



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE

Studie zatrubněných pramenů a vodních
toků na území hl. m. Prahy

Study of piped springs and water bodies
in Prague

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2022

Bc. Adéla Průchová

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

Vedoucí práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.



Katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

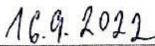

Příjmení: Průchová	Jméno: Adéla, Bc.	Osobní číslo: 477736
Zadávající katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Studie zatrubněných pramenů a vodních toků na území hl. m Prahy	
Název diplomové práce anglicky: Study of piped springs and water bodies in Prague	
Pokyny pro vypracování: Cílem práce je provést katalogizaci pramenů a vodních toků, které jsou na území Prahy svedeny do kanalizace pro veřejnou potřebu, a navrhnout řešení u vybraných případů. Práce bude obsahovat teoretickou a praktickou část. Teoretická část bude zaměřena na definici pojmů, identifikaci hlavních charakteristik pramenů, popis příčin a důsledků zatrubnění a možné spektrum řešení. Praktická část bude zaměřena na sběr a analýzu podkladů o zatrubněných pramenech a vodních tocích a přípravu pro databázové řešení. Zároveň bude provedena případová studie odpojení od kanalizace pro jeden pramen a jeden vodní tok.	
Seznam doporučené literatury: Krejčí a kol. (2002) Odvodnění urbanizovaných povodí, NOEL 2000 Veger a kol. (1993) Prameny a vodovodní štoly na území Prahy Butler D. et al (2018) Urban Dainage, CRC Press	
Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 16.9.2022	Termín odevzdání DP v IS KOS: 9.1.2023
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

 Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
--	---

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Studie zatrubněných pramenů a vodních toků na území hl. m. Prahy“, vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne: 2. 1. 2023

Adéla Průchová

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu doc. Ing. Davidu Stránskému, Ph.D., za pomoc a zpětnou vazbu a za trpělivé vysvětlování problematik v oboru vodního hospodářství nejen při psaní této práce.

Dále bych ráda poděkovala pracovníkům Pražské vodohospodářské společnosti, a.s., převážně Ing. Růženě Fišákové a Ing. Haně Rosypalové, které mi pomohly vymyslet toto téma a které se mnou konzultovaly praktickou část.

Další poděkování patří pracovníkům, se kterými jsem se setkala a kteří mi dopomohli najít některé zdroje. Těmito pracovníky jsou Ing. Andrea Holanová, Ing. Jiří Karnecki a Ing. Richard Beneš.

Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou zatrubňování studánek, pramenů a vodních toků a ploch se zaměřením na území hl. m. Prahy. V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy a je zde rozebrána problematika balastních vod, a to převážně jejich bodových vtoků a jejich řešení. Dále je zde popsán vývoj městského odvodnění ve světě a v České republice.

V prvním bloku praktické části se zabývám katalogizací zdrojů na území hl. m. Prahy. Je zde popsána metodika, podle které jsem postupovala, a výsledky zpracování.

Druhý blok praktické části je věnován samotným studiím zatrubněných zdrojů. Ve studiích je popsáno okolí zdrojů a je zde vytvořeno několik návrhů řešení, které jsou vzájemně porovnány. Výsledkem je vždy jedno doporučené řešení. Pro studie je vybrána studánka Topolka a vodoteč v parku Williho Brandta. Výsledné řešení studie Topolky je částečné využití vody na místě a odvedení zbývajících odtok částečným využitím stávající kanalizace do odlehčovací stoky. Pro vodoteč v parku Willyho Brandta je doporučené řešení obdobné.

Klíčová slova

Zatrubňování, studánka, pramen, vodoteč, vodní tok, vodní plocha, balastní vody, jednotná kanalizace, oddílná kanalizace, modrozelená infrastruktura

Abstract

This thesis deals with the issue of piping of wells, springs, watercourses and water areas with a focus on the territory of the City of Prague. The theoretical part explains the basic terms and discusses the issue of ballast water, especially its point inlets and its solutions. Furthermore, the development of urban drainage in the world and in the Czech Republic is described.

In the first block of the practical part, I deal with the cataloguing of resources in the City of Prague. It describes the methodology I followed and the graphs based on it.

The second block of the practical part is devoted to the studies of trumpeted sources. In the studies, the surroundings of the sources are described and several proposed solutions are created here, which are compared with each other. The result is always one recommended solution. The Topolka well and the watercourse in the Willi Brandt park are selected for the studies. The resulting solution of the Topolka study is the partial use of water on site and the removal of the remaining runoff by partial use of the existing sewage system into the relief sewer. The recommended solution for the watercourse in Willy Brandt Park is similar.

Key words

Piping, well, spring, stream, watercourse, water area, ballast water, combined sewerage, separate sewerage, blue-green infrastructure

Obsah

1	Úvod	1
2	Definice pojmů	2
2.1	Pramen a prameniště	2
2.2	Studánka.....	3
2.3	Vodní tok a plocha	4
2.4	Kanalizační soustava.....	5
2.4.1	Jednotná kanalizace	5
2.4.2	Oddílná kanalizace	6
2.5	Balastní vody	7
2.5.1	Měření a zjišťování balastních vod.....	8
2.6	Modrozelená infrastruktura.....	12
3	Vývoj městského odvodňování	15
3.1	Historie a současnost.....	15
3.2	Výhody a nevýhody kanalizačních soustav a MZI	18
3.2.1	Jednotná soustava	18
3.2.2	Oddílná soustava.....	19
3.2.3	Modrozelená infrastruktura	20
3.3	Problémy zatrubňování balastních vod	21
3.4	Možnosti řešení	23
3.4.1	Odvedení vody z lokality.....	23
3.4.2	Využití vody v lokalitě	24
3.5	Úskalí při realizaci opatření	26
4	Území hlavního města Prahy	28
4.1	Historický vývoj odvodnění území hl. m. Prahy	28
4.2	Současný stav stokové sítě hl. m. Prahy pro rok 2021.....	33
5	Cíle práce	34
6	Metodika.....	34
6.1	Obecný popis	34

6.2	Hlavní charakteristiky	35
6.2.1	Umístění.....	35
6.2.2	Zaústění	35
6.2.3	Vydatnost.....	36
6.2.4	Další názvy	36
6.3	Sběr podkladů daného území	36
6.4	Katalogizace.....	37
6.5	Výběr problémových lokalit	37
6.6	Výběr lokalit pro návrh řešení	37
6.7	Zhodnocení místních podmínek.....	37
6.8	Návrhy řešení	38
6.9	Srovnání řešení a doporučení.....	39
7	Výsledky katalogizace	40
8	Studie studánky a vodního toku.....	52
8.1	Studie studánky Topolka.....	53
8.1.1	Popis lokality	53
8.1.2	Návrhy řešení.....	59
8.1.3	Srovnání řešení	66
8.1.4	Doporučení řešení.....	68
8.2	Studie vodoteče v parku Willyho Brandta	69
8.2.1	Popis lokality	69
8.2.2	Návrhy řešení.....	75
8.2.3	Srovnání řešení	79
8.2.4	Doporučení řešení.....	80
9	Diskuze	81
10	Závěry.....	82
11	Seznam použité literatury	84
	Seznam obrázků.....	91
	Seznam tabulek.....	93

1 Úvod

Problém odvodňování urbanizovaných území se nejčastěji řešil zatrubňováním všech druhů vod a na území hl. m. Prahy je to obdobné. Historicky je Praha odvodňována jednotnou kanalizací (tedy společnou kanalizací pro všechny druhy vod), která je jednodušší a levnější pro výstavbu a zároveň zabírá méně prostoru. V současnosti již víme, že oddělení různě znečištěných vod je pro jejich čištění a odvádění z mnoha důvodů efektivnější. Přechod z jednotného systému na oddílný však vyžaduje nejen velké finanční prostředky, ale též pochopení problematiky veřejností, příznivou politickou atmosféru a mnoho dalšího. Celá pražská stoková síť nemůže být změněna naráz, a proto je důležité nalézt nejproblémovější oblasti k řešení a pokusit se je eliminovat.

Oddělení dešťové vody od vody splaškové je určitě jedním z hlavních a nejznámějších problémů, které je nutné řešit. Řešení je však složité a dlouhodobé.

Další, veřejnosti méně známý problém, je zatrubnění studánek, pramenů a dalších vodních ploch do jednotné kanalizace. Všechny vodní plochy a jejich objem odtoku je samozřejmě závislý na srážkách, a proto jejich zatrubnění do jednotné kanalizace ještě prohlubuje problémy ve stokové síti a nestálost průtoku dešťových vod negativně ovlivňuje i stav čistíren.

Projekty na odtrubnění potoků či alespoň zabránění jejich odtoku do jednotné kanalizace sice již existují, avšak řeší vždy pouze vybraný tok. Pro zefektivnění je proto nutné tyto vodní plochy zkatalogizovat a vybrat ty, u kterých k tomuto jevu dochází. Poté bude snazší tento negativní jev eliminovat.

Z těchto důvodů jsem se rozhodla svou diplomovou práci zaměřit právě na tuto méně známou a méně řešenou problematiku, která bude řešena na území hl. m. Prahy.



Obrázek 1 – Studánka Okrouhlík [14]

2 Definice pojmů

V této kapitole bych ráda vysvětlila často používané pojmy a upřesnila jejich význam v dané problematice.

2.1 Pramen a prameniště

Pramen je přirozený soustředěný vývěr podzemní vody na zemský povrch. Vznik pramenů je závislý na geologických, tektonických, hydrogeologických a reliéfních podmínkách území. Prameny se nejčastěji objevují na místech, kde nepropustná vrstva pod zvodní dosáhne zemského povrchu nebo kde se nachází tektonická porucha či zlom, které vytvářejí preferovanou cestu průtoku podzemní vody.

Pokud se v jedné lokalitě vyskytuje více pramenů napájených ze stejné zvodně, jedná se o prameniště.

Prameny mají hlavní význam ve tvorbě krajiny, neboť většinou tvoří vodní tok, popřípadě na něj napojují a zvyšují jeho vydatnost. Jejich význam je také estetický, často se stávají i vyhledávaným turistickým místem.

Podzemní voda je většinou čistší než voda povrchová, prameny byly často pitné, a proto jsou i vodohospodářsky významné. Dříve se v jejich blízkosti budovala sídla, aby měli jejich obyvatelé přístup k pitné vodě. S postupným vývojem lidstva a urbanizací se podzemní vody však začaly zanášet znečištěním natolik, že mnoho pramenů již nespadá do limitů pro pitnou vodu, a to převážně těch, jež se vyskytují ve městech, kde jsou téměř vždy i fekálně znečištěny.

Vydatnost pramenů je závislá i na srážkových podmínkách, a tak může dojít k jejich úplnému vyschnutí, či naopak vzniku nových. Vliv na jejich existenci má také postupné zastavování území, které mění hydrologii podzemních vod. [1] [5] [15]



Obrázek 2 – Kbelský pramen [16]

2.2 Studánka

Pojem jako takový má mnoho definic a v české legislativě není nijak ukotven. Pro tuto diplomovou práci je pod ním označován pramen, který je stavebně upraven. Charakteristické je zastřešení určitého akumulačního objemu určeného pro nabírání vody, aby se do něj nedostávali části rostlin a živočichové – převážně hlodavci. [12]

Největší rozmach ve výstavbě studánek byl v první polovině 20. let 19. století, kdy se stavěly v okolí lesů a polí, a to pro potřebu pitné vody pro pracující zemědělce a lesníky. V druhé polovině 20. let však postupně přicházely o svůj význam, a tak se o ně přestalo pečovat. Často pak byly sváděny do melioračních kanálů nebo byly zcela zdevastovány. Díky zvětšující se zástavbě se však stejně jako u pramenů zhoršuje i jejich kvalita vody. V posledních letech je tak voda ve většině studánek pitná pouze pro zvěř. [10] [11]

V současné době se studánky stávají převážně vyhledávaným turistickým cílem či odpočinkovým místem, a i proto je jich řada renovována. Některé studánky mají dokonce svého patrona, který se stará o jejich údržbu. Pro údržbu každé studánky je nutné pravidelně odstraňovat spadané nečistoty a čistit zanesené dna. Často jsou však také studánky a jejich okolí bohužel ničené vandaly. [12] [13]



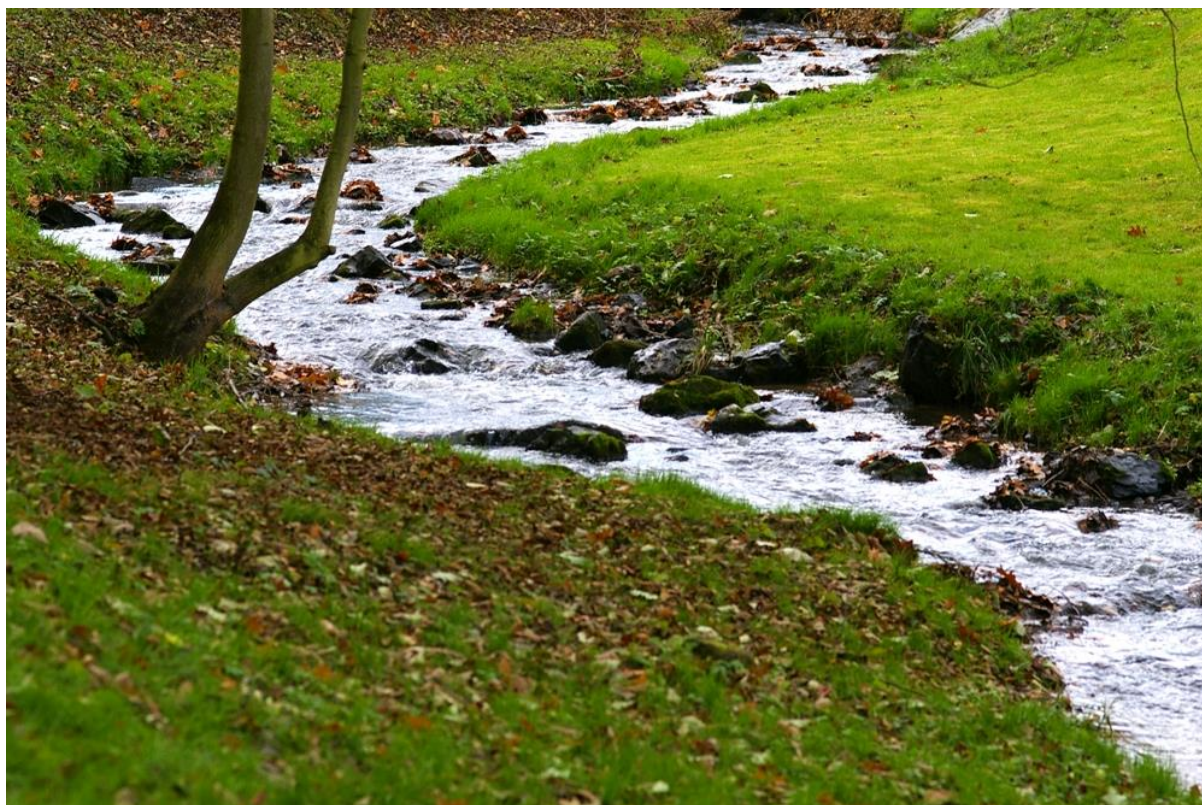
Obrázek 3 – Studánka Šárecká Habrovka [17]

2.3 Vodní tok a plocha

Dle definice v Zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách (vodním zákoně) je vodní tok povrchová voda tekoucí korytem díky vlastnímu spádu, a to trvale nebo po většinu roku. Vodním tokem jsou i úseky tekoucí pod povrchem nebo zatrubněné.

Pojem „vodní plocha“ v legislativě ukotven není, a tak se různé definice mohou rozcházet. Podle katastru nemovitostí je vodní plocha útvar akumulující vodu, který může být umělý nebo přirozený, a zdržuje či zpomaluje odtok vody z povodí. Pod vodní plochu spadají i vodní toky širší než čtyři metry.

Pro účel diplomové práce je vodní tok definován dle zákona a je často označován pojmy „vodoteč“, „potok“ či „řeka“. Vodní plochou jsou označovány převážně vybrané pražské rybníky a jezírka. [18] [19] [20] [20]



Obrázek 4 – Litovicko-Šárecký potok [21]

2.4 Kanalizační soustava

V zásadě existují dva základní typy konvenčních kanalizačních soustav, kterými jsou jednotná a oddílná kanalizace. Mnoho měst využívá obě soustavy současně. V mnoha městech se nachází oba typy kanalizačních soustav společně. Hlavním důvodem je prvotní výstavba jednotné soustavy a následné budování oddílné v nově napojovaných oblastech nebo částečná rekonstrukce jednotné soustavy na oddílnou. Dalším důvodem může být i neznalost či nesprávný postup výstavby. [2] [3] [4] [6] [22] [23]

2.4.1 Jednotná kanalizace

Jednotná kanalizační soustava je jednodušší než oddílná, protože odvádí společně všechny typy vod. Kanalizace je napojena na čistírnu odpadních vod a vyčištěná voda je odváděna do recipientu. V bezdeštném období je kanalizací odváděna převážně voda splašková, jež má téměř stálé složení, pro které je čistírna odpadních vod uzpůsobena. Při srážkách je kanalizací odváděna i voda dešťová. Následkem toho má voda přiváděná na čistírnu diametrálně odlišné složení a její průtok může být také mnohonásobně vyšší.

Kvůli enormnímu nárůstu průtoku při srážkách je tedy nutné na jednotné kanalizaci vystavět odlehčovací komory. V odlehčovacích komorách dochází k odtoku určité části odpadních vod odlehčovacemi stokami do recipientu nebo do dešťových nádrží. Voda odváděná do odlehčovacích stok je převážně složena z vody dešťové, ale je v ní částečně obsažena i voda splašková. Hlavní nevýhodou odlehčovacích komor je následný odtok znečištěné dešťové vody do recipientu bez vyčištění a zanášení recipientu převážně fekálním znečištěním. Naopak hlavní výhodou jednotné kanalizace jsou její nižší náklady na výstavbu.

Při projektování je nutné zohlednit finanční i hygienická hlediska a na základě jejich vyhodnocení se rozhodnout pro daný typ soustavy. V současnosti hygienické hledisko převažuje nad finančním, a proto je budována téměř výhradně kanalizace oddílná. Většina starších kanalizačních soustav je však tvořena jednotnou kanalizací, a to především z neznalosti všech hygienických rizik. [2] [3] [4] [22] [23]

2.4.2 Oddílná kanalizace

Principem oddílné kanalizace je oddělené odvádění odlišných druhů odpadních vod stokovou sítí. Různé druhy vod by se tedy neměly mísit a jejich čištění, pokud je navrženo, by mělo probíhat také odděleně. V praxi se odděluje pouze srážková voda a ostatní druhy odpadních vod jsou svedeny do společné kanalizace na základě jejich podobného složení a předvídatelného průtoku. Dělí se tedy na dešťový a splaškový systém.

Dešťové stoky neodvádí pouze vodu dešťovou, ale jsou do ní zapojené i bodové vtoky balastních vod. Dříve se na dešťovou vodu pohlíželo jako na hygienicky nezávadnou pro recipient i bez čištění, často však byla svedena do jednotné kanalizace, čímž se znehodnotila a stala se z ní voda odpadní. Dnes se dešťová voda ze zákona stále za hygienicky nezávadnou považuje, ale protože často obsahuje hygienicky závadné látky nabrané převážně v první části srážky při splachu minerálních a organických látek, úkapů pohonných hmot a dalších nečistot, tak je s ní většinou zacházeno jako s vodou, kterou je nutné předčistit.

Splaškové stoky v praxi odvádí nejen vody splaškové, ale i vody z průmyslu a výroby. Je téměř nemožné zamezit částečnému vstupu podzemní a dešťové vody i do splaškové kanalizace kvůli infiltraci a přímému přítoku. Těmto přítokům se říká balastní voda. [6] [22] [23]



Obrázek 5 – Uložení kanalizace [24]

2.5 Balastní vody

Balastní vody jsou nežádoucím přítokem do kanalizačního systému, kam se dostávají infiltrací nebo přímým přítokem. Tyto vody nejsou znečištěné, ale po vniknutí do jednotné či splaškové kanalizace se mísí se stávající odpadní vodou a sami se odpadní vodou stávají. [25]

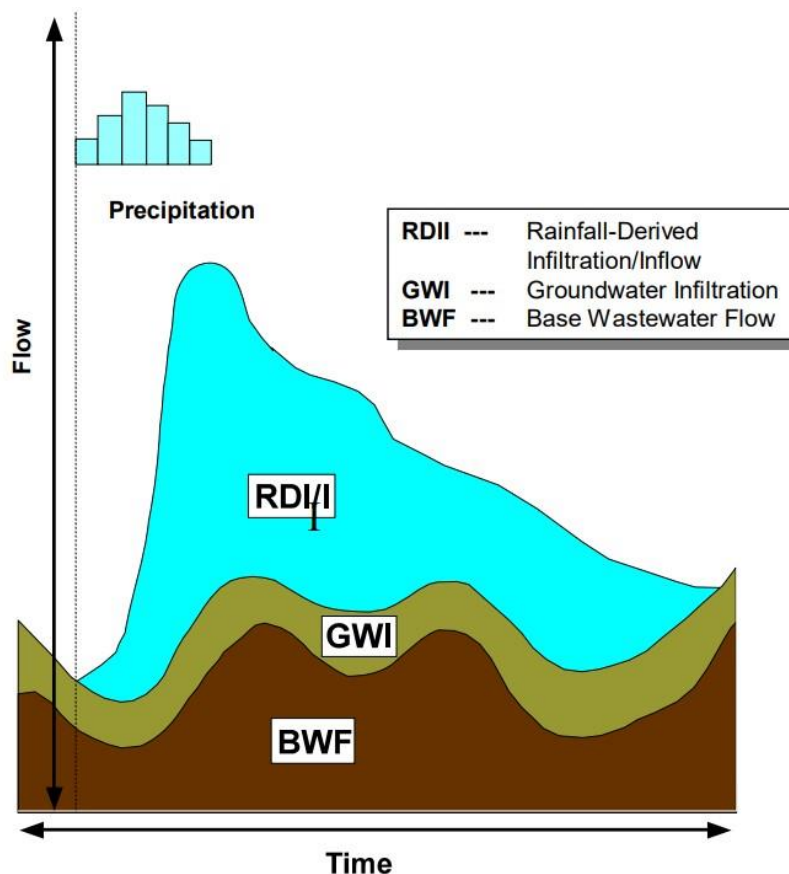
Infiltrace je kontinuální vsakování, většinou podzemní vody, do stok a je důsledkem poruch a špatného provedení. Je proto nezbytné stoky kontrolovat a udržovat, popřípadě renovovat.

