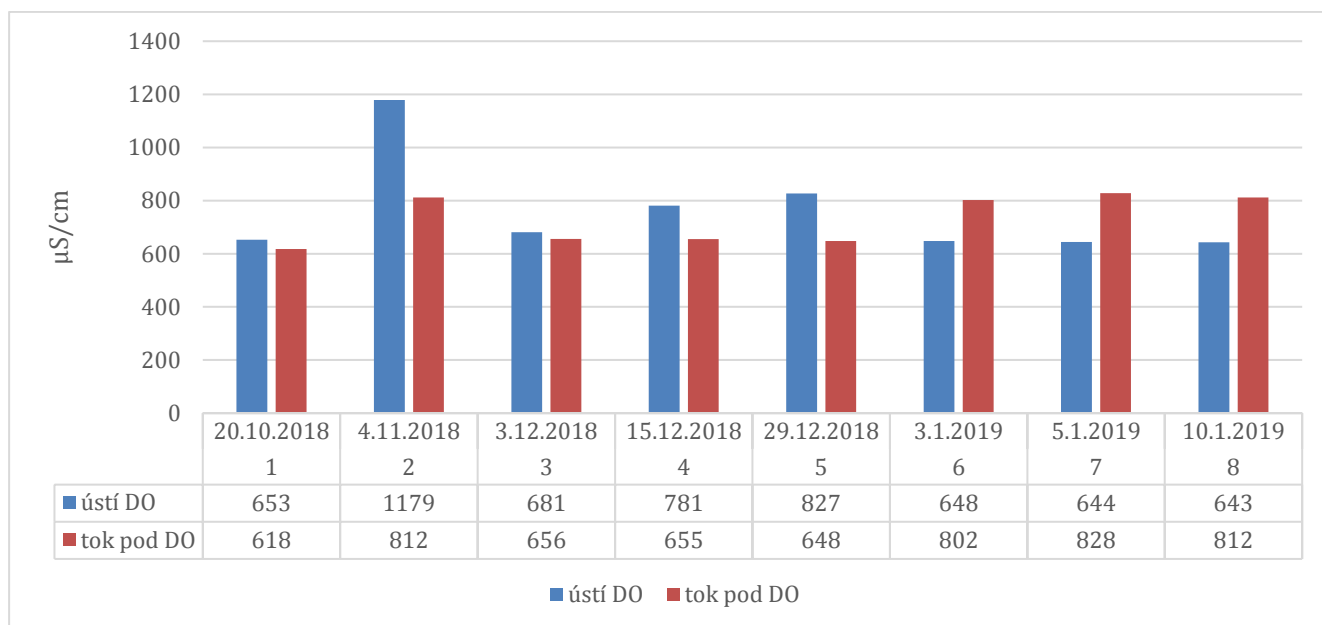
Graf č. 3: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM1, říjen 2018 až leden 2019
Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 4: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM1, říjen 2018 až leden 2019

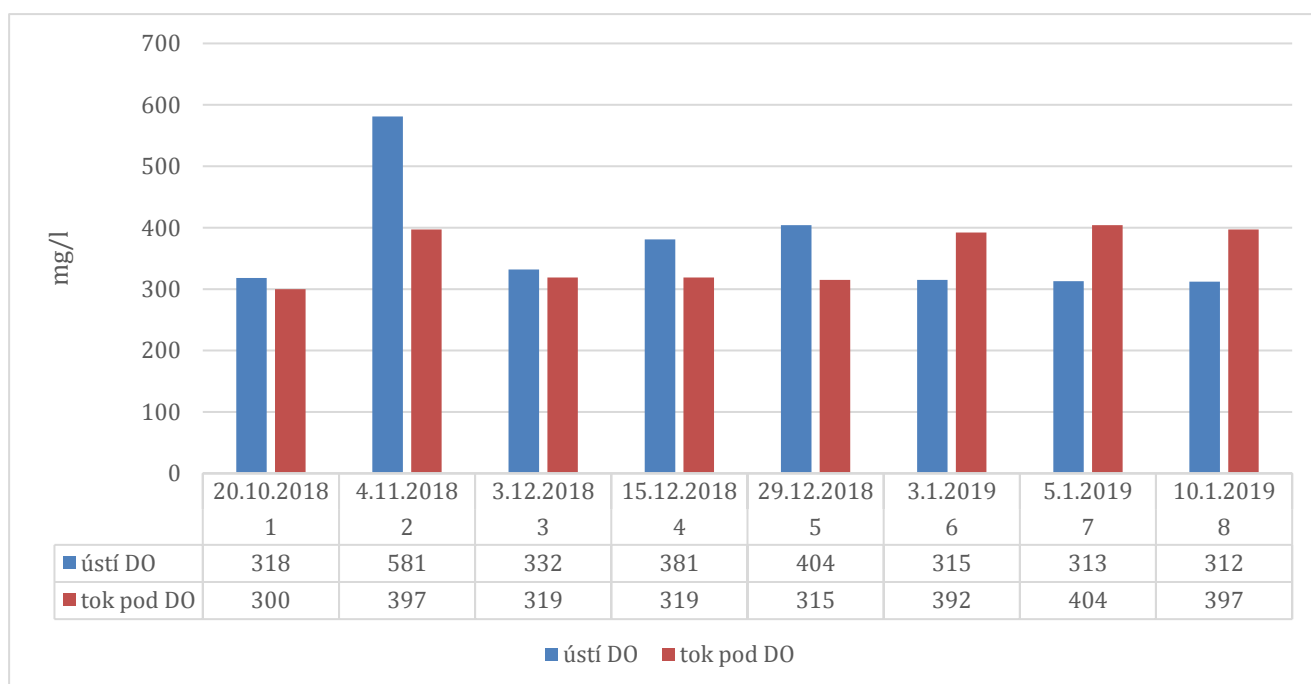
Zdroj: vlastní zpracování

Na prvním měřeném místě se stálým hydrologickým režimem, jsou hodnoty konduktivity a množství rozpuštěných látek velmi konstantní. Hodnoty se pohybují okolo 1000–1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 650 mg/l. Na tomto měřeném místě jsem zaznamenal nejvyšší hodnoty konduktivity. Dešťový oddělovač je nejvíce znečišťujícím oddělovačem ze všech měřených. Možné příčiny hodnot konduktivity jsou následující: Plocha, kterou oddělovač odvodňuje, nebo spíše povrchová voda, která je odvedena do tohoto oddělovače, se nachází převážně na průmyslovém území. Nachází se zde PILSEN STEEL s.r.o – hutě, Škoda TRV s.r.o, Škoda Transportation. Navíc je toto území spojeno frekventovanou pozemní komunikací v podobě železnice. To mohou být příčiny vysokých hodnot konduktivity v tomto dešťovém oddělovači.



Graf č. 5: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM2, říjen 2018 a leden 2019

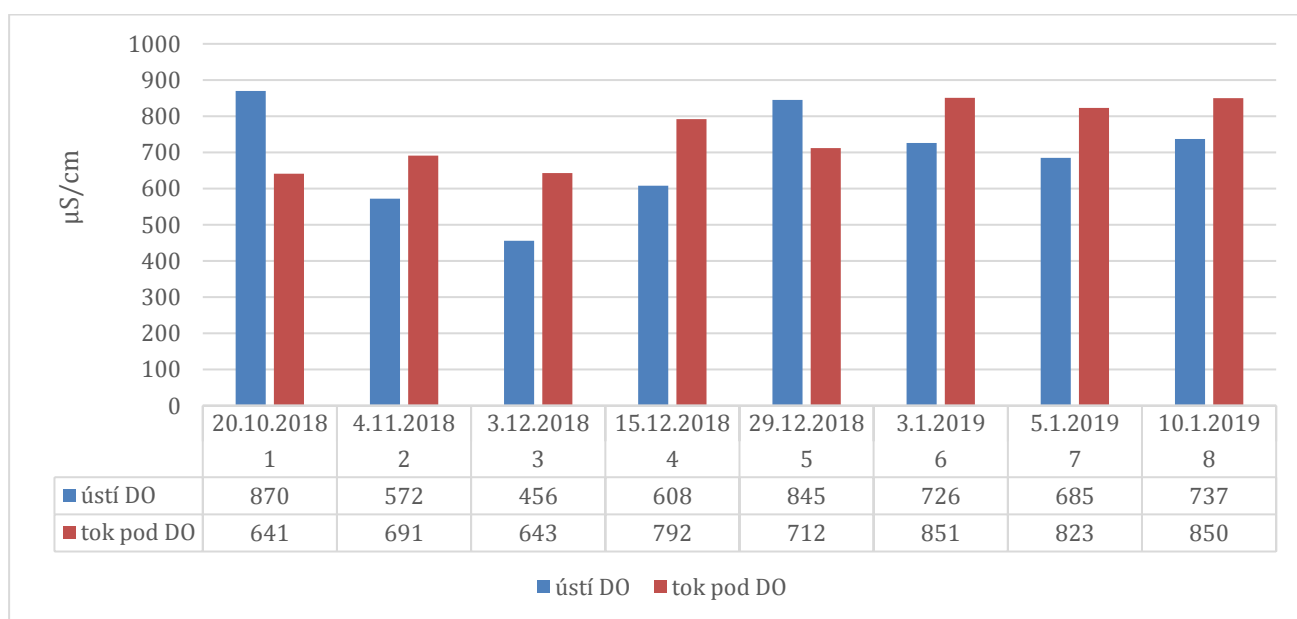
Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 6: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM2, říjen 2018 až leden 2019