Přímý přítok je bodové zaústění a je zapříčiněno napojením povrchových vod, špatnými připojeními nebo nesprávně navrženými poklopy. Jejich existence může být způsobena neznalostí, ale i úmyslným zanedbáním. Přímý přítok srážkových vod není u jednotné kanalizace považován za balastní vodu i přesto, že je nepředvídatelný. U splaškové kanalizace balastní vodou je.

Problémem je přítok těchto vod do splaškových a jednotných kanalizací. Nárůst průtoku má vliv na zbývající kapacitu potrubí, zvyšuje čerpané objemy a ovlivňuje i složení, teplotu a objem odpadních vod, které mají vliv na účinnost čištění v čistírnách. Protože je téměř nemožné zcela eliminovat přítok balastních vod do stokového systému, je s nimi počítáno již při jeho navrhování. [26]

Objem balastních vod přítomných v kanalizaci není stálý, mění se v průběhu dne, roku, ale i mezi lety samotnými. Nejstálější složkou, která je téměř vždy přítomná, je infiltrace podzemní vody do stokového systému. Tento jev nastává v závislosti na výšce hladiny podzemní vody a nasycenosti okolní půdy. Problém se nejvíce prohlubuje při podtékání vodních toků, kdy je hladina podzemní vody zpravidla výše než stoka samotná. Stálým přítokem je také zaústění různých vodních zdrojů, u kterých se však objem vody mění v závislosti na srážkách.

Při srážce se infiltrace podzemní vody do stok zvyšuje kvůli jejímu vsaku do půdního profilu a následnému zvýšení nasycenosti půdy. Tento děj nastává s časovým odstupem od začátku srážky. Kromě infiltrace se v době srážky přidává i přímý přítok dešťové vody, který do stok vtéká dešťovými vpustmi a přípojkami, rozvodněnými zatrubněnými vodními zdroji nebo nevhodně navrženými poklopy. [6] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33]



Obrázek 6 – Průtok odpadních vod při dešti [29]

2.5.1 Měření a zjišťování balastních vod

Monitoring vod ve stokových sítích by měl být bezpodmínečnou součástí jejich provozování. To zahrnuje měření a zjišťování původu balastních vod. Pro zjištění bodových vtoků se mohou použít odlišné metody než pro zjišťování infiltrace, ale vždy je nutné využívat vhodná zařízení a spolehlivý tým, který je připraven správně vykonat nutné úkony před měřením, během a i po něm. Většinou se měření provádí v noci, kdy je nejnižší průtok zbylé odpadní vody, a balastní vody se tak nejlépe stanovují. [34]

U bodových vtoků jde převážně o jejich prvotní nalezení a následné zjištění přítoku. Infiltrace probíhá téměř ve všech částech stokové sítě a je kontinuální, proto její množství nelze zjistit přímo u přítoku, ale většinou se měří pro určitý úsek stokového systému. Je vhodné ji vyjadřovat jako specifický přítok na jednotku délky tohoto úseku nebo plochu odvodňovaného povodí, například l/s/km nebo l/s/ha. Balastní vody se obecně vyjadřují v procentech, a to jako podíl k průměrnému bezdeštnému dennímu průtoku. Při výpočtech dimenzování nové kanalizační sítě se balastní vody stanovují odhadem, pro naše podmínky je to přibližně 10-15%.

[26] [31]

Měření mohou být na základě délky jejich pořizování dělena na dlouhodobá, střednědobá a krátkodobá. Dlouhodobá měření jsou většinou trvalá a mohou postihnout určitý vývojový trend. Krátkodobá měření mohou být pouze jednorázová a zjišťují aktuální stav. Vývojový trend zde většinou nemůže být postižen. Krátkodobá a střednědobá měření jsou prováděna zejména pro kalibraci či verifikaci pro potřeby modelování. Avšak jejich nevýhodou je ekonomická náročnost.

Sběr dat může probíhat on-line či off-line měřením. On-line měření je měřeno i vyhodnocováno v reálném čase, off-line měření je naopak vyhodnocováno až po větší časové prodlevě, kdy se provádí sběr dat a vzorku a jejich transport na místo vyhodnocení.

Pokud potřebujeme zjistit kolísavost přítoku balastních vod v závislosti na hladině podzemních a povrchových vod, srážkách a dalších vnějších vlivech, je vhodné vytvořit hydrologický model a vytvořit na něm reálný průběh pomocí dlouhodobé kontinuální simulace.

Při hledání balastních vod je často postupováno od několika větších povodí, která se poté dělí na dílčí povodí určitých úseků z nejzatíženějších povodí. [3] [4] [6] [26]

Jedním z cílů této diplomové práce je právě vyhledání a ukázka odpojení bodových vtoků balastních vod do stokové sítě. Hledanými balastními vodami jsou zde studánky, prameny a vodní toky a plochy.

2.5.1.1 Monitoring bodových zdrojů balastních vod

Pro identifikaci pouze bodových zdrojů lze využít jednoduchou metodu vpouštění kouře do kanalizačních stok a následného hledání jeho úniků. Díky této metodě se dají lehce nalézt černá napojení dešťových vod z nemovitostí. Hlavní výhodou této metody je jednoduchost jejího provedení a vyhodnocení. Další možností pro vyhledání bodových vtoků je mapový a terénní výzkum, kdy najdeme možná místa napojení z map. Jedná se převážně o rybníky a vodoteče bez zjevného odtoku. Tato místa se následně terénním výzkumem prověří. Pro toto prověření se může využít robotických kamer nebo stopovačů, převážně solí a barviv. Principem využití stopovačů je jejich přimíchání do potenciálních přítoků a následný odběr vzorku odpadní vody ze stokového systému za potenciálním vtokem. Tento vzorek je vyhodnocen na základě obsahu daného stopovače. [3] [4] [6]



Obrázek 7 – Kanalizační kamera [35]



Obrázek 8 – Kouřová zkouška [36]

2.5.1.2 Monitoring celkových balastních vod

Pro vyhodnocování přímého přítoku i infiltrace se využívá řada metod, a to empirických i experimentálních. Mnoho z nich je závislých na externích informacích o povodí, například počet ekvivalentních obyvatel, spotřeba vody v povodí, produkce specifického znečištění, existence průmyslových objektů a procesy jejich fungování.

Nejvyužívanější a nejjednodušší metodou je kontinuální či jednorázové měření průtoků v počátečním a konečném profilu vyhodnocovaného úseku. Měří se v noci, kdy je balastní voda považována za hlavní část průtoků, v menších městech se může brát jako jediná, avšak u větších měst se předpokládá nezanedbatelný průtok splaškových a průmyslových vod i v noci. Jejím výsledkem je tedy minimální bezdeštný průtok, který může být považován za průtok balastních vod pouze v menších aglomeracích.

Další metodou vyhodnocení je bilanční metoda, jejíž výsledek je však pouze orientační. Principem je dlouhodobé porovnávání objemu dodané pitné vody, fakturované zákazníkům v daném povodí, a objemu odpadní vody v konečném profilu tohoto povodí. Před porovnáním je nutné od změřených průtoků odečíst zvětšenou část objemu, která byla vyvolána srážkou. [34] [37]

2.5.1.3 Monitoring infiltrace balastních vod

Na principu směšovací rovnice funguje metoda založená na nerovnoměrnosti hmotnostního toku polutantu. Každá surová splašková voda má charakteristické složení polutantu, a pokud se smísí s infiltrovanou vodou, která má známý, často zanedbatelný, podíl tohoto polutantu, lze jednoduše z jeho obsahu v odebraném vzorku určit podíl mezi splaškovou a infiltrovanou vodou. S touto metodou nelze pracovat, pokud jsou do stoky zaústěny bodové přítoky, u nichž neznáme koncentraci polutantu a jeho množství. Pokud tyto hodnoty známe, je metoda velice přesná, a to i pro větší aglomerace, zároveň je však časově a finančně náročná. [34] [37]

2.6 Modrozelená infrastruktura

Modrozelená infrastruktura, zkráceně MZI, je nejinovativnějším řešením odvodnění urbanizovaných území, neboť neřeší rychlé odvedení odpadních a dešťových vod, ale naopak jejich zadržení bez ohrožení lidstva, majetku či přírody. Modrá infrastruktura vyjadřuje vodní prvky, jako jsou například vodní toky a plochy, a zelená infrastruktura naopak rostlinné prvky, jako stromořadí, travnaté prostory a mnoho dalších. MZI je propojením těchto dvou infrastruktur a je budována na základě harmonie a porozumění s přírodou, a to převážně ve městech, kde je tento aspekt často více či méně opomíjen. Řeší tak mnoho urbanistických i klimatických problémů. I přes jistý pozitivní vliv je MZI zahrnuta v legislativě pouze částečně a nespecifikovaně, je tedy nutná její revize. V připravovaném stavebním zákoně je alespoň zahrnuta zelená infrastruktura a v její definici je využito i prvků pro hospodaření s dešťovou vodou (zkráceně HDV).

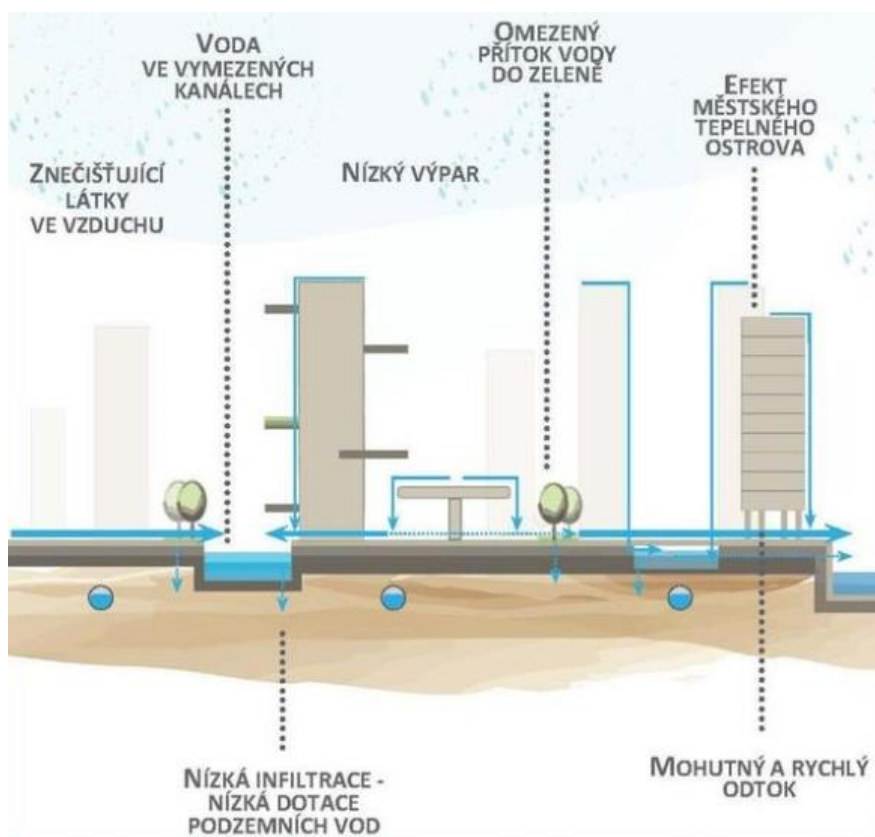
Modrá infrastruktura se snaží převážně o zadržení vody v daném území a je jedním z nástrojů pro HDV. Má zásadní vliv na koloběh vody v krajině a ochlazování a i funkčnosti zelené infrastruktury, která nemůže přežít bez řádného zásobení vodou. Ve městech není kladem důraz na zatrubňování dešťové vody do kanalizací a její rychlé odvedení, ale naopak na její využití a zadržení. Hlavním cílem je snaha o napodobení přirozených odtokových poměrů, které budou fungovat při všech druzích srážek bez ohrožení obyvatelstva.

Zelená infrastruktura v sobě obsahuje všechny rostlinné prvky, které mají většinou pozitivní vliv na život v urbanizovaných i neurbanizovaných územích. Dříve byla za hlavní užitek zeleně považována její estetika a částečně i její sociálně-kulturní vliv, jenž dopomáhal ke sdružování. Nyní je jedním z hlavních cílů zelené infrastruktury adaptace a správné začlenění zeleně do území jako prostředku ke snižování negativních vlivů urbanizace, kterými jsou extrémní teploty, nízká vlhkost, škodlivé látky v ovzduší a další. Zeleň slouží i jako protihluková ochrana a ochrana před škodlivým zářením a může být jedním z nástrojů pro zpevňování půdy a díky výparu i odvodu vody.

MZI se tedy snaží o společné řešení urbanizačních a klimatických otázek díky propojení a synergii modré i zelené infrastruktury. Pozitivní vliv na klimatické změny má díky zadržování vody a zároveň i jejímu řízenému odtoku, zvyšování hladiny podzemní vody a její čistotě a pozitivně ovlivňuje i čistotu ovzduší a teplotu. Její druhotný vliv sahá až do oblasti zdraví člověka, a to jak fyzického tak psychického. Fyzické zdraví je zlepšováno převážně zkvalitňováním celého mikroklimatu a psychické pohody lze jednodušeji dosáhnout při pobytu v přírodě podobných stanovištích, jež svou estetikou lákají i ke společenským setkáváním.

Dalším sekundárním vlivem může být i zefektivnění a lepší zhodnocení služeb. Markantní vliv má samozřejmě i na biodiverzitu, která je ve městech často snížena. Díky využití MZI je také například možné nalézt ve městech i vzácné a ohrožené druhy organismů. Všechny tyto vlivy se většinou s využitím obou druhů infrastruktur zvyšují.

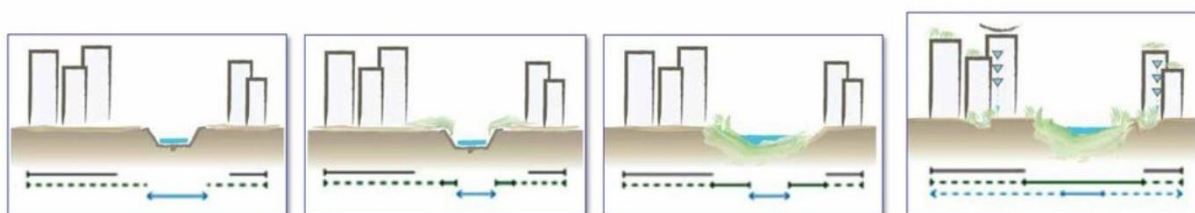
S pojmy MZI a HDV se pojí i termín šedá infrastruktura, které prezentuje stavebně-technická opatření a většinou plní pouze jednu funkci, například dopravní nebo odvodňovací. Šedá infrastruktura je také jedním z nástrojů HDV a jedná například o mobilní či permanentní protipovodňové bariéry, odvodňovací koridory nebo i samotnou stokovou síť. Protože v urbanizovaných oblastech není možné se šedé infrastruktury zcela vzdát, měla by být snaha o společnou implementaci s MZI. [7] [38] [39] [40] [41] [42]



Obrázek 9 – Absence principů modrozelené infrastruktury [43]



Obrázek 10 – Integrované principy modrozelené infrastruktury [43]



Obrázek 11 – Přejchod od oddělené k integrované modrozelené infrastruktury [43]

Aplikace principů HDV se děje prostřednictvím
decentrálních systémů
odvodnění



Obrázek 12 – Prvky HDV [43]

3 Vývoj městského odvodňování

Úkolem odvodnění měst je odvedení hlavních typů vod – dešťové, splaškové a vody z průmyslu a výroby. Prvotní a velmi důležitá etapa vývoje odvodňování bylo svedení splaškových, průmyslových i výrobních vod do příkopů a vodních toků, kam byla směřována i voda dešťová (ze začátku přirozeně a později pomocí technických prvků). V příkopech a tocích se vody smísily a zprvu se na nutnost jejich čištění nebral žádný ohled. I nyní je vztah těchto dvou vod složitý a existuje jen velmi málo soustav, u kterých je jednoduchý a ideálně vyřešený.

V praxi se stoky většinou dělí pouze na dešťové a splaškové, do kterých je svedena nejen splašková voda, ale i vody z výroby a průmyslu.

3.1 Historie a současnost

Už nejstarší obyvatelé Země měli přirozenou potřebu stavět svá obydlí poblíž vodních zdrojů, protože voda vždy byla nutná pro přežití. Se spotřebou vody se však nutně snoubí i její odvedení a zároveň i odvedení všeho ostatního odpadu. Dříve byl odpad spíše pevnějšího rázu a lidé neměli znalosti k jeho zdárnému zpracování. I přes snahu všechn odpad spálit se museli často stěhovat a zakládat nová obydlí.

Nejstarší stokové sítě vznikaly již ve starověku, jednalo se převážně o otevřené příkopy, které umožňovaly rychlý odtok dešťových vod. Postupně se do nich vpouštěly i ostatní druhy vod, převážně vody splaškové. To způsobovalo problém hlavně při vyšších teplotách, a proto se začaly problémové části stok zakrývat a následně zatrubňovat. Tímto způsobem vznikal uzavřený stokový systém. Nejstarší zmínky tohoto vývoje pocházejí již z dávné Babylonie, Ninive a Egypta.

Starověcí Řekové a Římané již měli také velké znalosti ohledně důležitosti odvodnění. Splašky z domů zámožných obyvatel byly strouhami odváděny na ulice, někdy dokonce i domy disponovaly vlastní žumpou. Pokud nebylo v domech odvodnění, tak se splašky ukládaly do nádob, které poté otroci vylévali.

Nejnámější a nejvýznamnější stoka Římanů se nazývá Cloaca maxima, která zprvu odvodňovala pouze nejstarší část Říma, později se do ní zaústěly nové stoky. Kvůli malému sklonu stok se při delším bezdeštném období stoky zanášely a znečišťovaly recipient – řeku Tiberu. Ve městě se poblíž stok stavěly i veřejné záchody, jejichž náplň byla většinou vynášena do stok. Domy na kanalizaci nebyly napojeny, a proto měly často v blízkosti vystavěnou žumpu, jež se v noci za chladného počasí vybírala.

Po úpadku Říma vývoj odvodnění stagnoval, lidé se obraceli zpět ke křesťanství a přestali se tolik starat o vlastní hygienu. Vývoj se omezoval pouze na právní předpisy, které byly vypsaný z důvodu obav z epidemií. Ty se však objevovaly jako následek dodržování předpisu, který nařizoval u všech domů zprovoznit žumpy, které nebyly správně utěsněny, a tak prosakovaly do studní.

V novověku se lidé postupně začali více soustředit na sebe než na božstva, začali klást vyšší požadavky na hygienu, pohodlí a ochranu majetku. Kvůli častým epidemiím a nepříjemnostem spojenými se srážkami se od poloviny 19. století nesoustavné systémy měnily na systémy centralizované. Byly sepsány i nové předpisy, které reagovaly na tlak novodobé společnosti.

První návrhy na centralizované systematicky plánované splaškové kanalizace vytvořil kolem roku 1840 inženýr John Roe, a tak se Anglie stala prvním státem využívajícím princip systematického centralizovaného odvádění splaškových vod. Stoky měly převážně vejčítý tvar se stálým spádem. Postupně se tyto znalosti dostaly i na evropskou pevninu, nejprve do Německa a odtud i do Čech.

Principy, o které se v této době opíraly všechny návrhy, byly až donedávna považovány za správné. Šlo hlavně o rychlé a neškodné odvedení veškerých odpadních vod stokovým systémem do čistíren a následně recipientů.

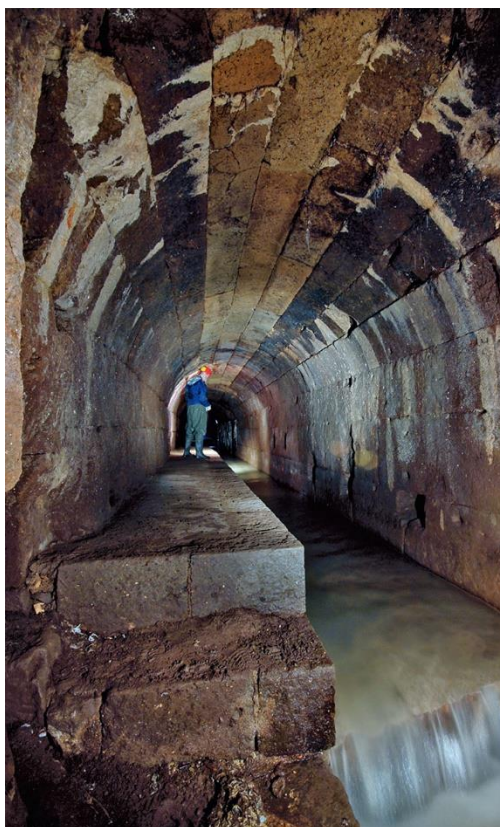
Pod pojem odpadní voda patřilo téměř vše, včetně kapalných a částečně i pevných odpadů z domácností, vod dešťových i drenážních, přetoků z kašen či pítek a všechna podzemní i povrchová voda bez ohledu na své znečištění. V tomto období se mnoho místních vodotečí zatrubnilo a staly se z nich trasy hlavních stok. Tato změna vedla k lehkému transportu pevných látek do kanalizace a jejich usazování a bylo jí napojeno mnoho bodových balastních vod. Jejich napojení nebylo chápáno jako problém, neboť zlepšovalo podmínky pro zakládání staveb. Odpadní voda ze stok byla v čistírnách zprvu čistěna pouze mechanicky, později se přidala i biologická část. Estetické i hygienické problémy postupně ustupovaly a zvětšoval se prostor pro další inženýrskou infrastrukturu. Proto zřejmě nesílil tlak pro vytvoření lepšího udržitelného systému.