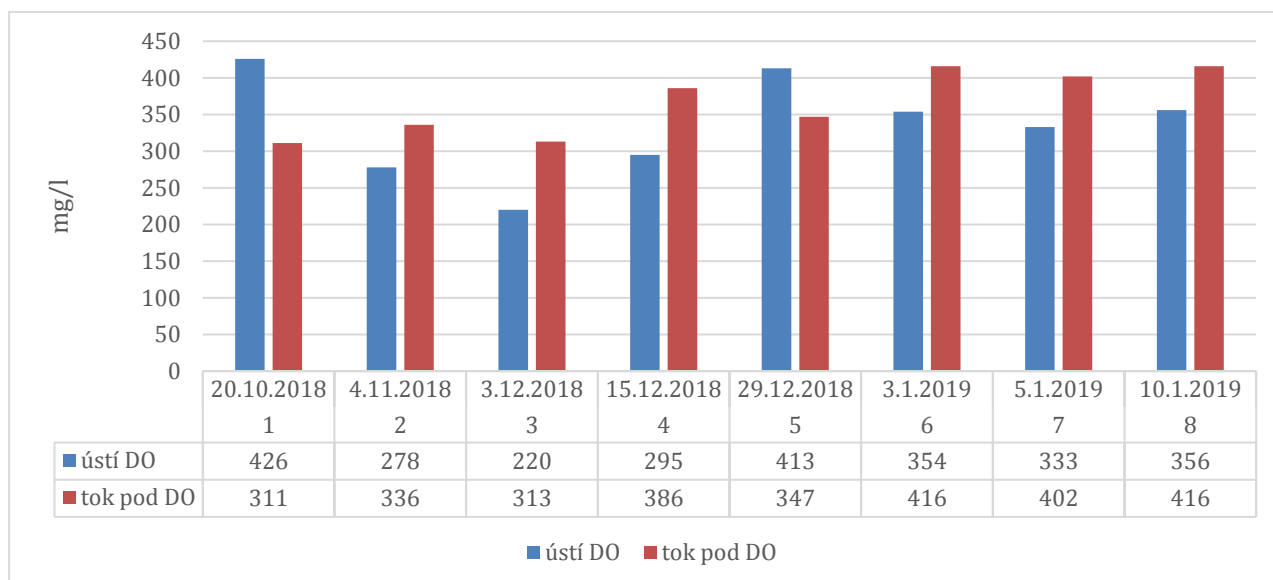
Zdroj: vlastní zpracování

Měřené místo číslo dvě mělo také velmi podobné hodnoty ve sledovaném území. Největší rozdíl byl zaznamenán 4.11.2018, kdy konduktivita a koncentrace rozpuštěných látek v tomto dešťovém oddělovači přesáhla 1150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 581mg/l a 29.12. 2018 kdy to bylo 827 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 404mg/l, zatímco její běžné hodnoty se pohybovaly kolem 650-700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 330 mg/l. Povrchové vody, které jsou odváděny do tohoto oddělovače, jsou z urbanizované, zastavěné plochy částečně průmyslové a částečně obytné. Je zde i patrné zastoupení trvalých travních porostů, které mají svůj vliv na infiltraci povrchových vod a těmito vlastnostmi snižují míru znečištění povrchové vody.



Graf č. 7: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM, říjen 2018 až leden 2019

Zdroj: vlastní zpracování

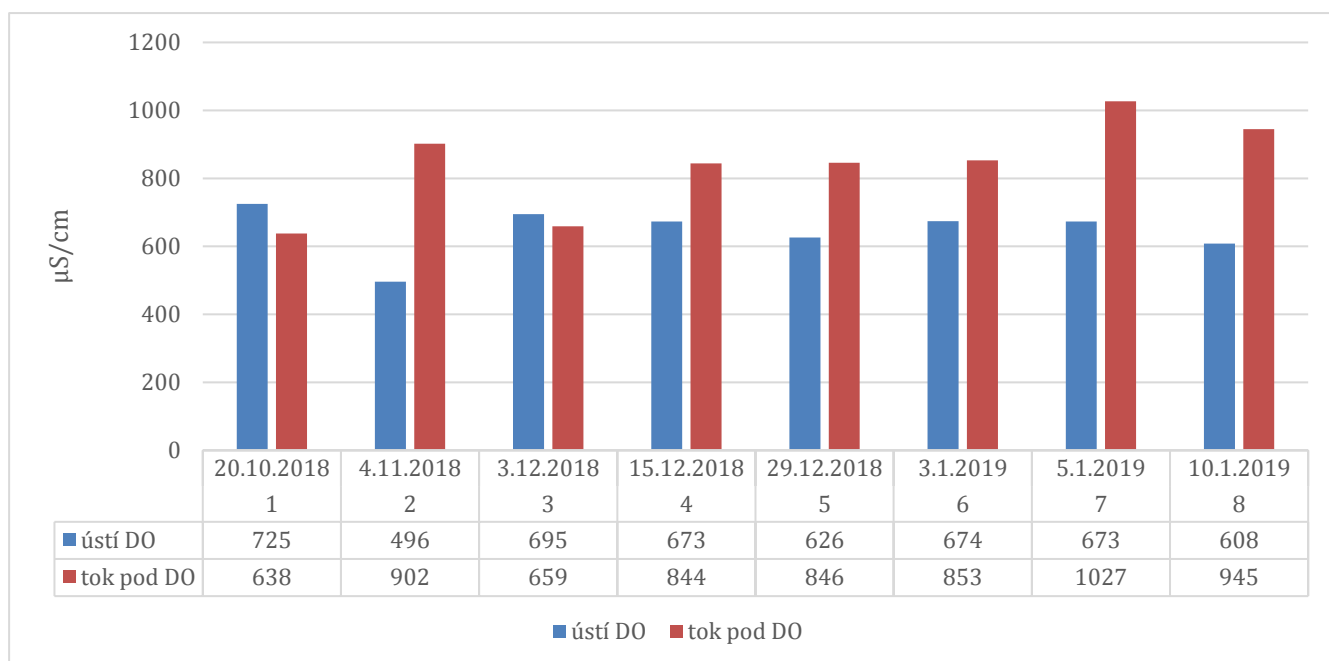


Graf č. 8: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM3, říjen 2018 až leden 2019

Zdroj: vlastní zpracování

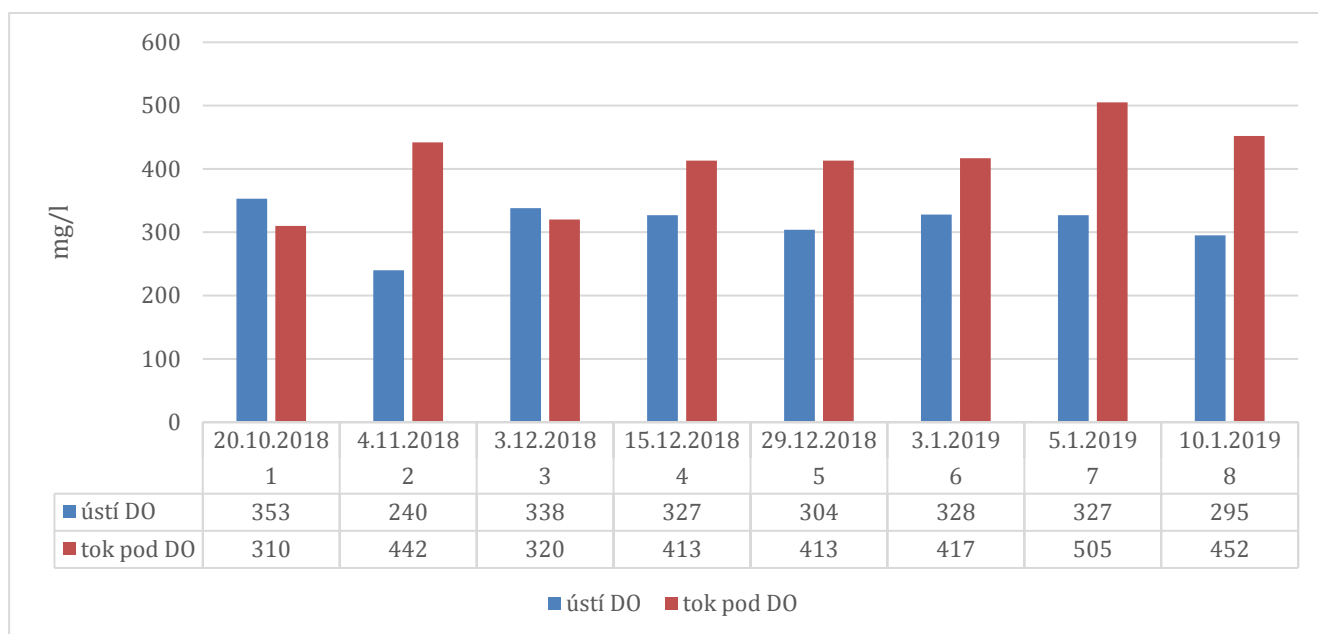
Hodnoty na třetím měřeném místě jsou více rozdílné, jeho hodnoty konduktivity se liší. Tento oddělovač je přírodního typu. Jedná se o krátký, (v řádech desítek metrů) pravostranný přítok Vejprnického potoka, který je u ústí zatrubněný. Nejvyšší hodnota naměřené konduktivity a koncentrace rozpuštěných látek byla 870 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 426 mg/l, zaznamenána 20.10. 2018. Nejnižší hodnota měsíc a půl poté, a to 456 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 278 mg/l.