Vědeckotechnický pokrok v druhé polovině minulého století dopomohl i k dalšímu pomalému vývoji odvodnění. K tomuto vývoji vedl i tlak obyvatelstva, jenž byl zapříčiněn společenskou změnou a rozvojem průmyslu. Před přelomem tisíciletí byly stokové sítě koncipované i na velké srážkové události. Většinou byly při návrhu předimenzovány a vyhověly i pro napojení nových zástaveb. Zásahy do georeliéfu a zvýšená urbanizace měla tak zásadní vliv na hydrologický režim, který se stále více oddaloval od přirozeného. Kvůli exfiltraci a poruchám na stokách se také zvýšila kontaminace podzemních vod. V čistírnách se

přidávaly části pro odbourávání fosfátů a dusíku, jež zlepšily situaci zvýšené eutrofizace. Objevily se však problémy s mikroznečištěním chemikáliemi, léčivý a dalšími denně používanými látkami.

Zvyšování nároků společnosti na pohodlí vedlo k tlaku na odborníky, který se dostal i do politické sféry převážně, a to kvůli nutnosti vyšších finančních prostředků. Tento tlak nasměroval odborníky k vytvoření nové koncepce odvodnění, která se snaží o trvale udržitelný rozvoj. Jejím hlavním principem již není rychlé odvedení odpadní i dešťové vody z území, ale naopak její zadržetí, využití a odvedení pouze nezbytného množství. V nové koncepci se na odvodnění pohlíží jako na celek, systém se posuzuje od napojení až po recipient. Do plánování se kromě technických prvků zahrnuly i vodní toky a podzemní voda. Jedním z pilířů, o který se nová koncepce opírá, je nemísení různých druhů vod a jejich využití či retence. Největší potenciál má v tomto ohledu oddělení a hospodaření s dešťovou vodou (HDV), proto se vyvinulo mnoho technických i netechnických prvků. Zároveň je snaha o zapojení modrozelené infrastruktury a využití jejího potenciálu pro udržitelný rozvoj.

I přestože je tato koncepce nová, je již na mnoha místech využívána a je funkční. Stále je však nutné ve vývoji nestagnovat. Zároveň se musí přihlížet ke všem problémům a podmínkám specificky, neboť stejná opatření často nefungují stejně ve větších a menších aglomeracích nebo i v různých zeměpisných polohách. [3] [4] [6] [7] [8]



Obrázek 13 – Cloaca Maxima [44]

3.2 Výhody a nevýhody kanalizačních soustav a MZI

3.2.1 Jednotná soustava

Tabulka 1 – Výhody a nevýhody jednotné soustavy [3]

Jednotná soustava	
Výhody	Nevýhody
Nižší náklady na výstavbu	Nutná výstavba odlehčovacích komor
Nižší potřeba prostoru	Odlehčovací komory negativně ovlivňují recipient
Jednodušší domovní odvodnění	Nutnost větších dimenzí potrubí než pro splaškovou kanalizaci
Levnější domovní odvodnění	Vyšší náklady při nutnosti čerpání
Výplach sedimentů	Kompromis při dimenzích, délkách a zahloubení úseků
Čištění části dešťové vody	Pomalé odtoky s nízkou hladinou za bezdeštného období zjednodušují usazování částic
	Výplach sedimentů pouze při srážce
	Kolísavost přítoku do čistíren
	Vyšší šance přetížení systému oproti splaškové kanalizaci

3.2.2 Oddílná soustava

Tabulka 2 – Výhody a nevýhody oddílné soustavy [3]

Oddílná soustava	
Výhody	Nevýhody
Bez potenciálního znečištění recipientu kvůli odlehčovacím komorám	Vyšší náklady na výstavbu
Menší dimenze čistíren odpadních vod	Větší potřeba prostoru
Není nutné dělat kompromisy při dimenzích potrubí, délkách a zahloubení úseků (například splašková kanalizace nemusí mít tak velkou dimenzi, protože nemusí odvést nárazová srážky)	Složitější domovní odvodnění
Stálejší průtoky	Dražší domovní odvodnění
Stálejší látkové znečištění	Bez přirozeného splachu usazených látek
Při vytopení pouze dešťová vodou	Dešťová voda není většinou čištěna

3.2.3 Modrozelená infrastruktura

Tabulka 3 – Výhody a nevýhody modrozelené infrastruktury [7] [45]

Modrozelená infrastruktura	
Výhody	Nevýhody
Neznečišťuje recipient a ochraňuje tím kvalitu vody	Složitější a dražší domovní odvodnění
Menší dimenze čistíren odpadních vod	Složitější systém
Nemísení odpadní a dešťové vody - snížení ceny za čištění a čerpání	Není uzákoněna povinnost předčištění dešťové vody
Stálejší průtoky v kanalizaci	Větší potřeba prostoru
Stálejší látkové znečištění v kanalizacích i prvcích HDV	Bez přirozeného splachu usazených látek
Ochrana před záplavami a přívalovými dešti	Nutnost zapojení odborníků z více oborů
Možnost využití dešťové vody v domácnostech i mimo ně	Při špatném provedení může naopak uškodit
Ekosystémové služby - zlepšení mikroklimatu, snížení teploty, zvýšení vlhkosti, stín, vyšší biodiverzita, zvýšení kvality ovzduší	Nutnost kontrol a udržování - zastříhávání zeleně, čištění po dešťových událostech, sekání trávy...(podle opatření)
Protihluková ochrana	Nižší unášecí rychlost v kanalizaci
Zvýšená hodnota nemovitostí	
Lidské zdraví	
Zadržuje vodu a přispívá k přirozenému odtoku	
Mohou přímo čistit dešťovou vodu	
Společensko-kulturní aspekt - socializace, estetika	
Snížení erozní činnosti	
Komplexnější systém	
Úspora úplaty za odvádění dešťových vod	

3.3 Problémy zatrubňování balastních vod

Zatrubnění balastních vod komplikuje provoz stok i čistíren odpadních vod, negativní vliv má i na okolní prostředí. První problém nastává již ve stokách a je jím dlouhodobé snížení jejich kapacity, jež se při srážce ještě umocňuje. Stoky tak musí být projektovány na vyšší průtoky, než je nutné, což stojí peníze a zabírá prostor. Kvůli přímému napojení se do stok dostává i více pevných látek, které zabírají část zbylé kapacity.

Aby při srážce nedošlo k přetížení čistíren odpadních vod, jsou na stokách budovány odlehčovací komory. Ty fungují na principu rozdílných hustot. Dešťová voda, která se ve stokách dostane do kontaktu s odpadní vodou, se jí sama stává. V odlehčovacích komorách jsou nerozpuštěné látky větších frakcí sunuty po dně, a tak voda s látkami menších frakcí přepadá do odlehčovacích stok. Těmi je odváděna do recipientu a i přes její nižší znečištění a naředění je pro recipient závadná, což lze dokázat i díky odběrům vzorků vody z recipientu.

Čistírny odpadních vod se obvykle dimenzují přibližně na dvakrát vyšší průtoky, než jsou obvykle očekávány. Díky vyššímu dimenzování a odlehčovacím komorám není hydraulické zatížení velkým problémem. Pokud bychom však byli schopni odpojit většinu balastních vod, čistírny by se nemusely projektovat na několikanásobně vyšší kapacity, což by mělo pozitivní vliv na peněžní toky, nutnost prostoru a další.

Při srážce se kvůli vyšším průtokům do čistíren dostává více pevných látek. V mechanické části čištění je nutné odstranit mnohonásobně více shrabků, písku a šterku, což by mohlo komplikovat fungování dalších částí. Látkové a teplotní změny způsobují méně účinné biologické čištění. Velkým problémem jsou i vyšší nároky na čerpání související s vyšším průtokem. Zároveň i samotné zatrubnění toků představuje peněžní výdaje a ztrátu jejich ekosystémových služeb.

Problémem, který je umocněn i velkou urbanizací, je změna hydrologických poměrů, odříznutí zatrubněných vodotečí od podzemní vody a kvůli tomu i pokles hladiny podzemní vody. Ekologickým problémem je snižování přirozených stanovišť organismů.

Princip zatrubňování balastních vod do jednotné kanalizace je neudržitelný, a proto je nutné celý tento koncept přehodnotit a změnit. Zatrubňování bylo nejvíce aktuální na konci minulého století, nyní se odborníci snaží spíše o jejich odtrubňování nebo alespoň oddělování od ostatní odpadní vody. Tento trend koresponduje i se stále více využívanou modrozelenou infrastrukturou. [4] [6] [46]



Obrázek 14 – Zanesená stoka [47]



Obrázek 15 – Odlehčovací komora [48]

3.4 Možnosti řešení

Možností řešení je mnoho a zcela závisí na potenciálu lokality. V současnosti existují dva hlavní směry řešení. Prvním z nich je odvedení vody z lokality s následným zaústěním do toku nebo využitím mimo lokalitu. Druhým směrem je využití vody přímo na místě. Pro odvedení odtoku se musí počítat s potřebou využití liniového prostoru a pro využití odtoku na místě naopak s větším prostorovým využitím. Zároveň je pro odvod odtoku nutné vymyslet přijatelná zaústění a pro místní využití vyhodnotit provoz při vyšších přítocích a možnosti odtoku nadlimitního objemu vody.

Téměř vždy je lehčí realizace projektu na pozemcích, které nejsou vlastněny soukromými subjekty. Lze se tím vyhnout mnoha právním nezbytnostem, jako je například vytvoření věcného břemene či odkupu pozemků.

Stejně jako při každé projekci bychom se měli snažit využít potenciál vody co nejvíce a ideálně s co největšími kladnými vlivy na okolí, musíme také myslet na budoucnost a možné změny okolních lokalit i lokality samotné. Pokud například budujeme novou dešťovou kanalizaci, napojení stávajících dešťových vod by mělo být samozřejmostí a zohlednit by se mělo i napojení dešťových vod z eventuální budoucí zástavby.

Vždy je třeba si uvědomit skutečnost, že nyní je dešťová voda podle zákona hygienicky nezávadná, což v praxi tak zcela neplatí, a proto je žádoucí, aby byla před jejím využitím dostatečně předčištěna.

Při projektování vždy musíme přepočítat potřebné dimenze, objemy a všechny technické parametry, protože se mohou kvůli změně využívání změnit. Nemělo by se také zapomenout na vyhodnocení všech kladných i negativních vlivů na okolí. [3] [4] [6] [7]

3.4.1 Odvedení vody z lokality

Využívanými eventualitami odtoku jsou zaústění do nové či stávající dešťové kanalizace, za přepad odlehčovací komory či do vodního toku.

3.4.1.1 Povrchový odtok

Odtok je možné vést povrchově, což může mít pozitivní vliv na ekologii i sociální aspekty. Je však nutné povrchový odtok projektovat smysluplně, a to převážně ve vztahu k ekologii a možnostem života různých druhů organismů, estetiky či rekreačnímu potenciálu.

3.4.1.2 Podpovrchový odtok

Pro podpovrchový odtok je možná projekce nových stok, které je příhodné projektovat i pro odvod dešťových vod z okolní zástavby, nebo přepracování jednotné kanalizace na dešťovou.

Pro toto řešení je nutné vyhledat možnosti přepojení stávajících přípojek a zajistit, aby stávající dimenze vyhovovala změně využívání stok. Pokud je v dostupné vzdálenosti odlehčovací stoka, můžeme ji pro odtok dešťové vody také využít, a vodu tak odvést bez nutnosti nové infrastruktury. [3] [4] [6] [7]



Obrázek 16 – Ukázka odvedení vody – Mariánský pramen [49]

3.4.2 Využití vody v lokalitě

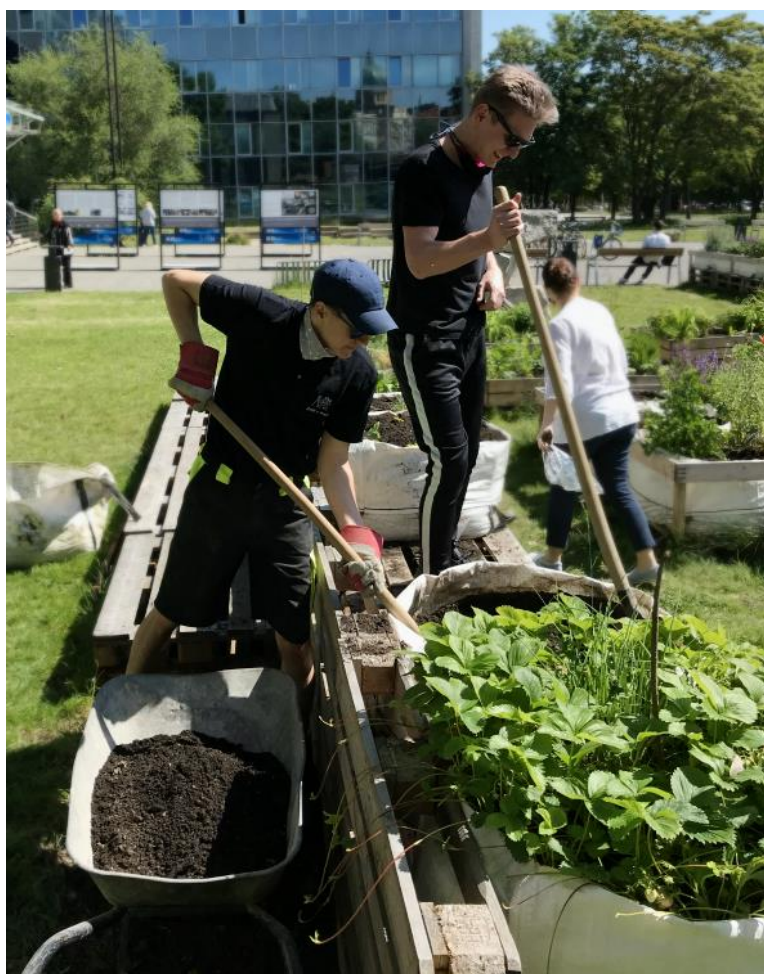
Na místě lze vodu využít pro infiltraci a nasycení půdy, zálivku okolních pozemků nebo jako vodní prvek, který láká k pobytu lidí. Ten je vhodné využít, pokud vodu potřebujeme akumulovat. Akumulační nebo retenční nádrže mohou být i podpovrchové. U povrchového využití je jedním z hlavních činitelů výpar vody do ovzduší, což má mnoho pozitivních vlivů na život, a to zejména v zastavěném území. [3] [4] [6] [7]



Obrázek 17 – Vodní prvek – vodní mlýnek [50]



Obrázek 18 – Retenční povrchová nádrž [51]



Obrázek 19 – Rekonstrukce komunitní zahrádky v Dejvickém kampusu [52]

3.5 Úskalí při realizaci opatření

Úskalí, která je nutno při projektování a výstavbě řešit, jsou technického i netechnického rázu. Stát již není zodpovědný za organizaci vlastní vodohospodářské politiky, takže se roztržila mezi menší celky. Tento postup dopomáhá chaosu a nekonceptnosti, jenž je zapříčiněn absencí systémového přístupu a malou koordinací mezi subjekty. Stát by se měl zabývat i nejednoznačností legislativy, kterou čte mnoho subjektů odlišně, a vznikají tak pak spory při projekci, realizaci i užívání. Developerské výstavby mohou být někdy ukázkou různých možností čtení legislativy. Cílem investora je zisk, a tím jsou ekosystémové služby často opomíjeny. V projektech se často využívá pouze minimum nutné pro právní obhajitelnost.

V návrzích odtrubňování balastních vod se většinou řeší i nové využití prvků MZI, které je pro společnost stále novinkou. Občané jsou často zváni k diskuzím, kdy je vidět jejich strach a nedůvěra v nová řešení. Osvěta v tomto tématu již probíhá, avšak není ještě aktuální ve všech vrstvách společnosti. Častými argumenty jsou obava z rozmnožení nežádoucích organismů, například komárů, bezpečnost, ztráta parkovacích míst nebo vyšší zastínění. Většina z nich však není na místě a při kvalitním zpracování se jim lze vyhnout. Projekt spojující úpravu terénu s odtrubněním může zabránit i budoucímu znehodnocování úprav nad potrubím při jejich renovacích či sanacích.

Pravděpodobně největším úskalím jsou finanční náklady na realizaci a na údržbu. Je nutné mít počáteční kapitál, který může být mimo možnosti případného investora. Jako východisko tak může být využití dotačních programů, začlenění úpravy jako součásti větších projektů nebo využití potenciálu peněžní návratnosti. Pro lepší peněžní návratnost můžeme vodu retenovat, akumulovat a znovu využívat. Díky odtrubnění se lokalita často stává estetičtější a příjemnější pro pobyt, což zvyšuje potenciál a hodnotu okolních služeb.

Technické bariéry jsou většinou zapříčiněny odlišnými principy projektování odvodnění u šedé infrastruktury a prostorové zahlcenosti urbanizovaných území. Obrubníky často zamezují lehkému odtoku vody, avšak kvůli jejich ochranné a vodící funkci je nelze odstranit. Možným řešením jsou vpusti v obrubnicích do prvků HDV nebo vynechaný krátký odtokový koridor. Při návrhu či rekonstrukci pozemních komunikací a ploch je výhodné spádovat do ploch zeleně nebo jiných prvků HDV. Současný stav spádování je podřízen principu rychlého odtoku kanalizací.

Prostorový problém je vidět při kolizích s povrchovými či podpovrchovými sítěmi, jimiž jsou často prostory nekoordinovaně protkány. Pro eliminaci lze do budoucna využívat prvky společného trasování sítí, které mohou odděleně odvádět a retenovat zvětšený odtok dešťové

vody. I ostatní prvky HDV jsou často prostorově náročné a v urbanizovaných územích je pro ně nutné tento prostor vyčlenit. Zelená infrastruktura však svůj účel nemůže plně rozvinout, pokud nemá prostor pro správné prokořenění s dostupností nejen vody, ale i vzduchu a živin.

Překážkou je také charakter podloží a okolní zastavěnost. Pokud má podloží špatné vsakovací vlastnosti, může zapříčinit povrchovou retenci bez možnosti vsaku. U podloží s velkým vsakovacím potenciálem je naopak třeba dát pozor, aby změna hydrologického režimu neohrozila okolní stavby.

Vlastnosti podloží se mohou časem měnit, a to převážně kvůli zimní údržbě a posypovým materiálům, které jsou s vodou zasakovány do půdy. Voda z více znečištěných povrchů, pak může ohrozit půdu i vodu v recipientu, je tedy nutné její předčištění v závislosti na formě jejího látkového obsahu.

Obecně by se mělo využívat více propustných nebo polopropustných prvků. V památkových oblastech může být předepsán požadavek na různá množství zpevněných a nezpevněných povrchů a diskuze s odborníky často přináší lepší výsledky a spokojenost. [7] [53] [54] [55] [56] [57]



Obrázek 20 – Prostor kořenů stromů nutný pro jeho růst [58]

4 Území hlavního města Prahy

Území je samostatným krajem a vodohospodářskou infrastrukturu zde zabezpečují společnosti Pražské vodovody a kanalizace, a.s., a Pražská vodohospodářská společnost, a.s.

Celé území je velmi urbanizované, což ovlivňuje výskyt hledaných vodních prvků. Urbanizace má také vliv na možné zanikání, přemístování nebo vznik zdrojů.

4.1 Historický vývoj odvodnění území hl. m. Prahy

Středověký vývoj odvodnění byl v Čechách obdobný jako ve zbytku Evropy. Splašky byly vypouštěny na ulice, odvodňovací kanály a žumpy měli pouze zámožné rodiny a celkově se o hygienu tolik nedbalo. Za Karla IV. se poměry částečně zlepšily, avšak epidemie se, z důvodu neznalosti a kontaminaci studen, i přesto v Čechách objevovaly. Až za vlády Rudolfa II. byly sepsány předpisy o čistotě ulic a vynášení odpadu na břehy Vltavy. Po jeho skonu byl roku 1621 ustanoven i první dozorce nad čistotou města a později se zbudovaly první klenuté stoky pro odvodnění několika kostelů. Všechny splašky proudily bez čištění rovnou do Vltavy.

První rozvoj pražské kanalizace začal až koncem 18. století. V první polovině 19. století se o výrazný rozvoj zasloužil purkrabí Chotek, který vystavěl 44 kilometrů stok, které však byly stále bez čištění zaústěny do Vltavy.

Snahy o vybudování moderní stokové sítě se datují na konec 19. a začátek 20. století, kdy byly i zmapovány stávající stoky. V tomto období nebyla Praha jediným městem, které se snažilo vyřešit otázku zkvalitnění odvodnění a hygieny. Z důvodu neuspokojivého stavu stávající kanalizace byla Prahou vypsána soutěž na zhotovení komplexnějšího odvodnění Prahy a i okolních obcí. Do této soutěže bylo roku 1885 přihlášeno pět projektů, ale žádný bohužel nevyhovoval zadání soutěže a potřebám města, proto byla roku 1886 založena kanalizační kancelář a byl vytvořen nový program odvodnění. V roce 1891 byl, po vyzývání různých odborníků napříč Evropou, předložen projekt dr. Hobrechta a ing. Kaftana, ale ten byl zrušen z důvodu nesouhlasu veřejnosti ohledně postupu jeho zadávání. Následkem nelibosti počínání městské rady se jejich dva městští inženýři přes nesouhlas nadřízených pustili do projektování bez nároku na honorář. Z politických důvodů nemohli být projekty inženýrů Václavka a Ryvoly přehlíženy a pro jejich vyhodnocení byl povolán William H. Lindley. Jeho rozhodnutí však bylo negativní pro oba projekty, ale sám se nabídl k vypracování projektu nového a dostal tak možnost zmodernizovat pražskou kanalizační síť.

V roce 1892, i přes všeobecnou nelibost a nepřízeň, odstartoval Lindleyho projekt odvodnění Prahy a okolí, první smlouva s Lindleym byla mnohokrát prodlužována. Novinkou pro Pražany

byla absence zpětného zaplavování a funkčnost odvodnění i při povodních. Toho se Lindleymu povedlo docílit díky dvěma kanalizačním pásmům. Veškeré stoky byly z cihel i přes odpor betonářských firem. Odpadní voda byla sváděna čtyřmi kmenovými stokami A, B, C a D do mechanické čistírny v Bubenci, která byla pro tento účel nově vystavěna a fungovala do roku 1967. Voda čistírnou protékala přes hrubé mřížoví, ze kterého byly shrabky odstraňovány ručně, do lapáku písku a znovu přes mřížoví, tentokrát jemné. Pevné částice byly dopravovány do pračky písku, kde byl oddělován velice cenný kal, který byl následně plaven kalovými loděmi a prodáván. Odpadní voda byla poté mechanicky sedimentována v dalších deseti nádržích s kalištěm v nejnižším místě, ze kterých odtékala dvěma stokami do Vltavy. V čistírně bylo také zařízení pro přidání chemikálií podporující sedimentační proces. Takto vypadal stav pražského odvodnění v roce 1906, kdy byla čistírna otevřena.

Po výstavbě čistírny se objevily námitky zdravotního znalce dvorního rady Pelce, které však Lindley odmítal. Šlo převážně o přidání oxidačních nádrží a změně mřížoví na pohyblivé česle. Lindley svůj projekt obhajoval splněním všech bodů smlouvy a tím, že stávající čistírna je nejlepší možné zařízení pro čištění vody dané doby.

Významnou roli v pražském odvodňování hrál Lindley do roku 1909, kdy svou pozici předal Emanuelu Heinemannovi. Lindley se bezesporu zasloužil o vzestup města Prahy a to nejen v oblasti odvodnění ale sekundárně pomohl rozvinout pražské cihlářské odvětví, které se stalo nejlepším v celé říši české a částečně i německé. Lindleyho odkaz je stále přítomný a jeho stokový systém, i když modernizovaný, využíváme dodnes. Kapacita čistírny byla již tehdy předimenzována a byla schopná vyčistit 180 000 m³ splašků za den, což teoreticky odpovídalo 1.3 milionu ekvivalentních obyvatel.

V období po odchodu Lindleyho z Prahy bylo úkolem kanalizační kanceláře pokračovat v projektech zanechaných Lindleyem a pokoušet se o modernizaci a zlepšování stavu kanalizační sítě a čistírny odpadních vod, aby Praha mohla zůstat v předních příčkách v odvodňování v Evropě. [6] [8]

Zvyšování počtu napojených obyvatel i odvodňovaného území mělo za následek výrazné zvětšení stokové sítě, které ovlivňovalo Lindleyovu koncepci. Byl proto roku 1925 vytvořen nový generel odvodnění inženýrem Máslem. Generel se zabýval kapacitní otázkou stávající pražské stokové sítě, převážně staroměstské shybky. Do výpočtů byl zahrnut i další předpokládaný nárůst napojených obyvatel. Výsledkem byla dostatečná kapacita stok, ale nedostatečná kapacita čistírny v Bubenci. Jako řešení nekapacitní čistírny navrhl inženýr Máslo výstavbu dvou nových čistíren a to v Řeži a u vyústění Botiče do Vltavy. Ani jeden z návrhů

nebyl realizován, ale čistírna na ústí Botiče byla po projednání nahrazena vybudováním shybky pod Vltavou do sběračů na Smíchově.

Od roku 1927 probíhala první modernizace čistírny v Bubenči, šlo o zvýšení čistící kapacity. V objektu byla vybudována i laboratoř pro zkoumání vzorků a jejich zkoumání a působení na recipient. Bioplyn, který při pokusech s vyhníváním kalu vznikal, ohříval užitkovou vodu pro pracovníky. V roce 1933 byla vyhlášena soutěž na generální projekt pražských čistíren. Všech patnáct návrhů však bylo zamítnuto.

Paralelně s nárůstem urbanizace a stokové sítě bylo zatrubňováno i mnoho místních toků, často byly stoky vedeny přímo jejich korytem a jejich potenciál, který dnes vidíme, byl zcela ztracen. Přesná historická poloha těchto toků je často velice těžce dohledatelná a i stoky, kterými jsou vedeny lze pouze hádat z jejich polohy. Tento jev byl ještě umocněn prudkou výstavbou panelových domů v padesátých letech, z toho důvodu musela být znovu zvětšována i stoková síť.

Nápor zvýšeného odtoku splaškových vod již nebyla čistírna v Bubenči schopna zpracovat, i přestože roku 1947 prošla další modernizací. Část nevyčištěné vody tak musela být rovnou odváděna do Vltavy. Proto se v roce 1954 rozhodlo o výstavbě nové Ústřední čistírny odpadních vod hl. m. Prahy (ÚČOV) na Císařském ostrově, tedy vedle staré čistírny v Bubenči.

Nová ÚČOV byla plně otevřena roku 1967 a stará čistírna v Bubenči se naopak uzavřela. ÚČOV již disponovala nejen mechanickou částí, ale i částí biologickou. Zároveň bylo ve Drastech vybudována kalová pole a výtlačné spojovací potrubí pro přepravu kalu z čistírny.

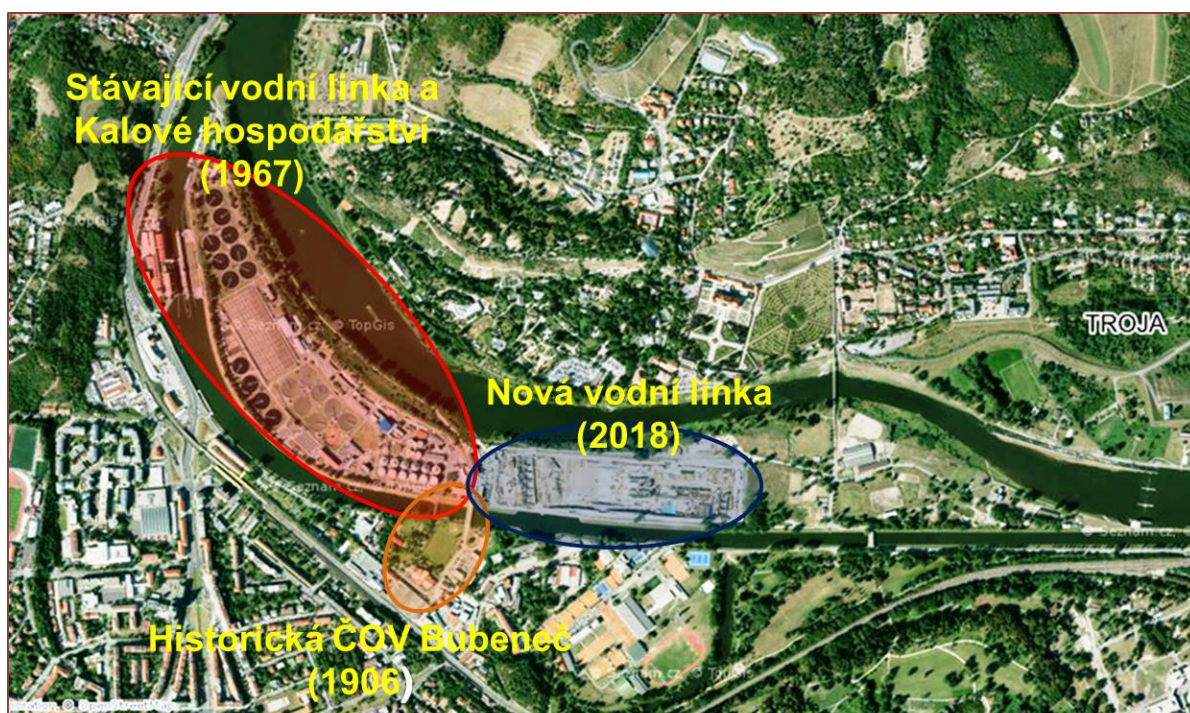
I přestože měla ÚČOV vyřešit problém malé kapacity již při otevření nebyla biologická část dostatečná a proto se část odpadní vody stále čistila pouze mechanicky. Tato skutečnost měla být opravena intenzifikací ÚČOV a výstavbou nové čistírny v Hostíně u Mělníka, která se ale nikdy neuskutečnila. Druhá intenzifikace ÚČOV nastala až v letech 1994-1997 po předání odpovědnosti za pražské vodovody a kanalizace městu. Nově se v ÚČOV vystavěly dosazovací nádrže, hloubková regenerační nádrž na biologický kal a další. Problém však nastal při následném zvětšení množství kalu, které měla být zajištěna v další etapě zkapacitnění kalového hospodářství, která se však neuskutečnila. Provozní schopnost ÚČOV byla zajištěna instalací nových opatření, jako jsou odvodňovací odstředivky a další. Do budoucna však bylo jisté, že ÚČOV nezvládne vyčistit všechna další výhledová napojení, zvětšený objem odpadní vody a zároveň i poptávku po vyšší úrovni čištění.

Největší úskalí ve výstavbě nové čistírny bylo v majetkových poměrech území. Vybrané projekty proto byly vybrány převážně na základě umístění než na velikosti investice. Po srpnové

povodni v roce 2002, které poškodila ÚČOV natolik, že biologická část byla znovuobnovena až koncem roku, se v těsné blízkosti naskytl prostor, který bylo možné využít.

Prostor byl využit pro stavbu nové vodní linky a stávající čistírna byla zrekonstruována. Nová vodní linka měla mít mechanickou, biologickou i chemickou část a měla dodržovat vyšší emisní limity. Projekt nové vodní linky byl zkušebně zahájen v roce 2018. Čištění pražské odpadní vody je tak rozděleno mezi starou a novou vodní linku, které obě využívají stejné kalové hospodářství.

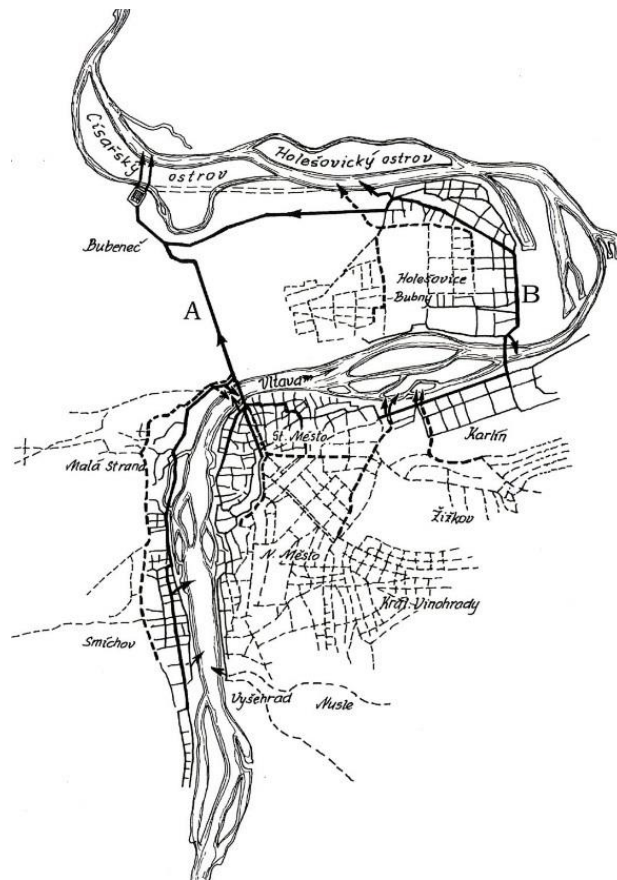
Okrajové části Prahy mají často pobočné čistírny odpadních vod, kterých bylo v roce 2021 dvacet, Za tento rok vyčistili 8% z celkového množství odpadních vod. [59] [60] [61] [62] [63] [64]



Obrázek 21 – Uspořádání ČOV v Bubenci a na Císařském ostrově [64]



Obrázek 22 – William H. Lindley [59]



Obrázek 23 – Historické schéma pražské kanalizační sítě – soustava A-B [63]

4.2 Současný stav stokové sítě hl. m. Prahy pro rok 2021

Jedním z problémů současné stokové sítě je nevyhovující stav menších toků způsobený srážkovým odtokem z odlehčovacích stok a černými výustěmi. Problémem je jejich malý průtok, který má nízkou kvalitu vody. Smíchání s velkým množstvím nevyčištěné odpadní vody má za následek enormní zhoršení kvality a možné vybřežení.

Množství odpadní vody bylo v roce 2021 necelých 119 tisíc m³. Z toho bylo 54% vyčištěno novou vodní linkou, 38% starou vodní linkou a 8% pobočnými čistírnami.

Přibližné průměrné stáří pražské kanalizační sítě je 39 let, až 282 km je však starší než 90 let. Nejvyšší průměrné stáří mají zděné stoky a odpovídá 74 let.

V tabulce 4 vidíte stav stokové sítě hl. m. Prahy v roce 2021.

Tabulka 4 – Stav stokové sítě hl. m. Prahy v roce 2021 [60]

Počet napojených obyvatel	1,3 mil
Celková délka stok	3 742 km
Počet kanalizačních přípojek	125 819 ks
Délka kanalizačních přípojek	1 018 km
Počet čerpacích stanic	335
Počet pobočných čistíren	20
Množství vyčištěné vody za rok	118 978 656 m ³

5 Cíle práce

Tato diplomová práce má dva hlavní cíle. Prvním cílem je katalogizace všech pramenů, studánek a zatrubněných vodních toků a ploch na území hlavního města Prahy a zjištění jejich charakteristik. Tento cíl bude vyjádřen mapovým podkladem v Geografickém informačním systému. Druhým cílem je studie návrhu řešení vybraných lokalit, které jsou zatrubněny do jednotné kanalizace. Pro návrh řešení problémových lokalit jsem vybrala bezejmennou vodoteč v parku Willyho Brandta a studánku Topolka.

Pro dosažení těchto cílů je nutné vytvořit metodiku, podle které jich lze dosáhnout. Dílčí kroky vyhodnocování jsou podrobně rozepsány v kapitole „6. Metodika“ a jsou jimi sběr podkladů daného území, katalogizace, výběr problémových lokalit, výběr lokalit pro návrh řešení, zhodnocení místních podmínek, návrhy řešení a srovnání řešení a doporučení.

6 Metodika

6.1 Obecný popis

Metodika obsahuje kroky potřebné ke kvalitnímu zpracování cílů této diplomové práce.

Výsledkem kategorizace je mapová vrstva v Geografickém informačním systému (dále pouze GIS) Pražské vodohospodářské společnosti, a.s., kde jsou jednotlivé prvky vyznačeny a barevně a znakově odděleny, a její tabulkové vyjádření.

Nejprve je nutné stanovit specifika, kterými budou zdroje popsány. Tato část je rozepsána v kapitole 6.2 Hlavní charakteristiky. V dalším kroku je nutné nalézt a popsat zdroje v daném území, tento krok je obsažen v kapitole 6.3 Sběr podkladů daného území. Tyto podklady se zapíší do tabulky, která je následně převedena na mapovou vrstvu. V té se dle druhu a zaústění zdroje barevně a tvarově odliší. Výsledná mapa je konzultována s mnoha institucemi. Hlavním spolupracovníkem je společnost Pražská vodohospodářská společnost, a.s., které budou výsledky předány.

Pro vytvoření studií je nutné vybrat z problémových zdrojů ty, které jsou pro tento účel nejvhodnější. U těchto zdrojů zhodnotíme místní podmínky a na jejich základě navrheme různé varianty řešení. Tato řešení musíme vzájemně porovnat cenově i na základě jejich přínosů. Výsledkem studie je pak doporučené řešení, které je podle daných parametrů nejoptimálnější.

6.2 Hlavní charakteristiky

Nejdříve je nutné stanovit si hlavní charakteristiky prvků. V této kapitole vysvětlím tyto charakteristiky a jejich důležitost v dané problematice.

Charakteristik může být nespočet, vyhodnocovány jsou proto pouze ty, které jsou relevantní pro řešený problém - kategorizaci. Vybrané charakteristiky zahrnují umístění polohové i výškové, zaústění, vydatnost a další názvy.

Dalšími charakteristikami mohou být například hygienická nezávadnost vody, druh geologického podkladu, stáří vody a mnoho dalších, které mohou být důležité pro návrhy odtrubnění, ale v prvotní kategorizaci zahrnuté nejsou.

6.2.1 Umístění

Bez umístění by se dané prvky nedaly převést do mapové vrstvy, která je jedním z výstupů, a nemohly by být zpětně lokalizovány.

U každého prvku je uvedeno katastrální území a parcela, na kterých se nachází, což je výhodné zejména pro zrychlení orientace v území nebo pro terénní výzkum. V terénu je často jednodušší dostat se na přibližné místo vodního prvku díky parcelnímu číslu a teprve poté vyhledat prvek přímo na místě. Není tak nutné přitom využívat GPS navigátorů.

Pro každý prvek je také zaevidována nadmořská výška terénu, která je vyvozena z různých zdrojů. U studánek je to terén v místě této stavby, u pramenů je to místo vývěru podzemní vody a u vodních ploch a toků je to nadmořská výška terénu v zaústění. Bylo využito dříve zjištěných výšek a různých mapových podkladů.

Pro vytvoření mapové vrstvy je každý prvek popsán hodnotami x a y v Křovákově zobrazení.

6.2.2 Zaústění

Zaústění je hlavní parametr pro výběr prvků, které by mohly či měly být odtrubněny. Zaústění je převážně do potoků, různých druhů kanalizace, ale také případy bez jakéhokoli zaústění. Popis zaústění je v takových případech nazván jako „bezodtoké“. Pro většinu zaústění je přidán i detailnější popis.

U odtoku do potoka je popsán jeho název, popřípadě další tok, do kterého ústí. U specifikace vyústění do kanalizace jde hlavně o přesnou lokaci napojení. U zaústění do dešťové kanalizace je uváděno i její vyústění, a pokud je tato kanalizace zaústěna do jednotné, je celkové zaústění vyhodnoceno jako jednotná kanalizace.

6.2.3 Vydatnost

Vydatnost je důležitá převážně pro výpočty při napojení do kanalizace nebo pro možnosti zásobování touto vodou. Její stanovení je však nejsložitější, protože je často závislá na srážkách a využití okolí. Je také nejméně stálou veličinou, a to nejen v průběhu roku, ale i při porovnávání roků mezi sebou. Často se stává, že některé prvky mohou vyschnout, nebo se naopak objevit, proto je důležitá jejich aktualizace a informace o kolísavosti.

6.2.4 Další názvy

Mnoho prvků má různé názvy a často není jasné, který je prvotní. Většina prvků má nějaký lokální název, pod kterým je znám v blízkém okolí i přesto, že historicky se daný prvek nazýval jinak. Pro lehčí rozeznání je tedy vyhledáno co nejvíce používaných názvů.

6.3 Sběr podkladů daného území

Pro prvotní sběr podkladů jsem využila zejména tři webových stránek, z kterých jsem vyhledala veškeré záznamy o pražských pramenech a studánkách, a vytvořila pro ně tabulku v aplikaci Excel. Ke každému záznamu jsem se postupně pokoušela vyhledat všechny charakteristiky a vložila je do tabulky. Důležité bylo i párování záznamů z různých zdrojů, aby se záznamy neduplikovaly.

První stránka, ze které jsem čerpala informace, byla stránka www.praha-priroda.cz. Tato stránka je spravována přímo Hlavním městem Prahou a u řady studánek a pramenů je přidán i popis charakteristik, z kterých jsou pro tuto práci důležité převážně informace o vydatnosti a poloze. Také je ke každému záznamu přidána fotografie, jež mi pomáhala k úspěšnému párování záznamů mezi odlišnými zdroji. [zdroj praha-priroda]

Druhou webovou stránkou byla stránka spravovaná Odborem městské zeleně a odpadového hospodářství Magistrátu hlavního města Prahy, www.portalzp.praha.eu. Zde byly informace k záznamům obdobné, avšak často starší. [zdroj portalzp.praha]

Poslední webovou stránkou, kterou jsem využívala k prvotnímu sběru podkladů, byla stránka provozovaná organizací Mladí ochránci přírody, z.s., www.estudanky.eu. Do této webové stránky mohou přidávat své poznatky všichni registrovaní uživatelé, je zde tedy kromě základních charakteristik často přidán i komentář některých uživatelů. [zdroj estudanky]

Po zpracování webových zdrojů jsem prohledala také různé tištěné zdroje, z kterých byl nejprínosnější sešit vydaný Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka v Praze. Nazývá se *Prameny a vodovodní štolý na území Prahy* a jeho autorem je RNDr. Jaromír Veger CSc. [zdroj *Prameny a vodovodní štolý na území Prahy*]

Pro nález zatrubněných vodních toků a ploch jsem prvotně využila mapový podklad vodstva v aplikaci GIS, jež mi poskytla společnost Pražská vodohospodářská společnost, a.s., (dále jen PVS). Každý vodní tok, který nebyl zaústěn do jiného toku, jsem přidala do tabulky a pokusila se k němu nalézt stejné charakteristiky jako u studánek a pramenů. U vodních ploch jsem využila stejný mapový podklad a vybrala větší vodní plochy, které neměli viditelný odtok.

Pro zjištění vyústění mi byl umožněn přístup do GIS vrstvy kanalizačních stok, ve které jsem mohla vidět možná zaústění prvků do kanalizačního systému a mohla jsem určit druh kanalizační stoky i její odtok.

6.4 Katalogizace

Když jsem měla prvotní sběr dat hotový, tabulku jsem s pomocí pracovníků PVS převedla do aplikace GIS jako novou vrstvu. Tuto vrstvu jsem postupně editovala přidáváním nově nalezených prvků či zpřesňováním charakteristik již zaevidovaných prvků.