Tento „potůček“ je dotován povrchovou vodou z průmyslové oblasti, kde se nachází Penax servis, obytná čtvrť a podtéká již zmiňovanou železnici. Kvůli neudržovanému prostoru blíže k toku Vejprnického potoka jsou jeho častými návštěvníky sociálně vyloučení jedinci. To vše má svůj podíl na znečištění tohoto přítoku a řekl bych, že to může být i důvod pro nerovnoměrná měření.



Graf č. 9: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM4, říjen 2018 až leden 2019

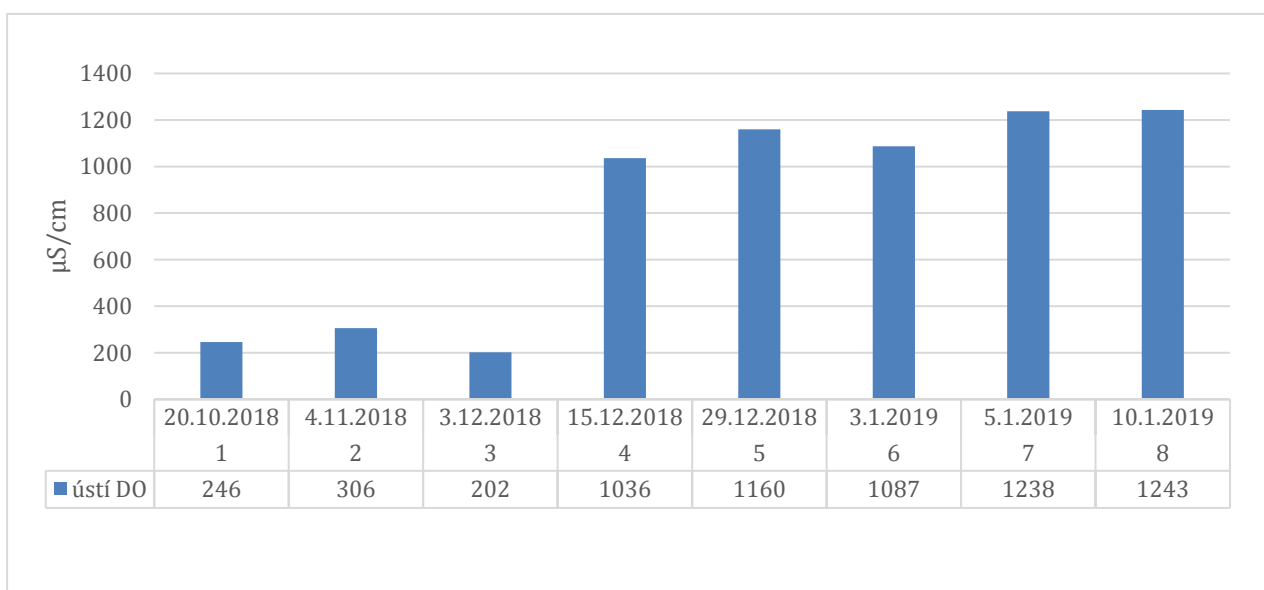
Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 10: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM4, říjen 2018 až leden 2019

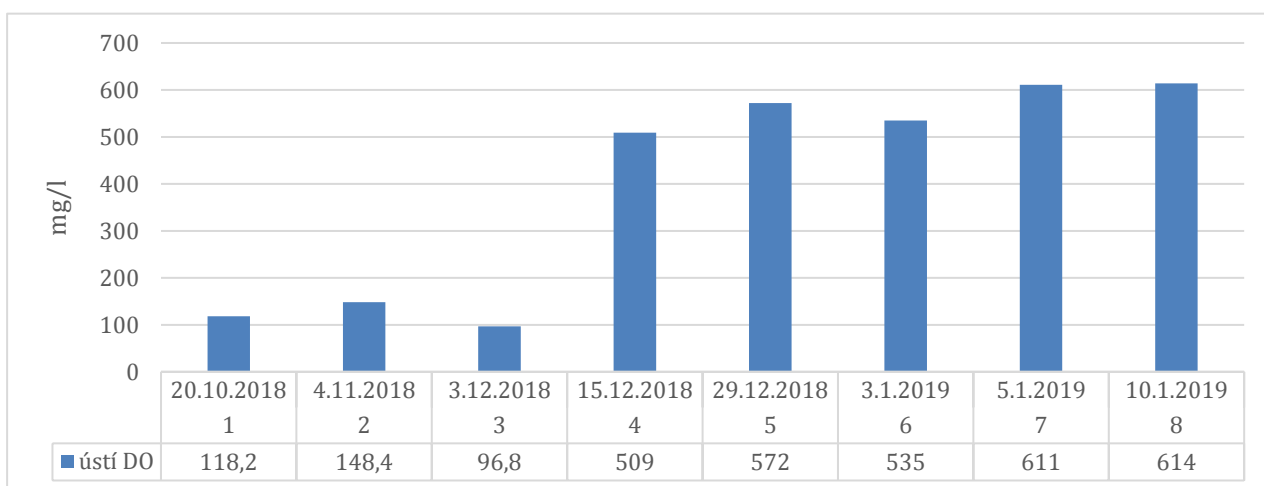
Zdroj: vlastní zpracování

Předposlední grafy je z měřeného dešťového oddělovače, který svádí povrchovou vodu ze zastavěné oblasti části ulic Slovanské údolí, Vejprnická a části Skvrňany, jako jsou například ulice Waltrova a Terezie Brožkové. Naměřené hodnoty jsou zde velmi vyrovnané a pohybují se okolo 600-700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vzhledem k charakteru odvodněného území a kanalizační sítě zde až na 4.11.2018, kdy naměřená konduktivita a koncentrace rozpuštěných látek byla 496 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 240 mg/l , byly výkyvy minimální.



Graf č. 11: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM5, říjen 2018 až leden 2019

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 12: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM5, říjen 2018 až leden 2019

Zdroj: vlastní zpracování

Poslední měřené místo vykazovalo velmi malé hodnoty konduktivity v prvních třech měřeních. Průměrně se hodnoty pohybovaly kolem 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 120 mg/l . Ve zbývajících měření, se ale hodnoty až šestkrát znásobily. V průměru se pohybovaly mezi 1000 – 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 600 mg/l . Lokalita měření se nachází v blízkosti frekventované pozemní komunikace, sjezdu z Regensburské č. 180 na Vejprnickou č. 203. Součástí tohoto dopravního uzlu je i železniční přejezd. Dále je zde voda odváděna z bytové oblasti a začínajících lesních pozemků. Důvodem takového rapidního nárůstu hodnot jaké jsem zaznamenal, může být například ošetřování silnic solí a štěrkopísky, které je v tomto zimním období běžné a pro takto frekventovaný dopravní uzel nezbytné.

6.2.2 Výstup průměrných hodnot konduktivity na dešťových oddělovačích a měřených úsecích vodního koryta

Průměrné hodnoty jsou součtem jednotlivých hodnot měřených dnů na dešťových oddělovačích v grafu označených jako „ústí DO“ a na vzorcích, které byly odebrány vždy cca 5 metrů po proudu potoka v grafu označených jako „tok pod DO“.

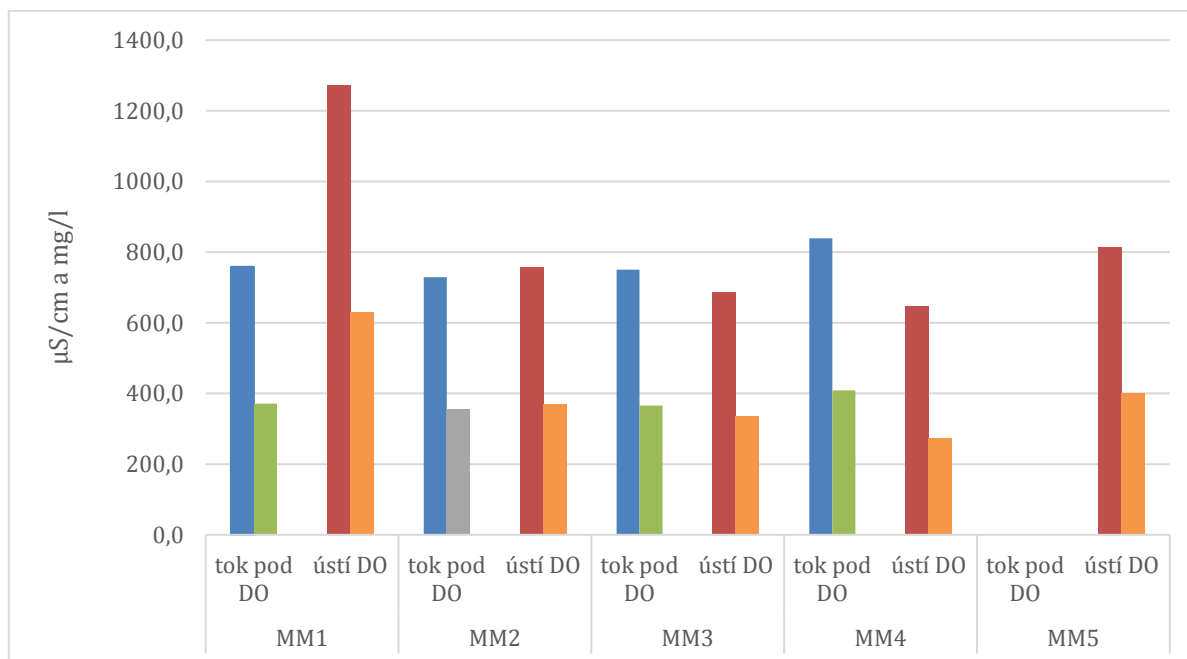
Tabulka č. 13: Průměrné hodnoty koncentrace rozpustných látek a konduktivity za sledované období

Měřená místa		$\mu\text{S}/\text{cm}$	mg/l
MM1	tok pod DO	758,4	371,4
	ústí DO	1272,1	631,0
MM2	tok pod DO	728,9	355,4
	ústí DO	757,0	369,5
MM3	tok pod DO	750,4	365,9
	ústí DO	687,4	334,4
MM4	tok pod DO	839,3	409,0
	ústí DO	646,3	271,8
MM5	tok pod DO	x	x
	ústí DO	814,8	400,6

* tento průměr je počítán z 8 měření na každém z DO

Zdroj: vlastní zpracování

Tento následující graf nám znázorňuje průměr měřených hodnot konduktivity a koncentraci rozpuštěných látek za celé měřené období (říjen 2018 až leden 2019). A to tak že nižší hodnoty dvou sdružených sloupců patří koncentraci rozpuštěných látek.



Graf č. 13: Zprůměrované hodnoty konduktivity a koncentrace rozpuštěných látek, měřené mezi říjnem 2018 a lednem 2019

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je patrné z rozboru grafů jednotlivých DO nejvyšší hodnoty měl průměru DO MM1. Jeho hodnoty dosahovaly něco přes cca 1200 µS/cm a 600 mg/l. Ty byly dané pravděpodobně lokalitou splavu povrchové vody dotující tento oddělovač. Nejnižší hodnoty konduktivity pak zaznamenal DO MM4, který svádí povrchovou vodu z části urbanizovaného, obytného území Skvrňany. Je třeba zdůraznit i DO MM5, který má díky velkým výkyvům průměrné hodnoty podobné jako ostatní.

Na grafu je patrné ze konduktivita měřená v potoce má směrem k ústí do Mže klesající tendenci. Tu nám narušuje až měřené místo MM1, které, jakožto místo s největšími měřenými hodnotami, zvyšuje i hodnoty naměřené v potoce.

V místech MM3 a MM4, je průměrná konduktivita toku vyšší než konduktivita přítoku dešťových oddělovačů. Dalo by se tedy v lehké nadsázce říci, že nám DO MM3 a MM4, přispívají k snižování hodnot konduktivity v toku Vejprnického potoka.

6.2.3 Výsledná měření prvního splachu

Měření prvního splachu jsem prováděl na dvou vybraných oddělovačích bez stálého odtokového režimu. Prvním měřeným místem byl dešťový oddělovač VO 100 (obr. 28), který odvádí vodu z urbánního území. Konkrétně se jedná o začátek Skvrňan, směrem z centra města Plzně. V této odvodněné části se nachází pozemní komunikace Vejprnická, tramvajová trať, parkoviště, a bytové domy. Druhým měřeným místem je dešťový oddělovač VO 33(obr. XV), který odvodňuje část obytného území v blízkosti Vejprnického potoka. Měření bylo provedeno za dešťové aktivity 29.11.2018 během zhruba 3 hodin, kdy jsem po časových intervalech vzdálenosti těchto dvou dešťových oddělovačů, čili cca 15 minutách, udělal

na jednom 5 na druhém 6 měření konduktivity. Měření bylo vždy prováděno až ve chvíli dostatečného přítoku vodu k odebrání vzorku.



Obrázek č. 27: Dešťový oddělovač VO 33

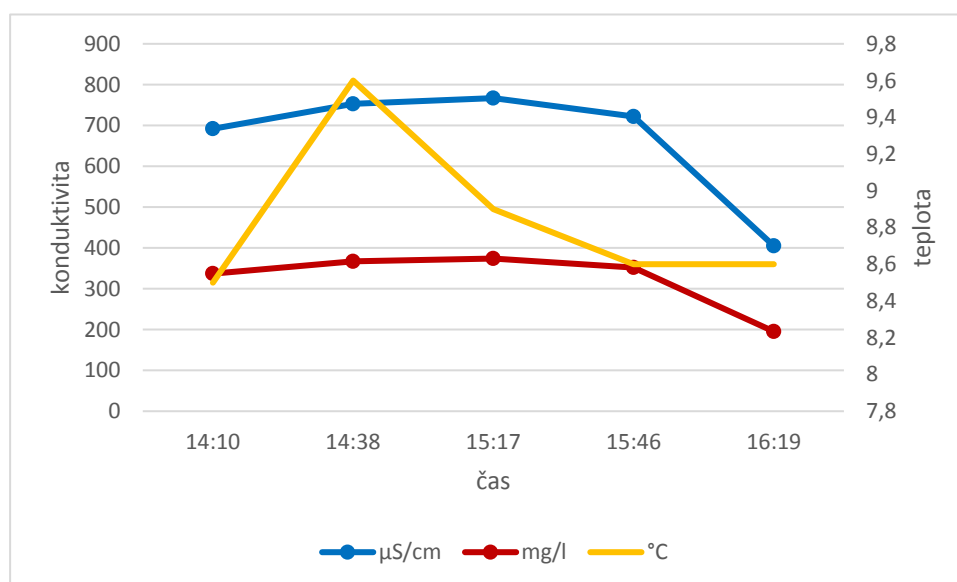
Obrázek č. 28: Dešťový oddělovač VO 100

Zdroj: vlastní foto

Tabulka č. 14: Měření first flush při srážkové aktivitě na VO 100 a VO 33

Měření na Vejprnickém potoce - Suché VO při dešťové situaci					
Datum měření	čas	číslo VO	teplota	μS/cm	mg/l
29.11.2018	14:10	VO 100	8,5	692	337
	14:38		9,6	753	367
	15:17		8,9	767	374
	15:46		8,6	722	352
	16:19		8,6	405	195,3
	14:23	VO33	9,2	851	416
	14:51		10,3	1849	926
	15:30		10,1	1235	609
	16:00		8,9	1338	659
	16:40		9,5	790	386
	16:55		9,1	795	387

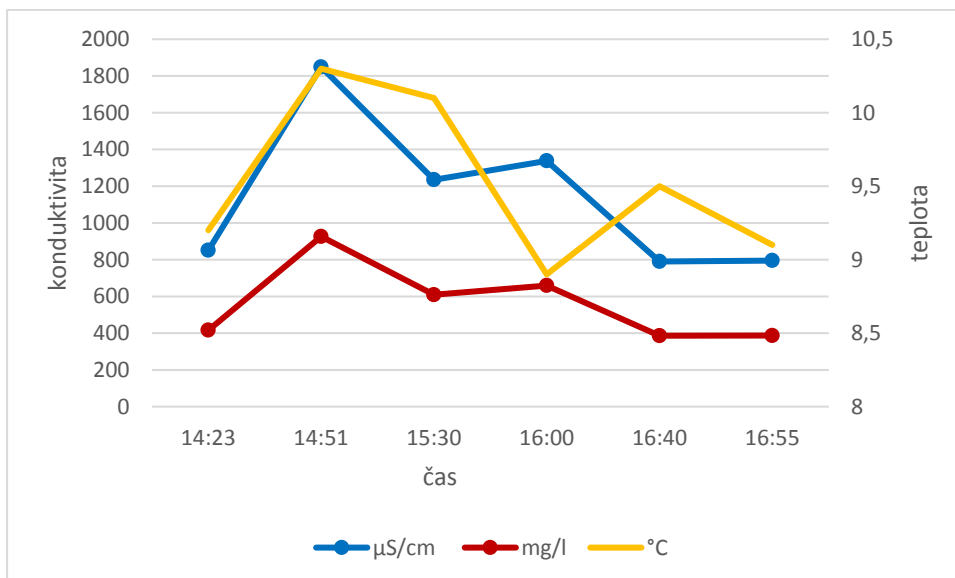
Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 14: Zachycení first flush na dešťovém oddělovači VO100