Editaci vrstvy jsem dělala po konzultacích s pracovníky různých společností. První konzultace probíhala s pracovníky PVS, kteří mi pomohli se schůzkami s dalšími společnostmi. Tyto společnosti byly Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Odbor ochrany prostředí Magistrátu hlavního města Prahy a Lesy hlavního města Prahy. Se všemi oslovenými společnostmi jsme se domluvili i na budoucí spolupráci při zjišťování nových studánek, pramenů a vodních toků a ploch. Poskytla jsem jim i mapovou vrstvu, aby mohly zjistit možné nepřesnosti či omyly.

6.5 Výběr problémových lokalit

V mapové vrstvě bylo barevně odlišeno zaústění do jednotné a dešťové kanalizace a znakově byl odlišen druh záznamu. Tím byla velice přehledně zvýrazněna problémová místa, která se vyskytují u napojení prvků do jednotné kanalizace.

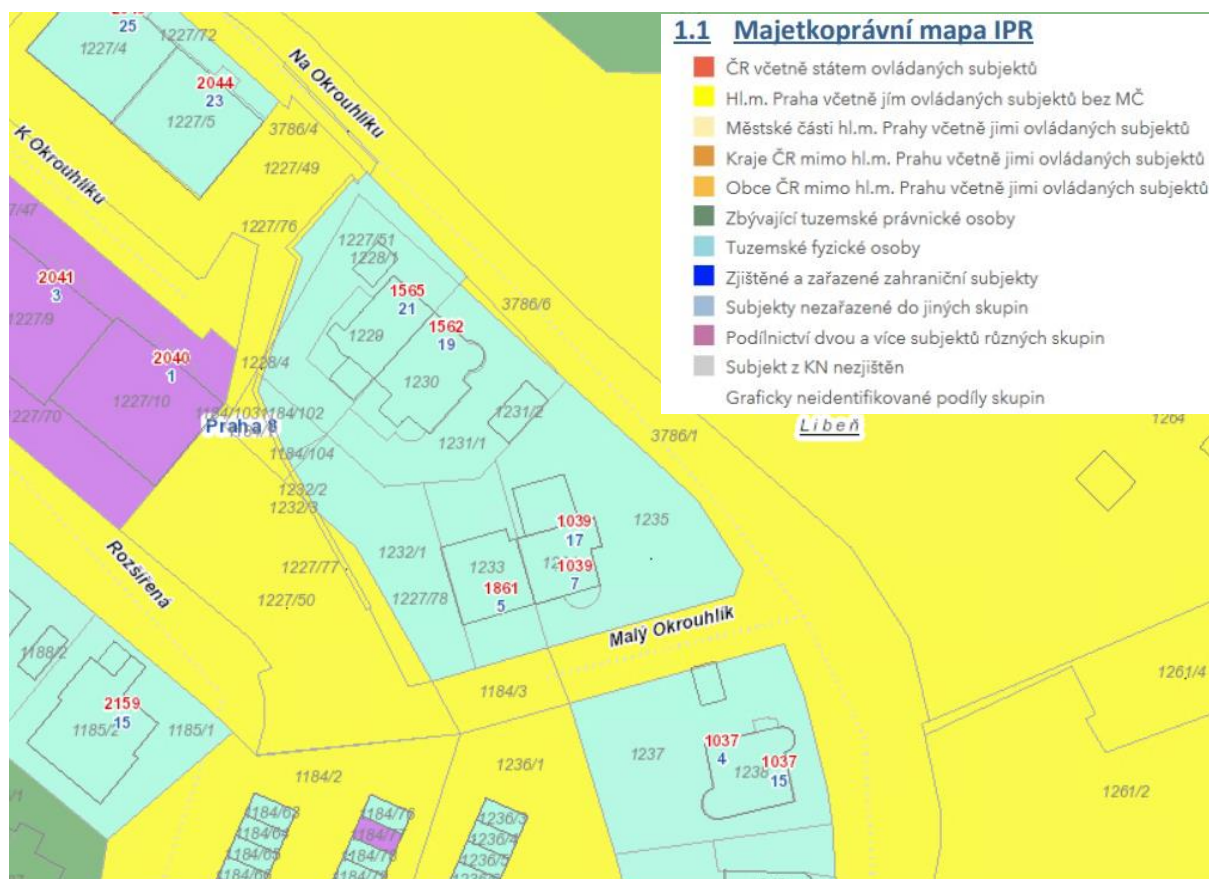
6.6 Výběr lokalit pro návrh řešení

Výběr lokality jsem konzultovala s pracovníky z PVS. Hlavním principem výběru bylo nevybrat lokalitu, pro kterou již byla studie provedena nebo se provádí. Dalším aspektem výběru byla má osobní zkušenost s danou lokalitou. A poté také prvotní odhad možnosti realizace, u kterého jsem zohlednila finanční a prostorová skutečnost.

6.7 Zhodnocení místních podmínek

Po výběru lokality je nutné zhodnotit její podmínky a možný potenciál jejího využití. Nejprve je výhodné vyhledat možnosti napojení na tok nebo různé druhy stok, poté prostorové

možnosti výstavby odtoku, a to jak povrchového, tak zatrubněného. Prostorové možnosti mohou být popsány nejen nadzemní zastavěností lokality, ale i tou podzemní, tedy popis polohy inženýrských sítí. Důležité je i zjištění možnosti výstavby retenčních, akumulčních nebo vsakovacích nádrží. Pro možnosti zasakování je nutné stanovit druh a nasycenost podloží, přítomnost ekologických zátěží, stabilitu a zároveň i možnosti vsakování s ohledem na využití okolních pozemků, jejichž potenciál a druh by měl být zaznamenán také. Důležité je též zjistit majetkové poměry v lokalitě, které nás mohou nasměrovat na výhodnější řešení, a tak zlehčují vyhodnocení jejich reálné proveditelnosti (viz obrázek 24 – Ukázka majetkoprávní mapy v oblasti studánky Okrouhlík). Pro možnosti všech propojení je potřeba vyhodnotit prostorovou, výškovou a vlastnickou proveditelnost tras, po kterých by se dané propojení mělo realizovat.



Obrázek 24 – Ukázka majetkoprávní mapy v oblasti studánky Okrouhlík

6.8 Návrhy řešení

V tomto kroku je nutné vyhodnotit možnosti řešení stávajícího problému. Obecné návrhy jsou popsány v kapitole „3.4. Možnosti řešení“. U těchto návrhů zcela závisí na místních

podmínkách, proto není možné tento krok více specifikovat. Závěrem tohoto kroku jsou možné varianty návrhu.

6.9 Srovnání řešení a doporučení

Pro navržení studie je nutné zohlednit hlavní důvod změny, jímž je vypouštění daných balastních vod do jednotné či splaškové kanalizace. Hlavní důvod tedy není krajinářský ani estetický, přesto jsem se snažila i tento aspekt částečně zohlednit.

Přínosy, které by se měly srovnávat v rámci možných řešení, se dají zatřídit do pěti základních skupin – regulační, zásobovací, kulturní, ekologické a ostatní. Hlavní účel studií této diplomové práce je odpojení balastních vod od jednotné kanalizace, proto je regulační přínos ten nejdůležitější, takže při vyhodnocování by měl mít největší váhu. V tomto kroku můžeme odhadnout i přínosy do budoucna, které se mohou od současných částečně lišit.

V regulačních přínosech je obsažena nejen regulace odtoku, ale také eroze, změna místního klimatu, kvality ovzduší a vody, zároveň obsahuje i ochranu před záplavami, zadržování vody a další. V zásobovacím přínosu je zahrnuto množství biomasy, rostlin i živočichů, které toto řešení ovlivňují. Kulturním přínosem je především nárůst estetické hodnoty, rekreační funkce i funkce socializace obyvatel. Ekologický přínos je zaměřen převážně na zlepšení místní biodiverzity. Všechny další přínosy, jež nespádají do žádné z předešlých skupin, jsou obsaženy ve skupině ostatních přínosů, může to být například zvýšení hodnoty okolních nemovitostí.

Velkým hybatelem vyhodnocování je cena, které se skládá ze dvou částí a to z investice a provozních nákladů, je bohužel převažujícím aspektem a často kvůli ní nemusí být vybraná řešení optimální z jiných hledisek. Ceny mohou být odlišné pro developerské a státní projekty, protože státní projekty mohou mít nižší ceny pro výstavbu.

Výstupem finálního kroku by tak mělo být doporučení a přehledné vyhodnocení daných aspektů pro různá řešení. Vždy je nutné v tomto kroku postupovat nanejvýš objektivně i přesto, že to není vždy lehké a odhad přínosů se může u různých odborníků lišit.

7 Výsledky katalogizace

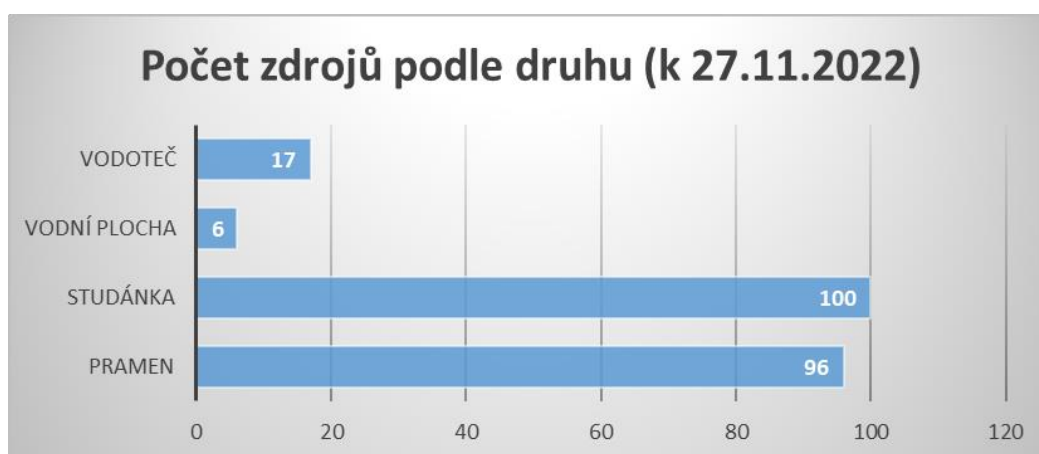
Hlavním výstupem katalogizace je mapová vrstva s vyznačením všech nalezených zdrojů. Z ní jsem převedla tabulku do programu excel (viz Příloha 1 – Tabulka studánek, pramenů, vodních toků a ploch, 27.11.2022). Počet zdrojů se bude do budoucna zcela jistě měnit a aktualizovat. Můžeme najít nové zdroje nebo naopak zjistit jejich zánik či pouze aktualizovat data. K datu 27.11.2022 jsem zaevidovala 219 zdrojů. V roce 1993 Jaromír Veger s týmem evidovali 291 pramenů na území hl. m. Prahy.

Název	Druh	Katastr	Parce	M	Křovák X	Křovák Y	Zaústění	Název zaústění	Vyř.	Další název
Bahňák	pramen	Dubeč	1543/2	263	-729217.8	-1047542.8	Potok	Říčanský potok		
Barborka	pramen	Kbely	1	270	-733019.3	-1039215.4	Potok	Vínořský potok		
Barelka	studánka	Veleslavín	538/1	320	-746687	-1041915.8	Neodtéká	Využito na zálivku	0.01	
Belveder	studánka	Zbraslav	2903/1	200	-746683.9	-1055569.9	Dešťová kanalizace	2 úseky dešťové kanalizace odvedeny	0.01	
Bendovka	studánka	Bohnice	625/2	256	-743247.7	-1038138	Potok	Podhořský potok - Vltava	0.6	
Bezdomovec	pramen	Vysočany	1924/6	250	-737437.9	-1042679.1	Vsak			

Obrázek 25 – Ukázka tabulky v programu excel

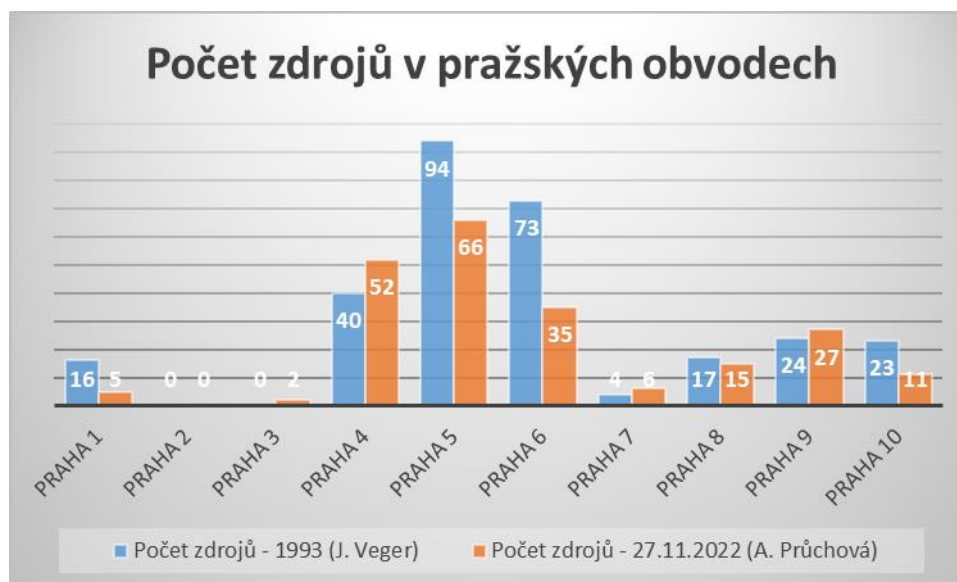
Graf na obrázku 26 ukazuje rozdělení zdrojů podle jejich druhu, tedy na vodoteče, vodní plochy, studánky a prameny. Toto rozdělení je viditelné i v mapě podle tvaru označení. Prameny jsou označeny kolečkem, vodoteče kosočtvercem a studánky a vodní plochy čtvercem. Nejvíce je zaevidováno studánek, kterých je 100, a pramenů, kterých je 96, vodotečí je podstatně méně a to 17 a vodních ploch je pouze 6. Vodoteče a vodní plochy jsem zaevidovala pouze ty, které jsou zatrubněné, nebo u nich není na první pohled viditelné zaústění. Do budoucna si zatrubněné vodní plochy, vzhledem k jejich nízkému počtu, jistě zaslouží bližší prověřování.

Studánek a pramenů je výrazně více, protože se většinou soustřeďují na určitých lokacích v blízkosti vodních toků a ploch a následně se do nich vlévají.



Obrázek 26 – Graf počtu zdrojů podle druhu

V grafu na obrázku 27 je ukázka odlišných počtů zdrojů od výzkumu J. Vegera a jeho týmu v roce 1993. Zaevidovali o 72 zdrojů více, což má nejspíše dva hlavní důvody. Prvním důvodem je délka výzkumu a počet pracovníků. Veger měl zkušený tým, který zkoumal oblast Prahy v letech 1987-1990, tedy po dobu 3 let. Druhým důvodem je občasné zaniknutí zdrojů, které jsem zjistila namátkovou kontrolou. [9]



Obrázek 27 – Graf počtu zdrojů v pražských obvodech

V tabulce 5 je kromě počtu zaevidovaných zdrojů porovnána i procentuální zaevidovanost. Nejvyšší procentuální odchylka byla v Praze 1, kde jsem zaevidovala o 69 % méně zdrojů. Naopak v Praze 7 jsem zaevidovala o 50 % více zdrojů, ale vzhledem k tomu že to bylo pouze o dva zdroje více, není tato hodnota zcela vypovídající. Více zdrojů jsem zaevidovala ještě v Praze 4 (o 30 %) a v Praze 9 (o 13 %). V Praze 6 a Praze 10 jsem zaevidovala o 52 % méně zdrojů, v Praze 5 o 30 % méně a v Praze 8 o 12 % méně. Vegerův tým nezaevidoval v Praze 2 a Praze 3 žádný zdroj. V Praze 2 jsem také žádný zdroj nezaevidovala, ale v Praze 3 jsem zaevidovala 2. [9]

Tabulka 5 – Porovnání nalezených zdrojů

	Praha 1	Praha 2	Praha 3	Praha 4	Praha 5	Praha 6	Praha 7	Praha 8	Praha 9	Praha 10	Celkem
Počet zdrojů - 1993 (J. Veger)	16	0	0	40	94	73	4	17	24	23	291
Počet zdrojů - 27.11.2022	5	0	2	52	66	35	6	15	27	11	219
Procentuální odchylka r. 2022	69			30	-30	-52	50	-12	13	-52	-25
Zaevidovaných procent r. 2022	31			130	70	48	150	88	113	48	75

Přestože je Praha 1 rozlohou velice malá, nachází se v ní poměrově hodně zdrojů a většina z nich vyvěrá z Petřínského svahu.

Praha 2 a 3 jsou téměř bez zdrojů a nejspíše za to může jejich dlouhá historie a vysoká zastavěnost.

V Praze 4 je zdrojů vcelku mnoho a nachází se většinou v blízkosti potoků, hlavně Libušského a Kunratického. Oba potoky protékají nezastavěnými roklemi, kde nebylo v minulosti potřeba zdroje odstraňovat.

V Praze 5 je stav obdobný jako v Praze 4. Většina zdrojů se nachází v blízkosti Motolského, Dalejského a Vrutického potoka, které také protékají nezastavěným územím.

V Praze 6 je hlavním zaústěním Litovecko-Šárecký potok, který protéká Údolím Divoká Šárka a Šáreckým údolím. Téměř celý jeho tok tedy protéká přírodě blízkým prostředím.

V Praze 7 je vcelku málo zdrojů, ale celé území není nijak velké a je částečně průmyslové a tedy hodně zastavěné.

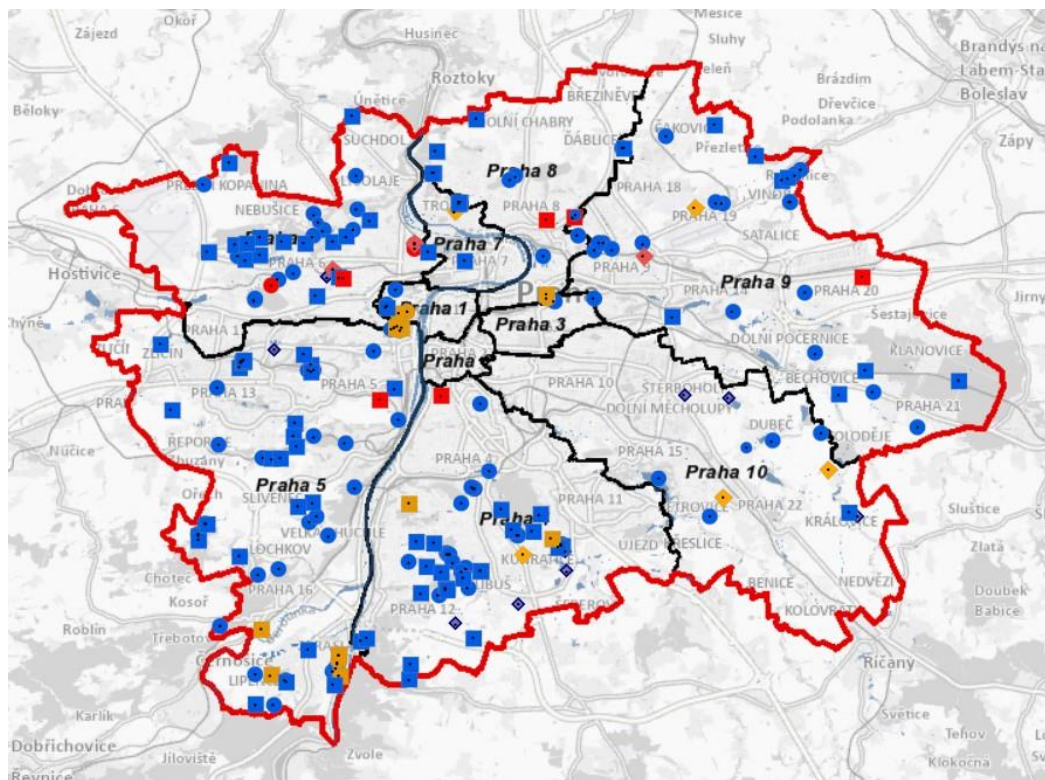
V Praze 8 jsou zdroje hodně roztroušené a nacházejí se u menších místních toků. Nižší hustota zdrojů může být i z důvodu vyšší nadmořské výšky daného území.

Na území Prahy 9 jsou zdroje také hodně roztroušeny a nejvíce se jich shlukuje poblíž potoka Rokytka a Vinořského potoka.

Praha 10 je hodně průmyslová a zastavěná to má nejspíše vliv na malý počet zdrojů v území.

Obecně lze říci, že se většina zdrojů nachází poblíž různě velkých toků. Na více zastavěném území se často nachází zdrojů méně a naopak v oblastech přírodě blízkým jich je nejvíce. Většina zdrojů se nachází v povodí potoků Libušský, Kunratický, Litovecko-Šárecký, Motolský a Dalejský, v lesních, parkových a podobných úsecích.

Druh zaústění je v mapě barevně odlišen. Pro zaústění do jednotné kanalizace se používá červená barva. Zaústění do dešťové kanalizace je vyznačeno žlutě. Pro zbylá zaústění (vodní plocha, vodoteč, vsak, mokřady, soukromý pozemek a bez odtoku) je vyhrazena modrá barva.