Zdroj: vlastní zpracování

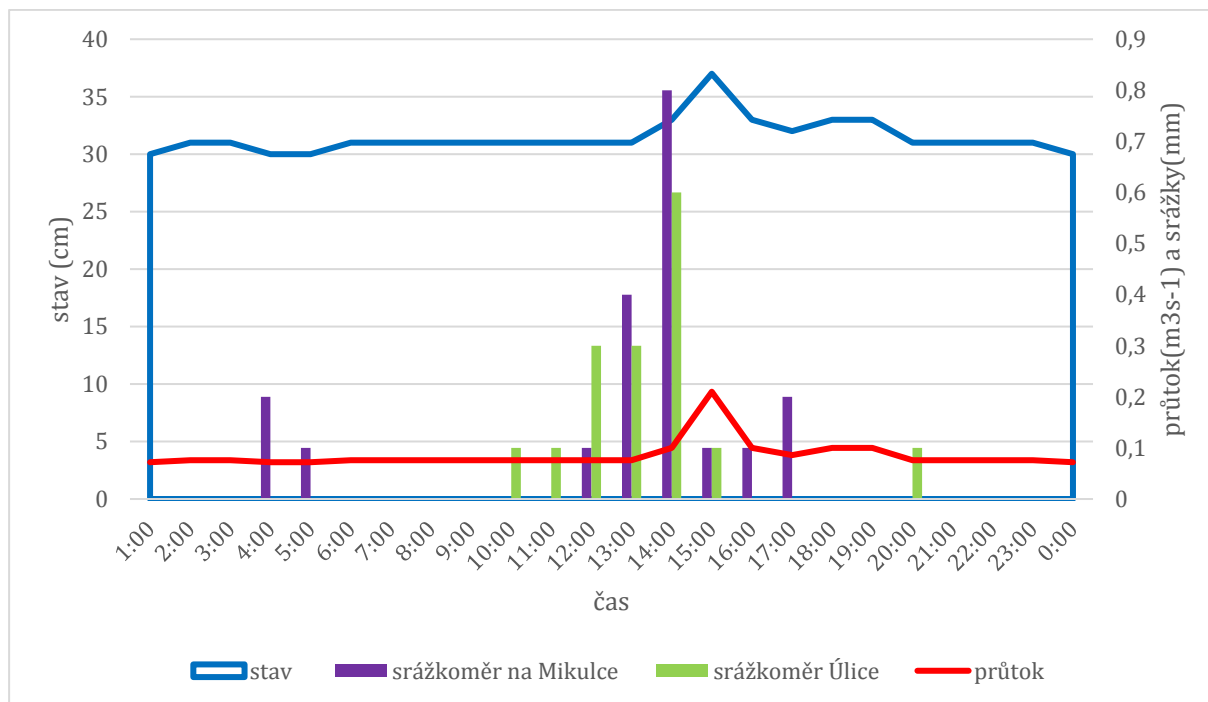
Na dešťovém oddělovači VO 100 jsem nezaznamenal vyšší koncentraci při začátku srážkové aktivity. Hodnoty konduktivity se pohybovali řádově mezi 700-800 μS/cm a 3350-400 mg/l. Při konci srážkové aktivity hodnota konduktivity klesla na cca 400 μS/cm. Jak jsem již citoval autory v kapitole first flush, první splach se při měření nemusí vždy podařit zachytit nebo se tento jev nemusí projevit. Samozřejmě, jak jsem si v praxi vyzkoušel, zachytit první splach není lehký úkol. A samotné měření je ovlivněno mnoha faktory, jako je velikost povodí, typ plochy, intenzita srážek a další.



Graf č. 15: Zachycení first flush na dešťovém oddělovači VO33

Zdroj: vlastní zpracování

Tento graf již vykazuje zajímavá data mezi prvním druhým a třetím měřením. V prvním zachyceném vzorku se hodnoty konduktivity pohybovaly kolem 850 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 416 mg/l. Při druhém měření, zhruba po 20 minutách, se hodnoty konduktivity dostaly na 1849 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 926 mg/l. A po dalších cca 40 minutách hodnoty opět klesly na 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 600 mg/l. Zde lze vidět, že látkové množství se po 20 minutách po prvním odběru více než zdvojnásobilo a posléze mělo klesající tendenci až na konečný stav 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 387 mg/l (poslední měření). Znečištění, které přišlo v prvních měřeních, bylo největší a nejkoncentrovanější. Dle těchto parametrů můžeme hovořit o tom, že došlo k prvnímu splachu, který přinesl největší koncentraci znečišťujících látek do recipientu.

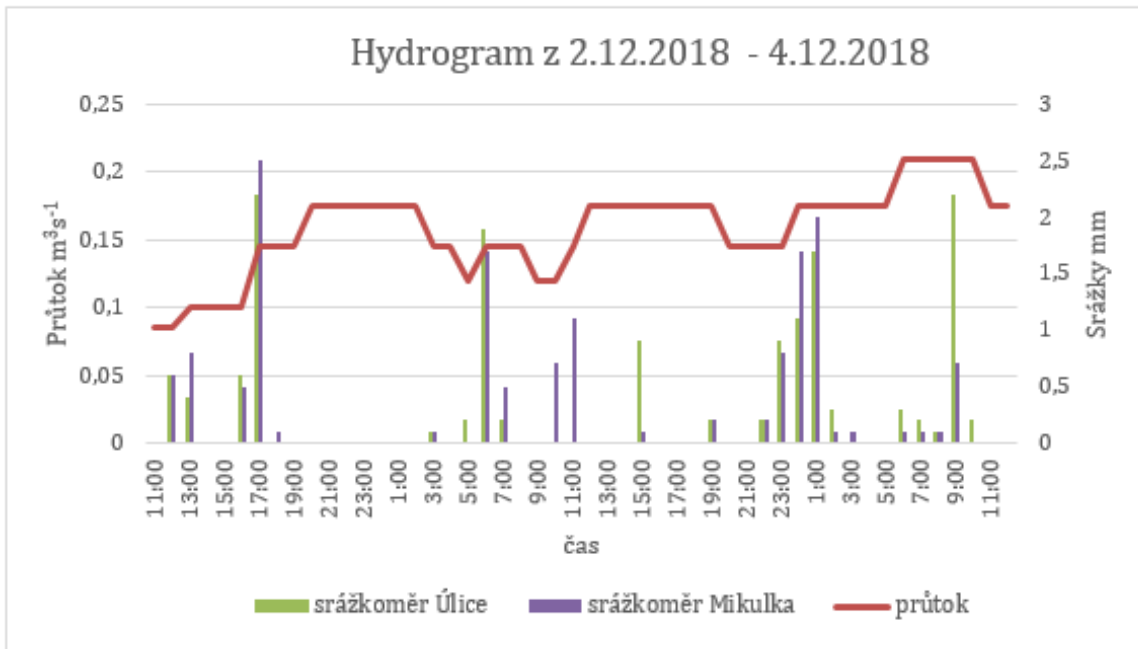


Graf č. 16: Stav toku a srážková činnost při zachycení first flush

Zdroj: vlastní zpracování

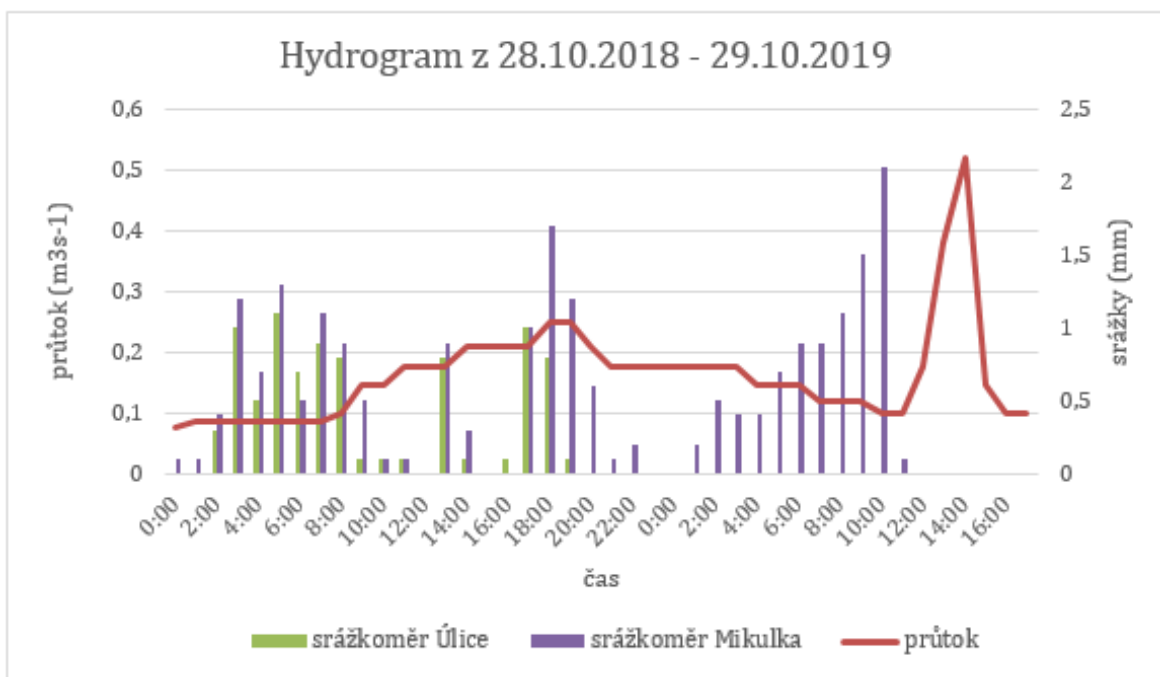
Tento graf zachycuje začátek povodňové vlny hodinu po naměření většího úhrnu srážek. Konkrétně bylo na srážkoměru na Mikulce naměřeno v 12:00 0,1 mm srážek a srážkoměr v Úlicích zachytil 0,3 mm srážek. O hodinu později to bylo již 0,4 mm srážek na Mikulce a 0,3 mm srážek v Úlicích. A zde se nám začínají projevovat změny v stavu hladiny toku a v průtoku. V 14:00 dosáhly hodnoty naměřených srážek svého maxima a to: Mikulka 0,8 mm srážek a Úlice 0,6 mm srážek. Povodňová vlna dosáhla svého maxima v 15:00, a to za přispění prvního splachu, který jsem začal evidovat mezi 14:00 – 15:00. Poté stav hladiny i průtok začali klesat. Zajímavá je ještě situace mezi 18:00 a 19:00, kdy došlo opět k zvýšení hodnot stavu hladiny a průtoku. Pravděpodobně povrchová voda dorazila ze vzdálenější části toku, plus srážková aktivita pokračovala zhruba do 17:00. To zaznamenal srážkoměr na Mikulce, který od 15:00 do 17:00 zaznamenal hodnoty srážek 0,1 mm 0,1 mm a 0,2 mm. V cca 17:00 jsem odebral poslední vzorek vody při měření „first flash“, poté srážková aktivita i průtok v ústí dešťových oddělovačů se snížili na neměřitelné množství.

6.3 Hydrologický režim



Graf č. 17: Změny průtoku ve Vejprnickém potoce při srážkové aktivitě

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 18 : Změny průtoku ve Vejprnickém potoce při srážkové aktivitě

Zdroj: vlastní zpracování

Na těchto grafech je patrné zvýšení průtoku po srážkové aktivitě. Změny v průtoku jsou patrné 4-6 hodin po zaznamenání úhrnu srážek, srážkoměrnou stanicí. Ke změnám v průtoku může docházet i ve chvíli, kdy srážkoměrné stanice žádný úhrn nezaznamenají. Je to dáno buďto lokálními srážkami malého rozsahu nebo například dotací vodního toku z jiných zdrojů. Dále může docházet ke změně průtoku ze srážek, které se vyskytují ve vzdálenějších místech povodí a k měřenému místu voda z těchto srážek dorazí až po určité době. Vše záleží na velikosti toku a velikosti povodí.

7 Diskuse

Vliv dešťových oddělovačů na jakost povrchových vod ve Vejprnickém potoce, lze hodnotit podle získaných dat elektrolytické konduktivity. Elektrolytická konduktivita v měřeném období listopad 2018 až leden 2019 nepřekročila v recipientu hodnotu 90 mS/m. Tato hodnota nám říká, že jakost vod Vejprnického potoka lze zařadit do třetí třídy jakosti povrchových vod podle ČSN 75 7221. Stav této povrchové vody, je ovlivněn antropogenní činností tak, že nemusí vytvořit vhodné podmínky pro existenci bohatého a vyváženého ekosystému (Kabelková, 2010). Nejvyšší hodnoty elektrolytické konduktivity byly naměřeny na dešťovém oddělovači MM1. Hodnoty elektrolytické konduktivity zde přesáhly 120 mS/m a v klasifikaci jakosti povrchových vod, by byly zařazeny do čtvrté třídy (podle ČSN 75 7221). To je silně znečištěná voda ovlivněná antropogenní činností, která nevytváří podmínky pro vyrovnaný ekosystém. Je zapotřebí zdůraznit, že pro kvalitní posouzení jakosti povrchových vod ve Vejprnickém potoce by bylo zapotřebí sledovat i další hodnotící ukazatele jakosti povrchové vody jako je fosfor, sírany, rozpuštěný kyslík ad. Ty však nebyly pro tuto práci získávány. Nedílnou součástí hodnocení ovlivňování recipientu jsou i typy ploch, z kterých do něj odtéká povrchová voda. Zaprvé bylo zjištěno, že nepropustné plochy ve zkoumaném území zabírají více než 50% plochy povodí. To výrazným způsobem ovlivňuje tok, hovoříme o tzv. degradaci toku, jak píše Arnold a Gibsons (1996). Dále pak typy ploch, které s sebou do recipientu přinášejí různé znečištění podle dříve zmíněných klasifikací. Jedná se jak o typy nečištění, tak o míru znečištění. V části povodí vybrané pro tu to práci se nachází velké množství frekventovaných pozemních komunikací např. (č.180, č.203, č.26), frekventovaná parkoviště, skladovací plochy nebo střechy s kovovými částicemi nad 500m². Tyto typy ploch mají vysokou míru znečištění srážkového odtoku F(Stránský,2012). V průmyslové zóně, které se nachází v povodí zkoumaného území, působí tyto firmy: PILSEN STEEL s.r.o – hutě, Škoda TRV s.r.o, Škoda Transportation, Wikov Gear s.r.o, Plzeňská Energetika A.s, TS Plzeň a.s, Škoda Machine Tools a.s, AIR POWER s.r.o, kovošrot, skladiště europalet, myčka pro nákladní auta a mnoho dalších.

8 Závěr

V bakalářské práci jsem si jako hlavní cíl určil posoudit, jaký vliv mají dešťové oddělovače na Vejprnický potok. Zhodnocení této otázky bych rozdělil do dvou rovin. Ovlivňování toků dešťovými oddělovači je patrné a projevuje se zejména v urbánní krajině, kde jsou dešťové oddělovače častým jevem (Kabelková, 2010). Dalším zásadním znakem je velikost toku. U menších toků jako je Vejprnický potok, jsou projevy více patrnější. Velké množství povrchové vody, která je sváděna dešťovými oddělovači negativním způsobem ovlivňuje vodní tok. Způsoby znečištění takto postiženého toku jsou nejrůznějšího charakteru, ať už se jedná o látkové znečištění nebo fyzické, vždy to má dopad na vodní tok i okolí. Často se jedná o viditelné projevy, jako jsou zápach, kal, pěna nebo narušení biodiverzity toku. Vzhledem k faktu, že vybraný úsek vodního toku se nachází v urbánní krajině a počet vyústění dešťových oddělovačů je v řádech desítek, můžeme předpokládat vliv dešťových oddělovačů na vodní tok. Vejprnický potok protéká a svádí povrchovou vodu z těchto typů ploch: průmyslové závody, parkovací plochy, skladovací plochy aj. Povrchový odtok z těchto typů ploch s sebou nese i daleko větší znečištění než z obytných oblastí (Stránský, 2012). Dalším přitížením situace je antropogenní úprava koryta toku, kdy tok kvůli jeho regulaci ztrácí některé své charakteristické vlastnosti. Regulace a narovnání koryta napomáhá k rychlému odnosu všech látek, které se do toku dostanou a snižuje přirozenou infiltraci.

Při terénním měření a následném zpracování jsem zjistil, že naměřené hodnoty konduktivity přesahují limity vlivu na lidský organismus a třída jakosti povrchové vody podle klasifikace ČSN 75 7221, je třetí třída, což značí oproti létům minulým značné zlepšení. Nejhorší hodnoty pak byly u vyústění, kde dešťový oddělovač sváděl vodu z průmyslové zóny. Při měření

tzv. „prvního splachu“, jsem zaznamenal prvotní přísun znečištění při srážkové aktivitě na jednom z měřených dešťových oddělovačích. To znamená další přísun znečišťujících látek do toku.

Jako dalšími projevy vlivu dešťových oddělovačů na Vejprnický potok bylo vizuální znečištění v oblastech ústí dešťových oddělovačů do toku. U těchto výpustí jsem zaznamenal značné antropogenní znečištění.

Jak tedy zhodnotit cíle mé práce? Vliv dešťových oddělovačů na Vejprnickém potoce je patrný. Historicky se stav vodního toku velmi zlepšil, ale stále je místo pro zlepšení kvality

vody v toku. Prvotně by bylo dobré snížit množství povrchové vody, která do recipientu přichází např.: přepadovými komorami, zlepšením systému propojení kanalizačních, splaškových a dešťových sítí. Dále se jedná o návrh zlepšení zelené infrastruktury a zlepšení přirozeného vsaku a infiltrace. V neposlední řadě pak revitalizace vodního toku a okolí. Ta je již městem Plzně, konkrétně Útvarem koncepce a rozvoje MP chystána (Útvar koncepce a rozvoje města Plzně, 2019).

9 Seznam literatury

ARNOLD, C. L. a C. J. GIBBONS. 1996. Impervious surface cover age: the emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, American Planning Association, roč. 62, č. 2, s. 243–258.

CHMELKOVÁ, P. R. a J. FRAJER. 2019. *Základy fyzické geografie 1- Hydrologie* [online]. [cit. 19.03.2019]. <http://distgeo.upol.cz/uploads/vyuka/skripta-pavelkovafrajer.pdf?fbclid=IwAR3Q5cX9T6rmGCH1Qf5kto5oA2jNg4r8qTmYrK1DC--rMHhkE-8dSQP-mN0>

ČAMROVÁ, L. 2007. *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích*. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku. ISBN 978-80-86684-48-2.

ČHMU. 2019. *Limnigrafická stanice Plzeň-Skvrňany* [online]. [cit. 19.03.2019]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfdyn.php?seq=20594353

ČSN 75 7221. Název: Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod.

DEMEK, J., Z. VATOLÍKOVÁ a P. MACKOVČIN. 2007. Metodika pro hodnocení hydromorfologie na referenčních lokalitách v rámci monitoringu ekologického stavu tekoucích vod podle rámcové směrnice o vodách. Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny, 11 s.

DURAS, J. 2002. *Životní prostředí města Plzně*. Horní Bříza: Granát. ISBN 80-86460-04-5.