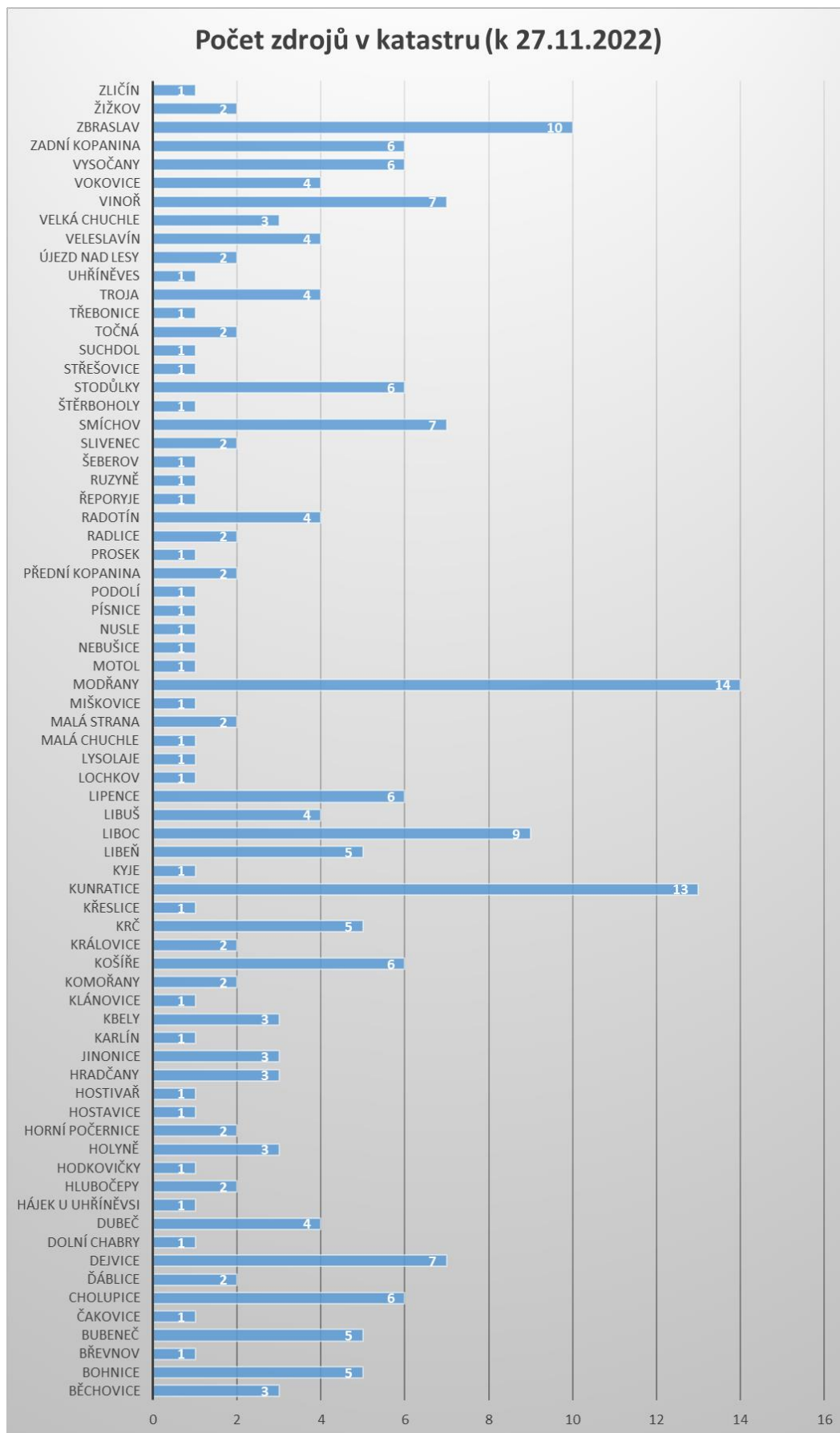


Obrázek 28 – Výsledná mapová vrstva nalezených zdrojů

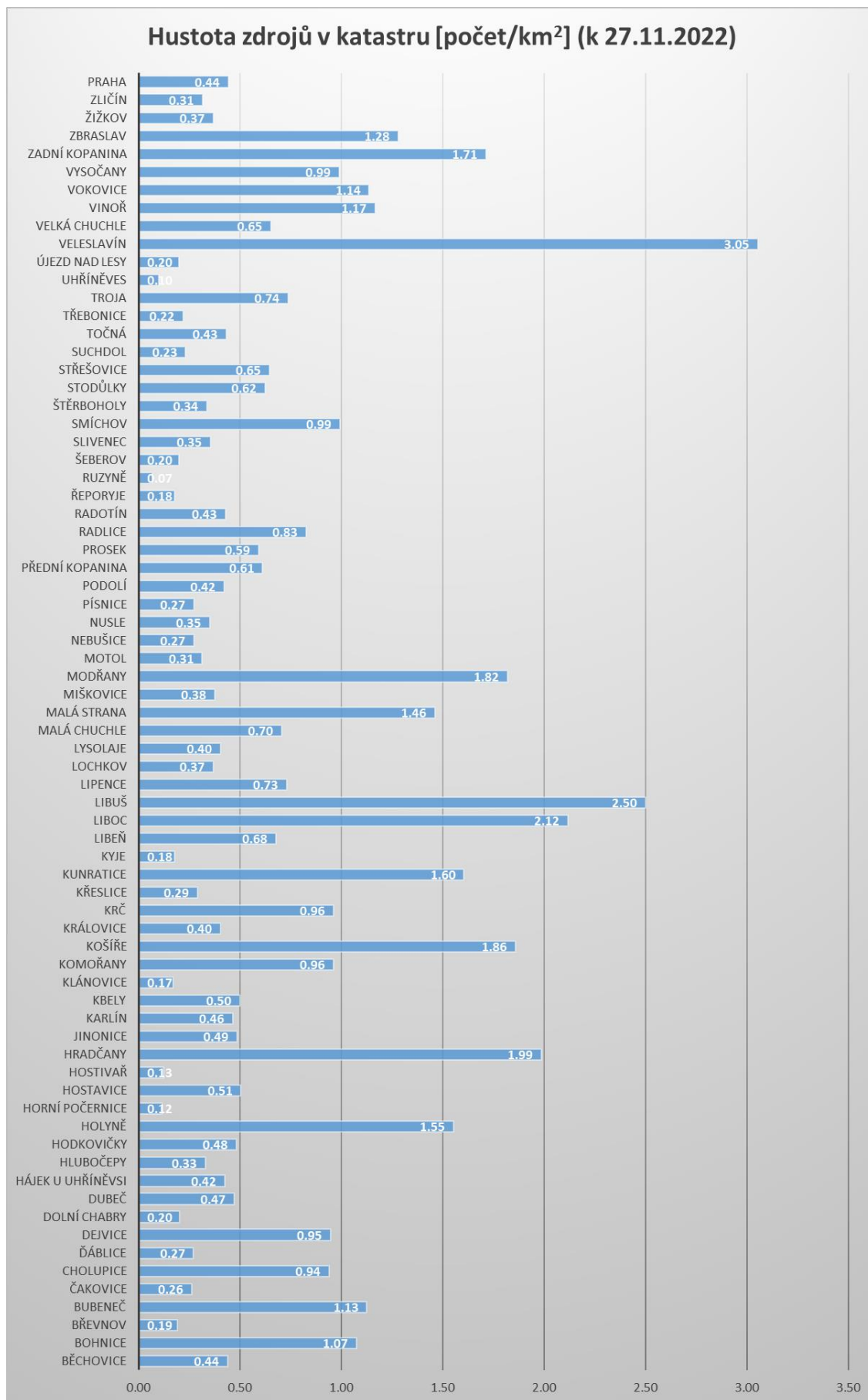
Graf na obrázku 29 se zaměřuje na rozmístění zdrojů v katastrálních územích. Zdroje se nacházejí v 71 katastrálních územích ze 112. Z grafu je patrné, že po jednom zdroji je v třiceti katastrálních územích. Nejvíce zdrojů nalezneme v katastrálním území Modřany, je jich zde zaevidováno čtrnáct. Za zmínku stojí i katastrální území Kunratice se třinácti zdroji a Zbraslav s deseti. Na území Modřan je zvýšený výskyt zapříčiněn existencí Libušského potoka a na území Kunratic existencí Kunratického potoka. Území Zbraslavi má zvýšený výskyt zejména díky nově zrekonstruovanému parku Belveder, který je ve strmém kopci, a Záběhlickému potoku.

Protože se však rozlohy katastrálních území v Praze rozlohou pohybují od devíti hektarů (Josefov) až po 1969 hektarů (Horní Počernice), je v grafu na obrázku 30 vyobrazena hustota zdrojů v daných územích. Pro porovnání je zde vyobrazena i průměrná hustota pro celé území Prahy, které se rovná 0.44 zdrojů na kilometr čtvereční.

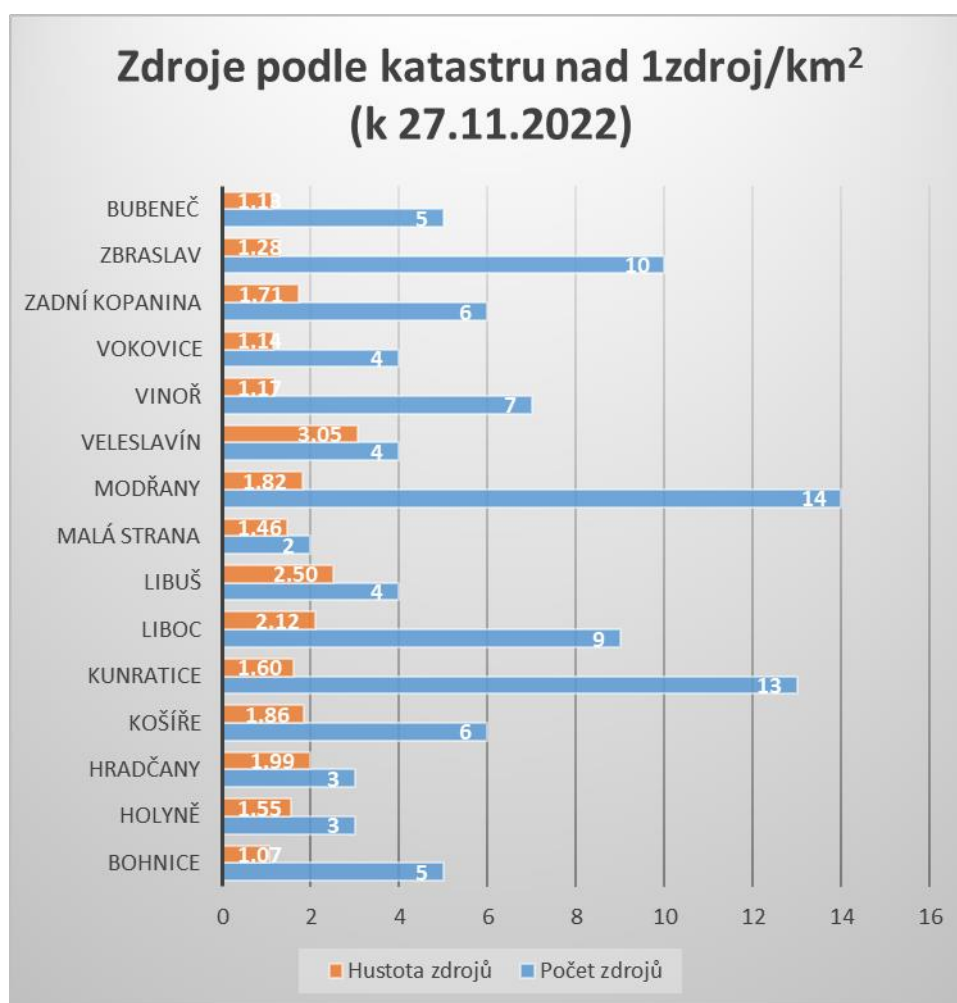
Pořadí se tedy mění a nejvyšší hustotu zdrojů má katastrální území Veleslavin s hodnotou 3.05 zdrojů na kilometr čtvereční, což je přibližně sedmkrát více než pražský průměr. Na druhém místě je katastrální území Libuš s hustotou 2.5 zdrojů na kilometr čtvereční a na třetím je katastrální území Liboc s hustotou 2.12 zdrojů na kilometr čtvereční. Katastrálních území s hustotou mezi jedním a dvěma zdroji na kilometr čtvereční je čtrnáct. Všechny tyto zdroje jsou vyobrazeny v grafu na obrázku 31.



Obrázek 29 – Graf počtu zdrojů v katastru



Obrázek 30 – Graf hustoty zdrojů v katastru

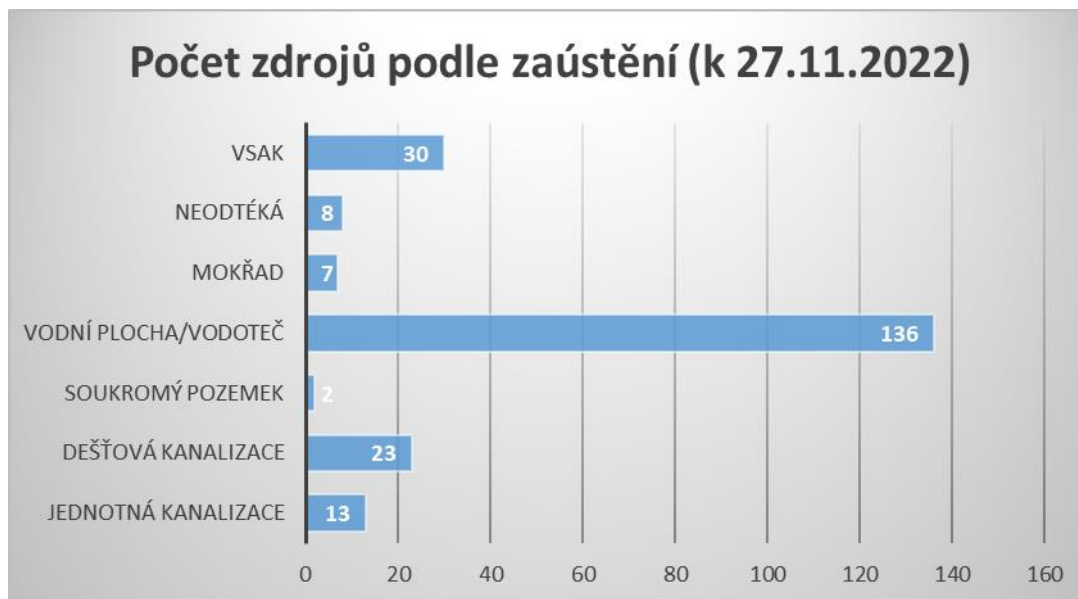


Obrázek 31 – Graf zdrojů podle katastru nad 1 zdroj/km²

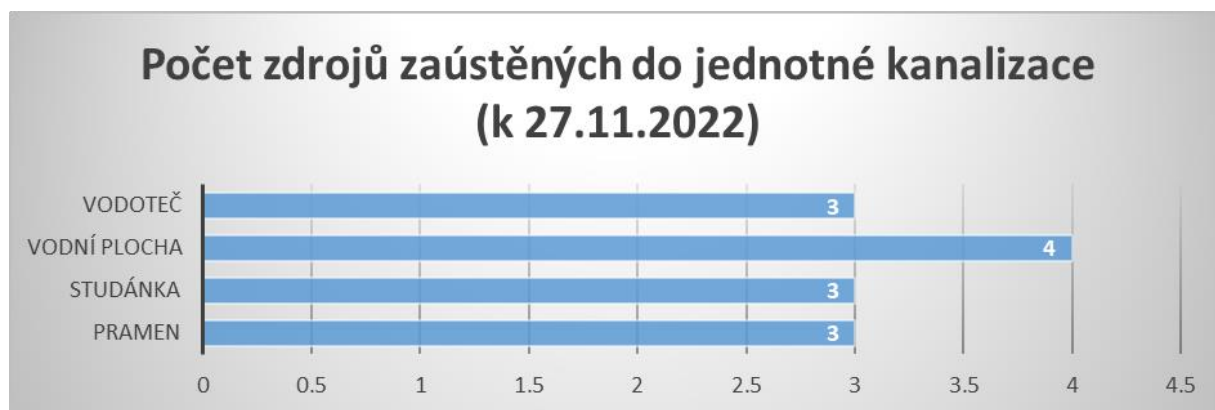
Graf na obrázku 32 zobrazuje počty zdrojů podle zaústění. Ideální zaústění jsou do vodních ploch a vodotečí, kterých je i nejvíce (136), což je pozitivní zjištění. Za problémové zaústění, a to z důvodu negativních vlivů bodových vniků balastních vod, můžeme považovat zaústění do jednotných kanalizací.

Nejvyšší hodnota zaústění do vodních toků a ploch zároveň podporuje výše zmíněný fakt o zvýšené existenci zdrojů v katastrech okolo vodních toků.

Počet problémových míst byl výrazně nižší než můj prvotní odhad, což byl pozitivní úkaz. Při prvotním filtrování bylo nalezeno pouze osm problémových míst. Toto číslo se v průběhu zpřesňování měnilo a k 27.11.2022 jsem již evidovala čtrnáct zdrojů odtékajících do jednotné kanalizace. V grafu na obrázku 33 jsou vyobrazeny počty zdrojů zaústěných do jednotné kanalizace podle jejich druhu.



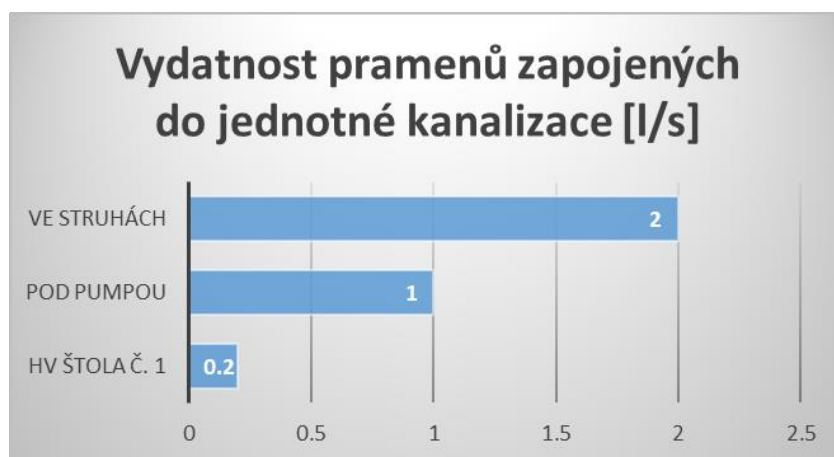
Obrázek 32 – Graf počtu zdrojů podle zaústění



Obrázek 33 – Graf počtu zdrojů do jednotné kanalizace

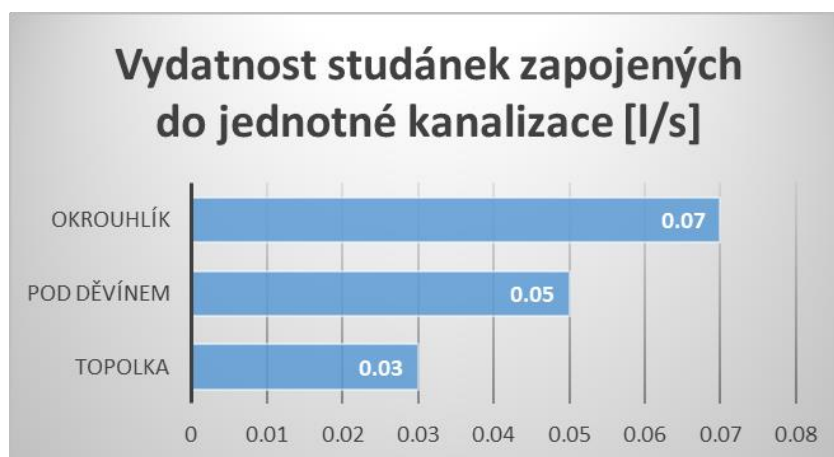
Vydatnost těchto zdrojů bude nutné kontrolovat a měřit v delším časovém úseku, aby se zpřesnila a do budoucna aktualizovala data i vzhledem k závislosti na srážkách. U vodních toků a ploch je vydatnost nejkolísavější, protože při srážce odvodňují srážku z celého jejich povodí. Zároveň není vydatnost u všech zdrojů zjištěna a je tedy nutné do budoucna tyto hodnoty zjistit. Bez zjištěné vydatnosti je necelých 42 % zdrojů.

V grafu na obrázku 34 je vyznačena vydatnost pramenů zapojených do jednotné kanalizace. Prameny ve struhách a pod pumpou jsou svedeny do vodoteče v parku Willyho Brandta, který je zaústěn do jednotné kanalizace. Tato stoka je v povodí kmenové stoky C, do které se napojuje v nedaleké odlehčovací komoře. Vodoteč, do které jsou tyto prameny napojeny, byla dříve přítokem Veleslavínského (Dejvického) potoka, proto si můžeme všimnout velkých vydatností těchto pramenů. Pramen Ve Struhách má vydatnost 2 l/s a pramen Pod Pumpou 1 l/s. HV štola č. 1 se nachází v povodí kmenové stoky D, do které ústí po obkroužení Libockého potoka. Tato štola má vydatnost 0,2 l/s.



Obrázek 34 – Graf vydatnosti pramenů zapojených do jednotné kanalizace

V grafu na obrázku 35 je vyznačena vydatnost studánek zapojených do jednotné kanalizace. Studánka Okrouhlík má vydatnost 0,07 l/s a je Holešovickým sběračem napojena do kmenové stoky F. Studánka Pod Děvínem má vydatnost 0,05 l/s a je sběračem odvedena do kmenové stoky K. Studánka Topolka je také v povodí kmenové stoky K a má vydatnost 0,03 l/s.



Obrázek 35 – Graf vydatnosti studánek zapojených do jednotné kanalizace

V grafu na obrázku 36 je vyznačena průměrná vydatnost za bezdeštného období vodních toků zapojených do jednotné kanalizace. Nejvydatnější je bezejmenná vodoteč v parku Willyho Brandta, která byla historickým přítokem Velešlavínského (Dejvického) potoka, jenž je také zaústěn do jednotné kanalizace. Vodoteč v parku Willyho Brandta má vydatnost 3 l/s a je v nedaleké odlehčovací komoře zaústěna do kmenové stoky C. Klíčovský potok má vydatnost 2 l/s a je sběračem odveden do kmenové stoky F. Velešlavínský potok, známý také jako Dejvický, má vydatnost pouhých 0,2 l/s a je pouze malým pozůstatkem tohoto známého zatrubněného potoka. Je zatrubněn do kmenové stoky D, které kopíruje část jeho původního koryta. Přestože tento tok byl kdysi jedním z významných pražských potoků, je tato nízká

vydatnost nejspíše zapříčiněna zatrubněním výše položené části potoka, která již není s touto krátkou povrchovou částí hydrologicky spojena.