DURAS, J. 2003. *Životní prostředí města Plzně*. Horní Bříza: Granát. ISBN 80-86460-04-X.

Federal Interagency Stream Restoration Working Group. 2019. *Stormwater & Watersheds - Environment*. [online]. [cit. 27.03.2019]. Dostupné z: <https://environment.arlingtonva.us/stormwater-watersheds/>

GUPTA, K. a A. J. SAUL. 1996. Specific relationships for the first flush load in combined sewer flows. *Water Research*. 30(5), s. 1244–1252

GURNELL, A., LEE, M. a C. SOUCH. 2007. *Urban Rivers: Hydrology, Geomorphology, Ecology and opportunities for change*. *Geography Compass*. roč. 1, č. 5, s. 1118–1137.

HANUŠIN, J. 1995. Analýza vplyvu urbánnej krajiny na hydrologický cyklus územia. *Geografický časopis*, roč. 47, č. 4, s. 275–283.

- HAVLÍK, V., I. KABELOVÁ a R. HALOUN. 2007. Rešerše problematiky interakcí odlehčovacích komor s recipienty, Závěrečná zpráva, MZe – ČVTVHS.
- HLAVÍNEK, P. a J. ŘÍHA. 2004. *Jakost vody v povodí*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 80-214-2815-5.
- INSA. 2019. *Konduktivita*. [online]. [cit. 27.03.2019]. Dostupné z: <http://www.insa.cz/produkty/provozni-pristroje/konduktivita.html>
- KABELKOVÁ, I. 2010. Posuzování dešťových oddělovačů jednotkových stokových systémů v urbanizovaných územích, Metodická příručka. [online]. [cit. 27.03.2019]. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/sekce/252/specificke-predpisy/>
- KANG, R. S. a R. A. MARSTON. 2006. Geomorphic effects of rural-to-urban land useconversion on three streams in the Central Redbed Plains of Oklahoma. *Geomorphology*, roč. 79, č. 3, s. 488–506.
- KOMÍNKOVÁ, D., R. BENEŠ, J. NÁBĚLKOVÁ, J. CALETKOVÁ a J. POLLERT. 2008. Revitalizační prvky na Košíkovském potoce a syndrom urbanizovaných toků In: Revitalizace vodního systému krajiny a měst zatíženého významnými antropogenními změnami-sborník vědeckého semináře k výzkumnému záměru MSM6840770002. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, s. 91–97.
- KREJČÍ, V. 2002. *Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup*. Brno: Noel. ISBN 80-86020-39-8.
- KOPP, J. 2004. Ekohydrologické hodnocení povodí v příměstské krajině – případová studie povodí Lučního potoka: disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 266 s.
- KOPP, J. a P. RAŠKA. 2017. *Ekohydrologický management mikrostruktur městské krajiny*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0719-4.
- KUMPERA, J. 2002. *Řeky a říčky Plzeňského kraje aneb Říční toulky Plzeňskem*. Dotisk 1. vydání. vyd. Plzeň: Agentura Ekostar , 107 s.
- LEE, J.H., K.W. BANG, L.H. KETCHUM, J.S. CHOE a M.J. YU. 2002. First flush analysis of urban storm runoff. *Science of The Total Environment*. 293(1-3), 163–175 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1016/S0048-9697(02)00006-2. ISSN 00489697.
- Mapy.cz. 2019. *Mapy.cz* [online]. [cit. 14.04.2019] Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=13.3340459&y=49.7442632&z=16>

- PAUL, M. J. a J. L. MEYER. Streams in the Urban Landscape . Annual Review of Ecology and Systematics, 2001, roč. 32, č. 3, s. 33–65.
- PITTER, P. 2009. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-701-9.
- PITTER, P. 1999. *Hydrochemie*. 3. přeprac. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT. 568 s. ISBN 80-03-00525-62.
- Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Plzeňského kraje. 2019. [online]. [cit. 11.4.2019]. Dostupné z: <http://prvak.plzensky-kraj.cz/>
- Obec Vejprnice. 2019. *Obec Vejprnice - Oficiální stránky obce Vejprnice* [online]. [cit. 11.04.2019]. Dostupné z: <http://www.vejprnice.cz/>
- SOBOL, P. 2019. Analýza vody. Rozbor vody, kvalita vody a úprava vody [online]. [cit. 25.03.2019]. Dostupné z: <https://www.analyzavody.cz/vlastnosti-vody/konduktivita/>
- STRÁNSKÝ, D. 2012. *Srážkové vody a urbanizace krajiny: TP 1.20.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT. Metodické a technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-28-2.
- ŠIFALDA, V. 1994. *Zachycování prvního splachu ze stokových sítí*. [online]. [cit. 25.03.2019]. Dostupné z: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pQlkiJ7zKikJ:https://www.pft-uft.cz/reference/zachycovani.pdf+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz&client=firefox-b-ab>
- TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.
- VÍTEK, J., D. STRÁNSKÝ, I. KABELKOVÁ, V. BAREŠ a R. VÍTEK. 2015. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec. ISBN 978-80-260-7815-9.
- WALSH, CH. J. et al. 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure . The North American Benthological Society, roč. 24, č. 3 s. 706–723.
- WENGER, S. J., A. H. ROY, C. R. JACKSON, et al. 2009. Twenty-six key research questions in urban stream ecology: an assessment of the state of the science. *Journal of the North American Benthological Society* [online]. 28(4), 1080–1098 [cit. 2019-03-19]. DOI: 10.1899/08-186.1. ISSN 0887-3593.
- WOLMAN, M. a A. GORDON. 1967. A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels . *Geografiska Annaler A*, roč. 49, č. 2–4, s. 385–395.

Útvar koncepce a rozvoje města Plzně. 2019. *Revitalizace údolí Vejprnického potoka*. [online]. [cit. 27.03.2019]. Dostupné z: <https://ukr.plzen.eu/rozvoj-mesta/probihajici-projekty/revitalizace-udoli-vejprnickeho-potoka/revitalizace-udoli-vejprnickeho-potoka.aspx>

10 Seznamy

Seznam grafů:

Graf č. 1: Stylizovaný vztah mezi nepropustnosti plochy povodí a stavem toku	13
Graf č. 2: Land use vybraného území v %, podle ČÚZK	33
Graf č. 3: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM1, říjen 2018 až leden 2019	46
Graf č. 4: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM1, říjen 2018 až leden 2019	47
Graf č. 5: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM2, říjen 2018 a leden 2019	48
Graf č. 6: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM2, říjen 2018 až leden 2019	48
Graf č. 7: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM, říjen 2018 až leden 2019	49
Graf č. 8: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM3, říjen 2018 až leden 2019	50
Graf č. 9: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM4, říjen 2018 až leden 2019	51
Graf č. 10: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM4, říjen 2018 až leden 2019	51
Graf č. 11: Vývoj naměřených hodnot konduktivity na MM5, říjen 2018 až leden 2019	52
Graf č. 12: Vývoj naměřených hodnot koncentrace rozpuštěných látek na MM5, říjen 2018 až leden 2019	52
Graf č. 13: Zprůměrované hodnoty konduktivity a koncentrace rozpuštěných látek, měřené mezi říjnem 2018 a lednem 2019	54
Graf č. 14: Zachycení first flush na dešťovém oddělovači VO100.....	56
Graf č. 15: Zachycení first flush na dešťovém oddělovači VO33.....	57
Graf č. 16: Stav toku a srážková činnost při zachycení first flush	58
Graf č. 17: Změny průtoku ve Vejprnickém potoce při srážkové aktivitě.....	59
Graf č. 18 : Změny průtoku ve Vejprnickém potoce při srážkové aktivitě.....	59

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: Změny vodního cyklu spojené s urbanizací.....	12
Obrázek č. 2: Tři fáze vývoje koryta toku v urbanizovaném území.....	16
Obrázek č. 3: Klasifikace jakosti povrchových vod podle ČSN 757221 v Plzni v roce 2000/2001.....	31
Obrázek č. 4: Land use vybraného území ovlivňující dotaci povrchových vod do Vejprnického potoka.....	32
Obrázek č. 5: Výřez kanalizační sítě ve vybraném území ovlivňující dotaci povrchových vod do Vejprnického potoka.....	34
Obrázek č. 6: Lokality vybraných míst na vymezeném území.....	35
Obrázek č. 7: Dešťový oddělovač MM1.....	36
Obrázek č. 8: Dešťový oddělovač MM2.....	37
Obrázek č. 9: Znečištění v ústí do recipientu.....	38
Obrázek č. 10: Přítomné znečištění u vyústění MM2.....	38
Obrázek č. 11: Dešťový oddělovač MM3.....	39
Obrázek č. 12: Dešťový oddělovač MM4.....	39
Obrázek č. 13: Dešťový oddělovač MM5.....	40
Obrázek č. 14: Fluviální eroze regulace toku.....	40
Obrázek č. 15: Heterotrofní nánosy.....	40
Obrázek č. 16: Zákal v přepadové nádrži dešťového oddělovače.....	41
Obrázek č. 17: Betonové koryto dešťového oddělovače zanesené vegetací.....	41
Obrázek č. 18: Zanesený dešťový oddělovač.....	41
Obrázek č. 19: Koryto potoka u dešťového oddělovače MM 5.....	42
Obrázek č. 20: Pokračování „panelové“ regulace koryta po proudu.....	43
Obrázek č. 21: Regulace koryta silně zarostlá vegetací.....	43
Obrázek č. 22: Střed toku zkoumané části.....	44
Obrázek č. 23 : Detail toku.....	44
Obrázek č. 24: Regulace koryta před železničním mostem.....	44
Obrázek č. 25: Poslední část redukce koryta před ústním do řeky Mže.....	45
Obrázek č. 26: Limnigrafická stanice Plzeň-Skvrňany.....	45
Obrázek č. 27: Dešťový oddělovač VO 33.....	55