Obrázek 36 – Graf vydatnosti studánek zapojených do jednotné kanalizace

Pro vodní plochy zatím data vydatností naměřena nejsou, do budoucna se však počítá s jejich zjištěním a zahrnutím do databáze. Jejich odtok je také často kolísavý ze stejných důvodů jako u kolísavosti vodotečí, neboť mají větší odvodňované území.

V tabulce 6 jsem vyznačila odlehčovací komory (OK), do kterých jsou zdroje zaústěné do jednotné kanalizace svedeny. Z tabulky jsem vyjmula vodní plochy, protože k nim nejsou zatím dostupné informace o jejich vydatnosti. K odlehčovací komorám jsem přidala informace o jejich průtocích na odtoku. Vyznačený je průměrný denní průtok za bezdeštného stavu (Q24), maximální hodinový průtok za bezdeštného stavu (Q_{h,max}) a minimální hodinový průtok za bezdeštného stavu (Q_{h,min}). V dalších sloupcích jsem spočetla procentuální množství vody ze zdrojů na odtoku z OK pro všechny průtoky. Pod procentuálním porovnáním jednotlivých zdrojů jsem spočetla i průměrné procentuální porovnání pro dané průtoky.

Tabulka 6 – Odtok zdrojů do příslušných odlehčovacích komor a jejich specifiky

Název	Druh	Vydatnost zdroje [l/s]	Odlehčovací komora a rok měření	Q24 OK [l/s]	Q _{h,max} OK [l/s]	Q _{h,min} OK [l/s]	% zdroje z Q24	% zdroje z Q _{h,max}	% zdroje z Q _{h,min}
HV štolá č. 1	pramen	0.2	3D_Evropská (2012)	82.4	108.4	50.9	0.24	0.18	0.39
Pod pumpou	pramen	1	121C_Maďarská (2013)	85.3	114.2	46.2	1.17	0.88	2.16
Ve struhách	pramen	2	121C_Maďarská (2013)	85.3	114.2	46.2	2.34	1.75	4.33
Okrouhlík	studánka	0.07	6FE_Květinářská (2018)	10.4	14.1	5.9	0.67	0.50	1.19
Pod Děvinem	studánka	0.05	15K_Pechlátova (2002)	13.4	21.8	7.8	0.37	0.23	0.64
Topolka	studánka	0.03	1K_Sinkulova (2017)	0.5	1.1	0.2	6.00	2.73	15.00
Klíčovský potok	vodoteč	2	16FE_Sokolovská II (2001)	29.3	34.8	24.3	6.83	5.75	8.23
Veeslavínský potok	vodoteč	0.2	2D_Podbabská (2001)	296	357	216	0.07	0.06	0.09
Vodoteč v parku Willyho Brandta	vodoteč	3	121C_Maďarská (2013)	85.3	114.2	46.2	3.52	2.63	6.49
Průměr							2.36	1.63	4.28

V tabulce jsou vyznačena nejvyšší procenta pro každý druh průtoku. Pro průměrný Q24 má nejvyšší procentuální množství vody Klíčovský potok (6,83 %), další vysoké procentuální množství je i u studánky Topolka (6 %). Pro $Q_{h,max}$ má nejvíce procent také Klíčovský potok (5,75 %) a ostatní zdroje nedosahují ani poloviny. Studánka Topolka (2,73 %) a vodoteč v parku Willyho Brandta (2,63 %) mají s Klíčovským potokem jako jediné procentuální množství nad 2 %. Pro $Q_{h,min}$ je na první příčce studánka Topolka s velice vysokým výsledkem 15%. Druhý je Klíčovský potok (8,23 %) a třetí vodoteč v parku Willyho Brandta (6,49 %).

HV štola č. 1 je svedena do odlehčovací komory delším úsekem a do této komory je svedeno i velké množství dalších stok, což je vidět i na vcelku vysokém Q24, nejspíše i proto procentuální množství nepřesahuje 0,4 % u žádného z průtoků.

Prameny Pod Pumpou a Ve Struhách napájejí vodoteč v parku Willyho Brandta, proto je jejich vliv nejlépe vypovídající u vyhodnocení vlivu přímo této vodoteče.

Studánka Okrouhlík je obdobně jako HV Štola č.1 svedena do odlehčovací komory až po delším úseku, avšak do této komory není svedeno tolik odpadní vody, což je vidět na mnohem nižších průtocích na odtoku. Studánka má nižší vydatnost, a proto ani její procentuální množství nepřesahuje 1,2 %.

Studánka Pod Děvínem má podobný průtok jako studánka Okrouhlík a Q24 je pro obě komory také podobné. Procentuální množství nepřesahuje ani u jednoho z průtoků 0,65 %.

Studánka Topolka má nejnižší vydatnost, přesto však má vysoké procentuální množství u všech druhů průtoků. Jedním z důvodů jsou ale extrémně malé průtoky v odlehčovací komoře, a to nejspíše proto, že odlehčuje výrazný svah a není do ní zaústěno mnoho stok. Procentuální množství pro Q24 (6 %) a $Q_{h,max}$ (2,73 %) je druhé nejvyšší a pro $Q_{h,min}$ (15 %) je nejvyšší a je i jedinou hodnotou vyšší než 8,5 %, což znamená téměř polovinu. Z tohoto údaje je jasně vidět, že vliv na kapacitu stoky, na kterou je studánka napojena, je velice vysoký.

Klíčovský potok je sveden do komory v delším úseku a daná komora nemá nijak vysoké průtoky. Pro Q24 dosahuje až 6,83 % množství vody na odtoku, pro $Q_{h,max}$ až 5,75 % a pro $Q_{h,min}$ až 8,23 %. První dvě hodnoty jsou pro daný druh průtoku nejvyšší, pro $Q_{h,min}$ je až druhý.

Veslavínský potok má v poměru k ostatním vodotečím velice nízkou vydatnost a naopak komora, do které je sveden, má všechny druhy průtoků nejvyšší. Do této komory je svedeno veliké množství dalších stok a délka stok, kterými musí do této komory dotéct, je také nejvyšší. Procentuální množství vody je tak u všech druhů průtoků nejnižší a nepřesahuje ani desetinu procenta.

Vodoteč v parku Willyho Brandta je napájena prameny Pod Pumpou a Ve Struhách. Její vydatnost je nejvyšší a odtok z odlehčovací komory je druhý nejvyšší. Komora se nachází v blízkosti zdroje, je na ni však napojeno i mnoho dalších stok. Pro Q₂₄ (3,52 %) a 2h_{max} (2,63 %) je procentuální množství podobné, pro Q_{h,max} je však vyšší a dosahuje 6,49 %.

Průměrná hodnota pro Q₂₄ je 2,36 %, pro Q_{h,max} 1,63 % a pro Q_{h,min} 4,28 %.

8 Studie studánky a vodního toku

Pro studii zatrubněného vodního toku jsem se rozhodovala mezi Klíčovským potokem a bezejmennou vodotečí v Parku Willyho Brandta. Později jsem zjistila, že projekt pro řešení zatrubnění Klíčovského potoka bude nejspíše v blízké době vypracován, a proto jsem se rozhodla pro bezejmennou, avšak nemalou vodoteč v Parku Willyho Brandta. Do tohoto toku ústí i jedna studánka a jeden pramen, tudíž řešením tohoto problému by byl vyřešen i jejich odtok.

Pro studii studánky či pramene jsem se rozhodovala mezi studánkou Okrouhlík, která je v okolí mého bydliště, a studánkou Topolka, nazývanou též Libušin pramen, jež měla v historii ozdravné využití. Studánka Okrouhlík je nově opravena a studánka Topolka je sice také udržována, ale její podoba pochází patrně již z devadesátých let. Proto jsem si nakonec vybrala právě ji.

Když se podíváme do tabulky 6 v předchozí kapitole je vidět, že výběr zdrojů pro studii je adekvátní k jejich vlivu na kapacitu odlehčovacích komor. Nejvyšší kapacitu zabíraly studánka Topolka (až 15% pro $Q_{h,min}$), Klíčovský potok (až 6,83 pro Q_{24}), kterýžto projekt bude nejspíše rozpracován, a Vodoteč v parku Willyho Brandta (až 6,49% pro $Q_{h,min}$).



Obrázek 37 – Porovnání studánek Okrouhlík a Topolka [66] [67]



Obrázek 38 – Vodoteč v parku Willyho Brandta [68]

8.1 Studie studánky Topolka

8.1.1 Popis lokality

8.1.1.1 Obecný popis parcely a okolí

Studánka Topolka leží na parcele číslo 176/1 v katastrálním území Podolí, jehož výměra činí 793 m². Tato parcela je vlastněna hl. m. Prahou a spravována Městskou částí Praha 4. Druh pozemku je ostatní plocha a je využita vysázením zeleně. Parcela je také památkově chráněným územím. Pozemek je ve svahu, maximální výškový rozdíl je necelých 15 m, maximální sklon je přibližně 25 %. Pozemek je v průměrné výšce 230 m.n.m. Na pozemku jsou schody pro veřejnost, které spojují ulici Ve Svahu a Na Topolce, mezi kterými se pozemek rozprostírá.

Na pozemku jsou vysázeny zejména keře a listnaté stromy. Vývěr je sveden do kovové trubky, jež vytéká z kamenné zídky. Prostor pod studánkou je také zpevněn kameny a pod výtokem je dešťová vpust', do které voda okamžitě vtéká. Dříve byla studánka podle Uřeše opravena i s odtokem, takže vývěr již nerozmácel svah. Podoba dnešní studánky je nejspíše výsledkem rekonstrukce v 90. letech. [14]

Okolní pozemky jsou zastavěny bytovými a rodinnými domy se zahradou. Na severu pozemek přímo sousedí s Diakonií Bratrské jednoty baptistů v České republice. Poblíž je fotbalové hřiště, Jedličkův ústav a park Na Topolce. V širším okolí je mnoho dalších sakrálních staveb a kulturních památek.

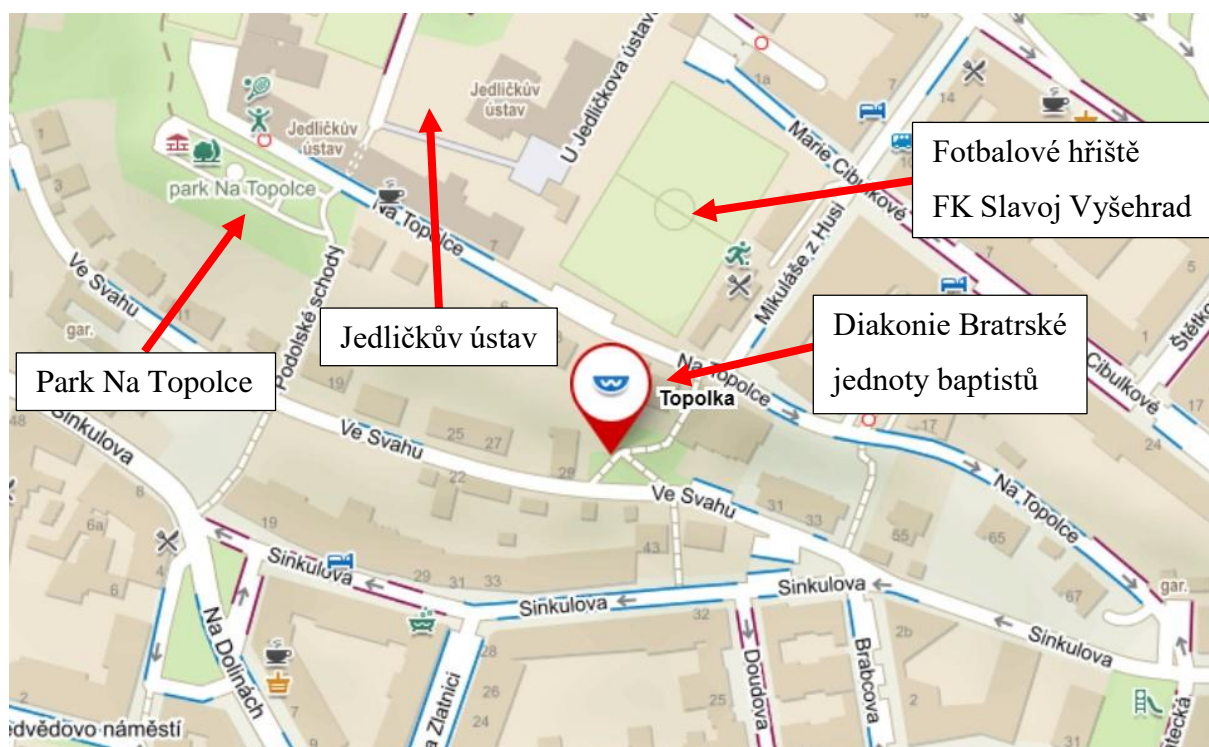
Studánce se také říká Libušin pramen/ Libušina studánka/Libušinka, podle pověsti se z této studánky napila kněžna Libuše před věštěním, a dokonce voda z ní byla považována za lék pro dlouhověkost. Nejspíše se odtud nosila voda na Vyšehrad před zavedením vodovodu. Historicky se v těchto místech nacházela vinice Topolka, podle které se nyní studánka jmenuje.



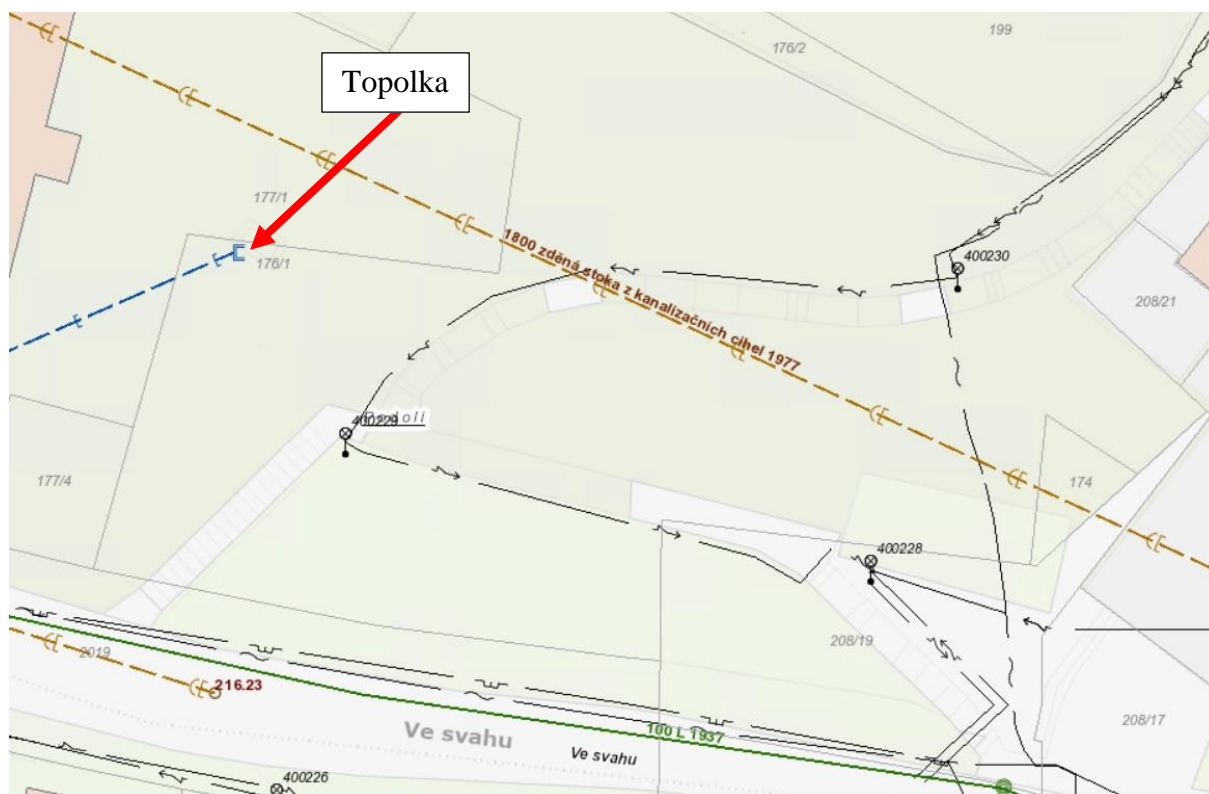
Obrázek 39 – Studánka Topolka [66]



Obrázek 40 – Zeleň na parcele [69]



Obrázek 41 – Lokalita okolí studánky Topolka [69]



Obrázek 42 – Podrobná situace parcely

8.1.1.2 Vydatnost a kvalita vody

Vydatnost studánky je přibližně 0,03 l/s (v roce 2014), což odpovídá 2592 l/den, dříve byla mnohem vyšší, až v řádu desetin l/s. Kvalita vody je jednou z nejhorších na území Prahy, a to hlavně kvůli vysoké koncentraci chloridů, dusičnanů a síranů. Podobně jako většina pražských studánek je také znečištěna fekálně.

8.1.1.3 Geologické poměry

Vyvěřající voda je z vltavské pankrácké terasy říčních písků a písčitých štěrků, ze kterých je na okrajích infiltrována do zvětralinové zóny skalního podkladu a stéká po nepropustném podloží do erozní báze, kde přirozeně vyvěrá. Vývěr je tedy z kvartérní terasové zvodně.

8.1.1.4 Kanalizační soustava

Hluboko pod parcelou prochází zděná stoka z kanalizačních cihel s profilem 1800 mm. Jedná se o gravitační stoku z roku 1977, dlouhou přes 2 km, a v místě parcely je v přibližné nadmořské výšce 192 m.

V ulici Ve Svahu je od západního rohu pozemku vedena jednotná gravitační kameninová kanalizace z roku 1956 s dimenzí profilu 250 mm. Tato stoka vede na konec ulice Ve Svahu, kde se stáčí a ulicí Pod Vyšehradem a Podolská odtéká pryč z předmětné lokality. V ulici Ve Svahu je z této stoky vedena odpojka pěší ulicí Podolské schody z roku 1928 s dimenzí profilu

200 mm, tato stoka je napojena na kanalizační stoku také z roku 1928 v ulici Sinkulova (viz níže).

Dešťová stoka, kterou je zdroj odváděn, začíná přímo pod vývěrem a je vedena přes ulici Ve Svahu a přes jižně položené pozemky do ulice Sinkulova téměř na křižovatku s ulicí Na Zlatnici, kde je zaústěna do jednotné stoky. Dešťová stoka je gravitační kameninová s profilem 200 mm a pochází z roku 1947. Stoka jednotné kanalizace je také gravitační a kameninová a je ze stejného roku, její profil je 250 mm. Ulicí Sinkulova je svedena do odlehčovací komory 1K_Sinkulova, která se nachází na křižovatce ulice Sinkulova a Podolská.

V ulici Sinkulova je i druhá gravitační stoka jednotné kanalizace z roku 1928 o profilu VP500/875. Tato stoka je vyzděna z kanalizačních cihel a je do ní napojena většina okolních staveb. Ulicí Sinkulova je svedena až do stejné odlehčovací komory 1K_Sinkulova.

Další kanalizační stoky se již v přímé blízkosti nenacházejí a to ani dešťové či splaškové.

Odlehčovací komora na křižovatce ulic Sinkulova a Podolská gravitačně vypouští odlehčovanou vodu zděnou stokou z kanalizačních cihel z roku 1926 do Vltavy. Odlehčovací stoka je do Vltavy vedena ulicí Podolská přes Podolské nábřeží.



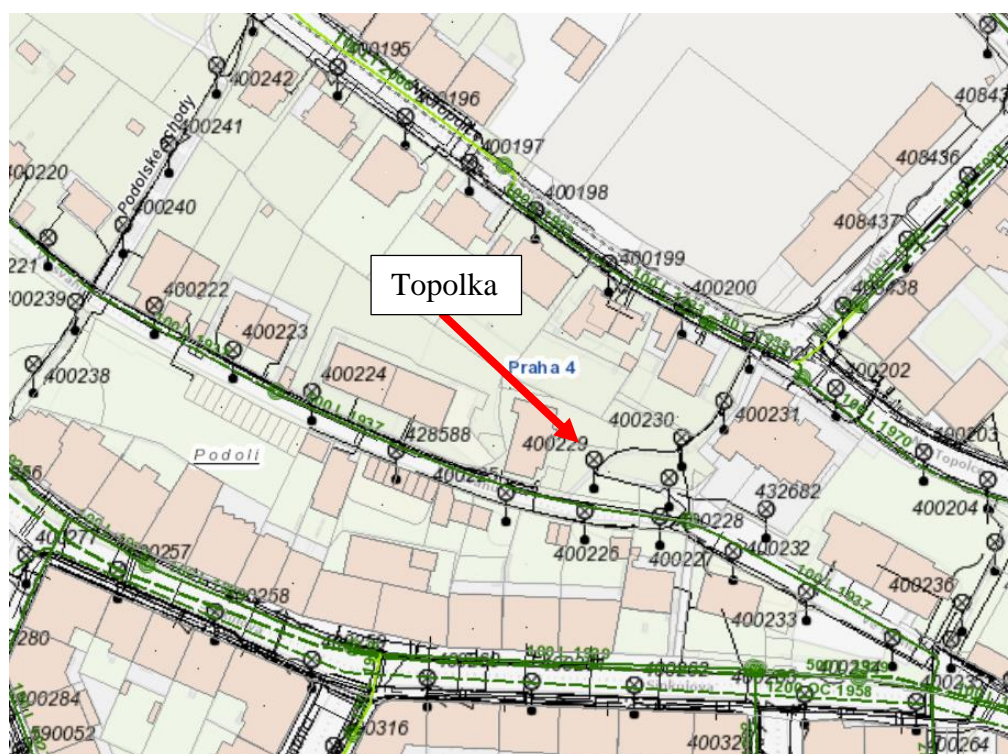
Obrázek 43 – Kanalizační síť v lokalitě

8.1.1.5 Ostatní inženýrské sítě

Přímo pod pozemkem nevede žádné vodovodní potrubí. Ulicí Ve Svahu vede tlakový rozváděcí litinový vodovod z roku 1937 s profilem DN100. Ulicí Sinkulova vedou vodovody tři – rozváděcí, přiváděcí a hlavní. Rozváděcí vodovod má profil DN100, je z litiny a pochází z roku 1929. Hlavní vodovod je z téhož roku a také z litiny, má profil DN500. Přiváděcí vodovod je z roku 1958, je už z oceli a má profil DN1200.