Obrázek č. 28: Dešťový oddělovač VO 100	55
---	----

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Příznaky sledované na syndromu urbanizovaného toku	14
Tabulka č. 2: Typ a míra znečištění v závislosti na typu ploch	21
Tabulka č. 3: Klasifikace znečištění srážkového odtoku	22
Tabulka č. 4: Mezní hodnoty Elektrolytické konduktivity podle ČSN 75 7221	25
Tabulka č. 5: Vliv měrné vodivosti vody v působení na lidský organismus	26
Tabulka č. 6: Land use vybraného území v m ² , podle ČÚZK	33
Tabulka č. 7: Viditelné projevy narušení u ústí MM1 do recipientu	36
Tabulka č. 8: Viditelné projevy narušení u ústí MM2 do recipientu	37
Tabulka č. 9: Viditelné projevy narušení u ústí MM3 do recipientu	38
Tabulka č. 10: Viditelné projevy narušení u ústí MM3 do recipientu	39
Tabulka č. 11 : Viditelné projevy narušení u ústí MM3 do recipientu	40
Tabulka č. 12: Inventarizace vodního toku ve zkoumané části.....	42
Tabulka č. 13: Průměrné hodnoty koncentrace rozpustných látek a konduktivity za sledované období.....	53
Tabulka č. 14: Měření first flush při srážkové aktivitě na VO 100 a VO 33	56
Tabulka č. 15: Měření prováděná na Vejprnickém potoce mezi říjnem 2018 a lednem 2019.	70

11 Přílohy

Tabulka č. 15: Měření prováděná na Vejprnickém potoce mezi říjnem 2018 a lednem 2019

Měření na Vejprnickém potoce - stálý odtokový režim						
Datum měření	čas	číslo VO		teplota	μS/cm	mg/l
29.10.2018	15:17	VO55	tok pod DO	10,3	658	320
	15:19		ústí DO	10,5	1342	664
	15:32	PM	tok pod DO	9,8	618	300
	15:34		ústí DO	10,2	653	318
	15:45	Potok	tok pod DO	10,3	641	311
	15:47		ústí DO	10,8	870	426
	15:55	Lavička	tok pod DO	10	638	310
	15:56		ústí DO	10,5	725	353
		Kurty	tok pod DO			
	16:12		ústí DO	10,9	246	118,2
4.11.2018	16:05	VO55	tok pod DO	5,2	827	419
	16:07		ústí DO	5,7	1067	525
	16:11	PM	tok pod DO	6,4	812	397
	16:13		ústí DO	6,2	1179	581
	16:23	Potok	tok pod DO	6,9	691	336
	16:24		ústí DO	7,5	572	278
	16:31	Lavička	tok pod DO	6,5	902	442
	16:32		ústí DO	8,1	496	240
		Kurty	tok pod DO			
	16:44		ústí DO	7,7	306	148,4
3.12.2018	13:05	VO55	tok pod DO	8,2	690	336
	13:07		ústí DO	6,6	1204	594
	13:20	PM	tok pod DO	9,5	656	319
	13:22		ústí DO	11,4	681	332
	13:31	Potok	tok pod DO	9,6	643	313
	13:32		ústí DO	10,4	456	220

	13:39	Lavička	tok pod DO	8,6	659	320
	14:41		ústí DO	10,1	695	338
		Kurty	tok pod DO			
	15:01		ústí DO	10,7	202	96,8
15.12.2018	8:59	VO55	tok pod DO	9	580	281
	9:00		ústí DO	5	1294	640
	9:06	PM	tok pod DO	9,7	655	319
	9:08		ústí DO	9,2	781	381
	9:15	Potok	tok pod DO	8,5	792	386
	9:17		ústí DO	9,1	608	295
	9:26	Lavička	tok pod DO	9	844	413
	9:27		ústí DO	7,2	673	327
		Kurty	tok pod DO			
	9:37		ústí DO	7,6	1036	509
29.12.2018	10:04	VO55	tok pod DO	6,6	825	403
	10:06		ústí DO	7,1	1328	657
	10:12	PM	tok pod DO	6,5	648	315
	10:14		ústí DO	5,8	827	404
	10:23	Potok	tok pod DO	6,2	712	347
	10:24		ústí DO	4,9	845	413
	10:35	Lavička	tok pod DO	4,4	846	413
	10:38		ústí DO	5	626	304
		Kurty	tok pod DO			
	10:51		ústí DO	8,6	1160	572
3.1.2019	12:42	VO55	tok pod DO	10,4	826	403
	12:44		ústí DO	2,4	1377	682
	12:51	PM	tok pod DO	8,9	802	392
	12:53		ústí DO	10,2	648	315
	13:01	Potok	tok pod DO	8,8	851	416
	13:03:00		ústí DO	6,8	726	354
	13:12	Lavička	tok pod DO	8,5	853	417
	13:14		ústí DO	8,4	674	328

		Kurty	tok pod DO			
	13:30		ústí DO	7,3	1087	535
5.1.2019	9:30	VO55	tok pod DO	4,2	829	404
	9:32		ústí DO	2,5	1307	649
	9:40	PM	tok pod DO	4,9	828	404
	9:41		ústí DO	5,2	644	313
	9:57	Potok	tok pod DO	6,1	823	402
	9:59		ústí DO	7,4	685	333
	10:10	Lavička	tok pod DO	5,9	1027	505
	10:12		ústí DO	7,1	673	327
	10:28	Kurty	tok pod DO	5,4		
	10:30		ústí DO	8,6	1238	611
10.1.2019	15:06	VO55	tok pod DO	6,4	832	405
	15:07		ústí DO	4,5	1258	637
	15:13	PM	tok pod DO	7	812	397
	15:15		ústí DO	8,2	643	312
	15:22	Potok	tok pod DO	6,7	850	416
	15:23		ústí DO	8,7	737	356
	15:30	Lavička	tok pod DO	6,7	945	452
	15:32		ústí DO	6,3	608	295
	15:40	Kurty	tok pod DO			
	15:43		ústí DO	10	1243	614

Abstrakt

VALEČEK, Martin. Monitoring vlivu dešťových oddělovačů na Vejprnický potok. Plzeň, 2019. 71s. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta ekonomická.

Klíčová slova: Dešťové oddělovače, urbánní hydrologie, jakost povrchových vod, první splach

Tato bakalářská práce se věnuje monitoringu vlivu dešťových oddělovačů na Vejprnickém potoce. Monitoring jakosti povrchové vody, je důležité sledovat, neboť je neustále aktuální. Hodnocení kvality vody je povinné pro města i státy v EU. Cílem práce bylo posoudit, jaký vliv mají vybrané dešťové oddělovače na kvalitu vodního toku. Dále zdokumentovat tok a posoudit, jaká další vlivy na tok působí a jak se tyto vlivy projevují.

Teoretická část se věnuje urbánní hydrologii. Zabývá se chováním toků v urbánní krajině. Dále v teoretické části představují hodnotící klasifikace jakosti povrchové vody, způsob měření vybraného ukazatele, kterým je elektrolytická konduktivita. Další kapitola se zabývá tzv.: „prvním splachem“. V praktické části pracuji se sběrem terénních dat, která vyhodnocuji, a podle klasifikací rozřazuji. Cílem je výsledné hodnoty zdůvodnit pomocí klasifikací a dále zhodnotit následky naměřených hodnot na Vejprnickém potoce. V práci bylo zjištěno, že dešťové oddělovače negativně ovlivňují kvalitu vejprnického potoka a to například jakost povrchových vod nebo morfologii toku.

Abstract

VALEČEK, Martin. Evaluation of the impact of rain separations Vejprnice creek. Plzeň, 2019. 71p. Bachelor thesis. University of West Bohemia in Pilsen. Faculty of Economics.

Keywords: Rain separators, urban hydrology, surface water quality, first flush

This bachelor thesis deals with the monitoring of the impact of rain separators on the Vejprnice creek. Monitoring of the quality of the surface water is important as it is constantly up-to-date. Water quality assessment is a mandatory for the cities and states in the EU. The aim of this work was to assess the influence of selected rain separators on the quality of watercourse. Also to document the flow and assess other influences on the flow and how these effects are manifested.

The theoretical part deals with urban hydrology. It deals with the behavior of flows in urban landscape. Furthermore, in the theoretical part, I present the classification of surface water quality, the method of measuring the selected indicator, which is electrolytic conductivity. Next chapter deals with the “first flush”. In the practical part I work with the collection of the field data, which I evaluate and classify according to the classifications. The aim is to justify the resulting values by means of classifications and to further evaluate the consequences of the measured values on the Vejprnice creek. It was found out that rain separators negatively influence the quality of the Vejprnice creek, for example the surface water quality or the morphology of the flow.