Sítě elektrického vedení vedou po obou stranách ulic Ve Svahu a Sinkulova, zároveň vedou i přes předmětný pozemek, kde kopírují trasy schodišť a přivádějí elektrickou energii pro veřejné osvětlení.

Plynovod vede v ulicích Ve Svahu i Sinkulova a teplovod zde není přítomný.

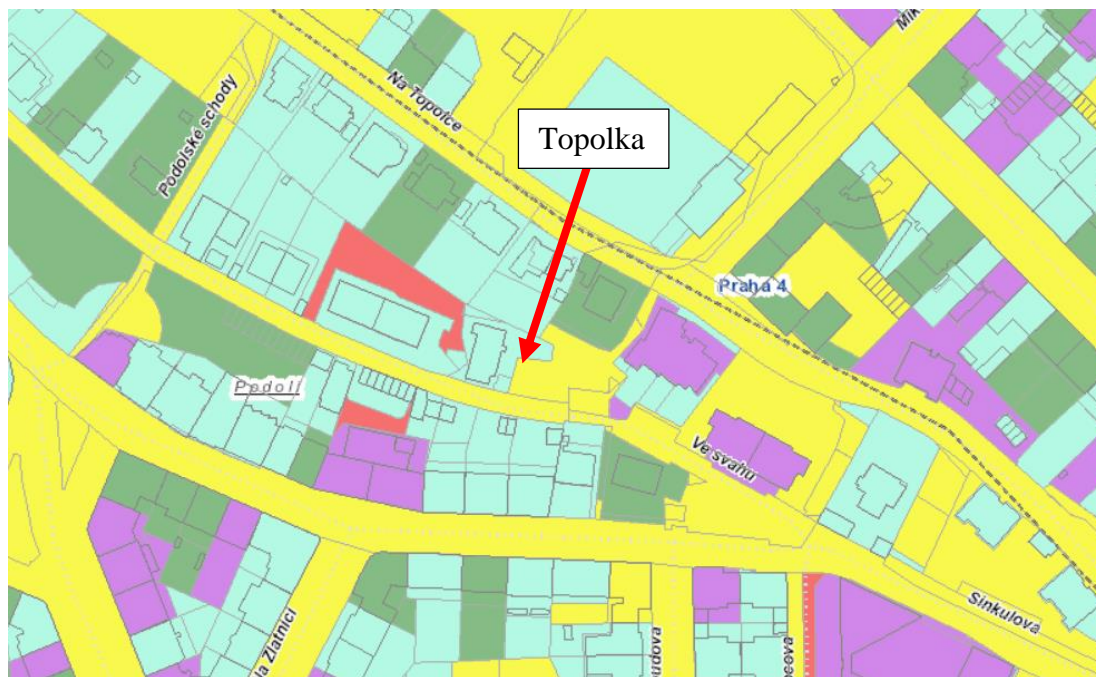


Obrázek 44 – Ostatní inženýrské sítě v lokalitě

8.1.1.6 Vlastnická práva a územní plán

Stejně jako předmětný pozemek jsou i všechny ulice vlastněny hl. m. Prahou. Okolní pozemky jsou vlastněny převážně tuzemskými fyzickými a právnickými osobami, část pozemků je ve vlastnictví více subjektů. Je zde i několik pozemků vlastněných státem ČR.

Pozemky v okolí jsou všechny dle územního plánu všeobecně nebo čistě obytné. Severněji položené pozemky jsou využívány pro veřejné vybavení a ulice Na Dolinách na jihu je využívána jako komunikační síť.

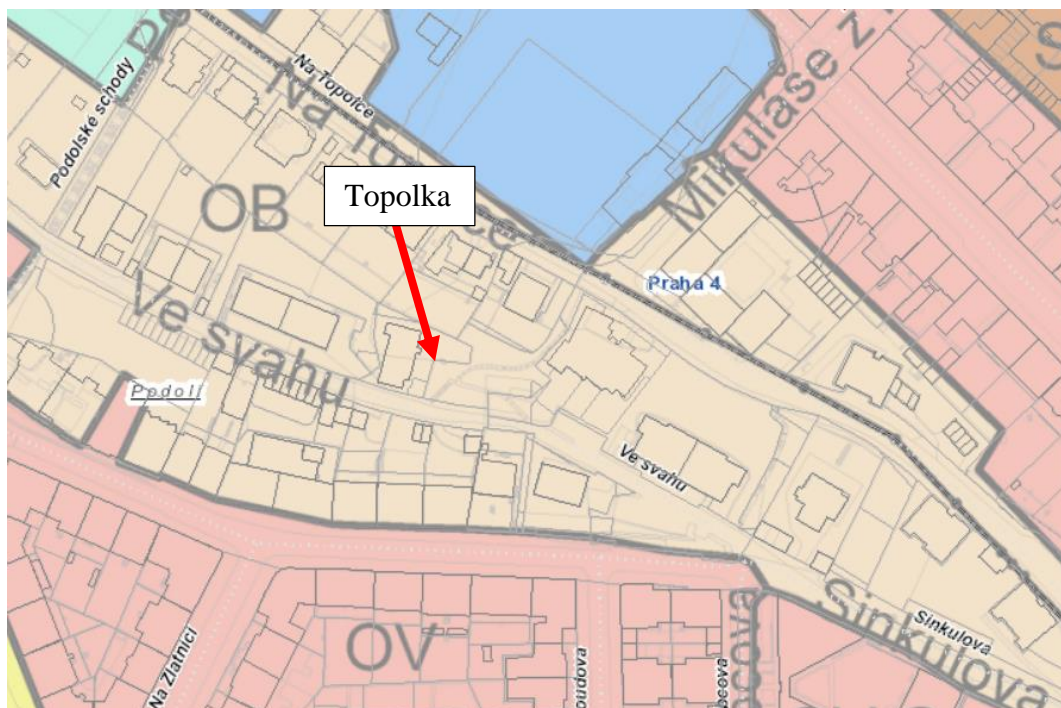


Obrázek 45 – Majetková mapa lokality

1.1 Majetková mapa IPR

- ČR včetně státem ovládaných subjektů
- Hl.m. Praha včetně jím ovládaných subjektů bez MČ
- Městské části hl.m. Prahy včetně jimi ovládaných subjektů
- Kraje ČR mimo hl.m. Prahu včetně jimi ovládaných subjektů
- Obce ČR mimo hl.m. Prahu včetně jimi ovládaných subjektů
- Zbývající tuzemské právnické osoby
- Tuzemské fyzické osoby
- Zjištěné a zařazené zahraniční subjekty
- Subjekty nezařazené do jiných skupin
- Podílnictví dvou a více subjektů různých skupin
- Subjekt z KN nezjištěn
- Graficky neidentifikované podíly skupin

Obrázek 46 – Legenda majetkové mapy



Obrázek 47 – Územní plán

veřejné vybavení	VV	veřejné vybavení
veřejné vybavení	VVA	armáda a bezpečnost
zeleň	ZP	parky, historické zahrady a hřbitovy
obytné území	OB	čistě obytné
pěstební plochy	OP	orná půda, plochy pro pěstování zeleniny
obytné území	OV	všeobecně obytné

Obrázek 48 – Legenda územního plánu

8.1.2 Návrhy řešení

8.1.2.1 Využití na místě

Pro využití na místě je možné využít prostor pozemku, neboť je vlastněn hl. m. Prahou. Nemusel by se tu řešit odkup či zavedení věčného břemena.

Vsak celého objemu vody by nejspíše nebyl možný z důvodu následného promáčení základů okolních budov. Prostor pro výsadbu nové zeleně či její kultivaci zde však je a část objemu by se mohla využít na její zálivku. Odběru vody by mohlo pomoci vysázení žíznivých rostlin, stromů a keřů. V budoucím projektu by se však musela spočítat denní potřeba vody navržených rostlin a procento průtoku, který by spotřebovaly.

Je zde i prostor pro vytvoření komunitních zahrádek, které by mohly využívat mateřské či základní školy a další podobné instituce v okolí (například Jedličkův ústav pro nevidomé).

Zároveň by o tyto zahrádky mohly uvedené subjekty pečovat a vzdělávat na nich své klienty v oblasti ekologie, udržitelnosti života a lehkého zemědělství.

Pro vzdělávání by zde také mohly být instalovány naučné tabule, které by se kromě tématu zemědělství mohly soustřeďovat i na téma historie, a to převážně českých pověstí, jež jsou s tímto místem spjaté.

Částečně by bylo možné zde vodu i retenovat či akumulovat a vystavět zde různé vodní prvky, jako archimédův šroub, ruční pumpu, kanály se stavidly nebo vodními mlýny. K těmto prvkům by se mohly přidat další naučné tabule, které by vzdělávaly v oboru hydrauliky a vodních staveb. Pro retenci a akumulaci lze vystavět rybníčky a retenční kanály, což by zvýšilo estetický potenciál místa. Vystavěné rybníčky a kanály by též odváděly část přítoku evaporací, což by mělo pozitivní vliv na mikroklima místa. Retence i akumulace může být i podzemní.

Jako estetický prvek by mohla být vytvořena kovová, částečně třídimenzionální, mapa Prahy, které by byla v korytech toků prohloubena. Voda ze studánky by byla odváděna k této mapě a protékala by vytvořenými koryty toků. Ideálně by voda přitékala do vltavského koryta a protékla jím celou Prahou. Pražské potoky ústící do Vltavy by pak v mapě byly teoreticky pouze slepými rameny.

I pro využití vody na místě je však nutné zajistit řízený odtok nadkapacitních průtoků nejen ze studánky, ale také pro množství vody, které by bylo svedeno na pozemku do retenčních a akumulacních prvků. Tento odtok je řešen v následující kapitole.

8.1.2.2 Odvod vody

Pokud by využití vody na pozemku (díky výparu, vsaku, retenci atd.) bylo schopno spotřebovat stálé bezdeštné průtoky ze studánky, je možné nadkapacitní průtoky odvádět stejně jako v současnosti. Do kanalizačního systému by tak při bezdeštném období neproudila žádná nadbytečná balastní voda z pozemku.

Řešení pro odtok dešťovou kanalizací se může ubírat dvěma směry. První možností je vytvoření zcela nové dešťové kanalizace, druhou je využití některých stávajících stok jednotné kanalizace, které mohou být změněny na dešťovou. Obě varianty jsou zakončeny zaústěním do odlehčovací stoky za odlehčovací komorou 1K_Sinkulova, jež odvádí vodu do Vltavy.

Trasa nové dešťové kanalizace může být vedena ulicí Ve Svahu, z které by odbočovala silnicí Podolské schody do ulice Sinkulova, kterou by byla svedena až do odlehčovací stoky na křižovatce s ulicí Podolská. V ulici Podolské schody vede stoka jednotné kanalizace, do které

nejsou vedeny žádné přípojky. Bylo by tedy nejspíše výhodné využít tuto stoku a změnit ji na dešťovou. Uvedená trasa je celá vedena pozemky vlastněnými hl. m. Prahou.

Další možnou trasu nové dešťové kanalizace lze vést ulicí Sinkulova od konce dešťové kanalizace odvádějící vodu ze studánky do jednotné kanalizace. Toto zaústění je na křižovatce ulice Sinkulova a Na Zlatnici. Trasu lze ulicí Sinkulova vést až na křižovatku s ulicí Podolská, kde by se napojila do stávající odlehčovací stoky vedoucí do Vltavy.

Výhodnější by však bylo v této trase využít jednu ze dvou stok jednotné kanalizace a změnit ji na kanalizaci dešťovou. V ulici Sinkulova vedou až do odlehčovací komory dvě stoky jednotné kanalizace, jedna je kameninová z roku 1947 a má profil 250 mm, do této stoky je svedena i studánka. Druhá stoka má profil VP500/875 a je zděná z roku 1928. Pro změnu na dešťovou kanalizaci by bylo výhodné vybrat stoku s větším profilem (VP500/875) a napojit na ni dešťovou vodu z okolních domů, zároveň by bylo nutné přepojit stávající přípojky do druhé stoky a spočítat, zda dimenze obou stok vystačí. Dešťová stoka by pak nebyla svedena do odlehčovací komory, ale do odlehčovací stoky za komorou. Bylo by také nutné přeměřovat přítok z předcházející části změněné jednotné kanalizace. Toto přepojení by bylo realizováno uzavřením začátku změněné stoky a průtoky z předcházející by pokračovaly do stoky v ulici Na Zlatnici, která je na tento úsek již napojená. Vzhledem k poměrně malým průtokům by měly stávající dimenze stačit.

U všech těchto návrhů bude nutné přepočítat dimenze stávajících stok, spočítat dimenze nových stok a zjistit, zda je opravdu prostorově možné nové stoky vystavět.

8.1.2.3 Vybrané varianty řešení

Varianta využití celého objemu vody na místě a ponechání napojení nadkapacitních průtoků do jednotné kanalizace nebude dále rozebírána, protože nemá takový potenciál jako ostatní varianty.

Variantami bez částečného využití vody na pozemku se nebudu dále zabývat, neboť cílem této studie je i snaha o využití celého potenciálu lokality. Jejich řešení však bude součástí variant kombinujících využití vody na místě a jejího částečného odtoku.

Všechna vybraná řešení jsou tak kombinací odtoku a využití vody na místě. Pro odtok je možné vytvořit novou dešťovou kanalizaci nebo změnit jednotnou kanalizaci v ulici Sinkulova na dešťovou.

Pro využití vody na pozemku je nutné při dalším projektování vypočítat nutné retenční objemy, výpary a vsaky, které však musí být řešeny již s daným projektem. V tomto kroku je

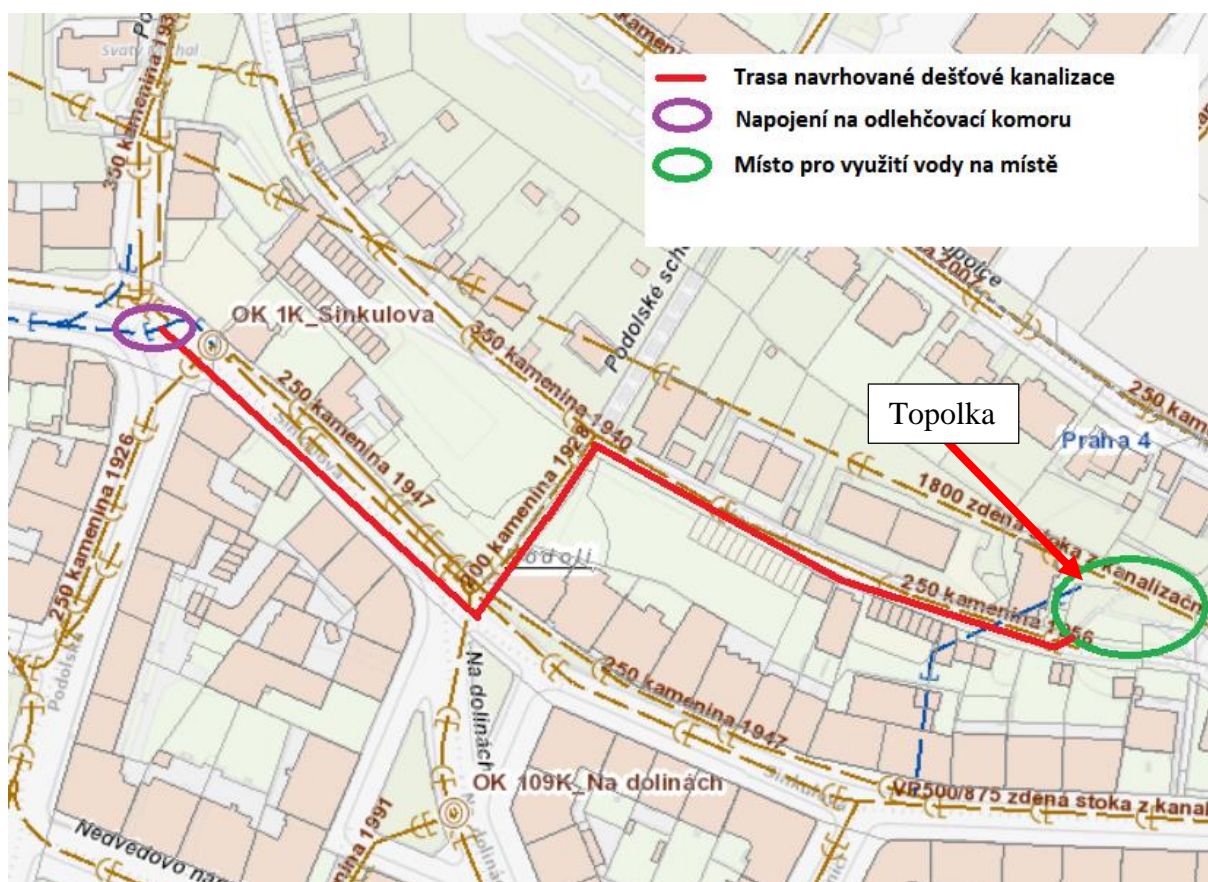
také nutné přizvat odborníky z různých odvětví, kteří by dopomohli plně naplnit potenciál, zamezili vytvoření chyb z důvodu neznalosti a zajistili estetičnost a životnost projektu.

Prvky využitými na pozemku mohou být:

- vysázená zeleň,
- komunitní zahrádky,
- vodní prvky – archimédův šroub, ruční pumpa, stavidla, vodní mlýnky ad.,
- retenční a akumulací nádrže (nadměrní i podzemní),
- spojovací kanály,
- mapa Prahy s protékající vodou,
- naučné tabule,
- městský mobiliář

Řešení 1

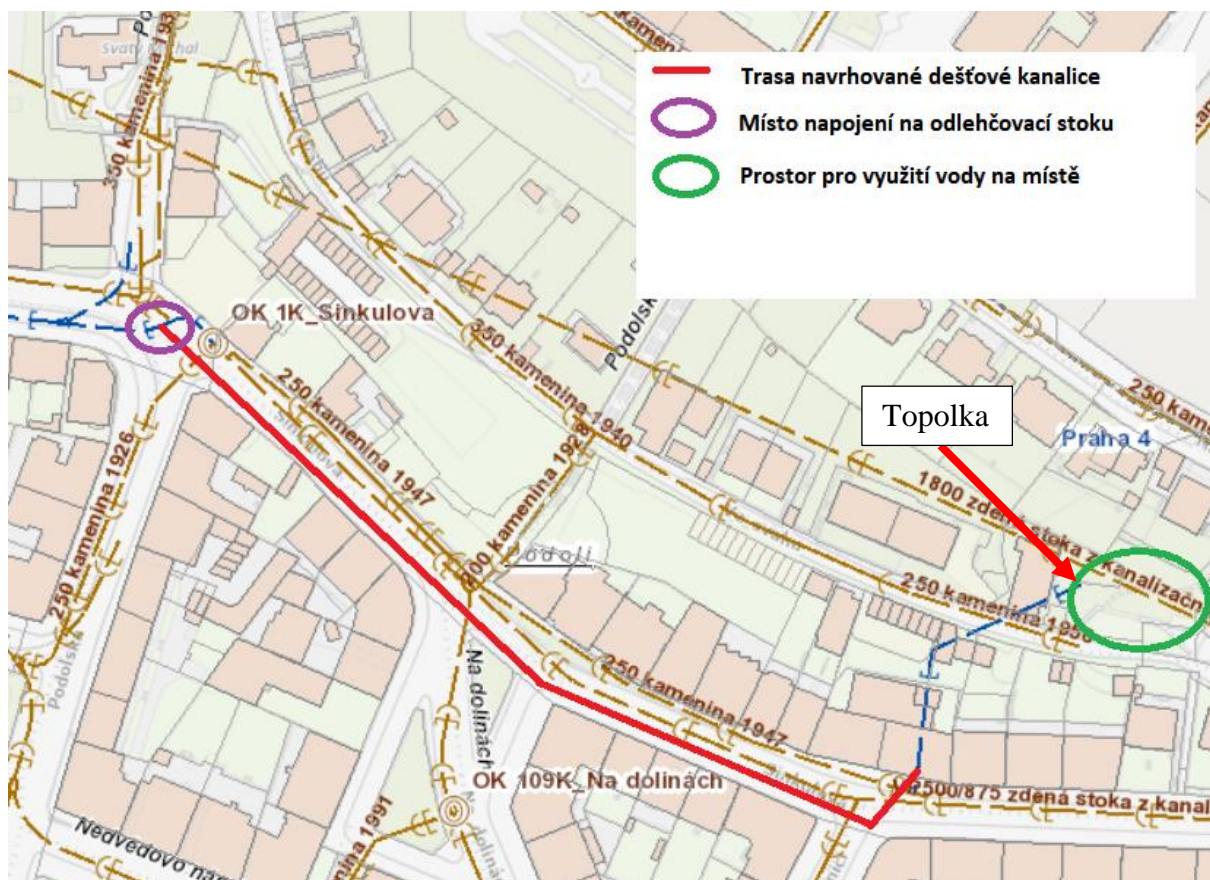
Částečné využití vody na místě a částečný odtok nově vytvořenou dešťovou kanalizací ulicí Ve Svahu, Podolské schody a Sinkulova do odlehčovací stoky v křižovatce s ulicí Podolská. Varianta počítá s napojením dešťové vody z okolí do předmětné dešťové stoky.



Obrázek 49 – Řešení 1

Řešení 2

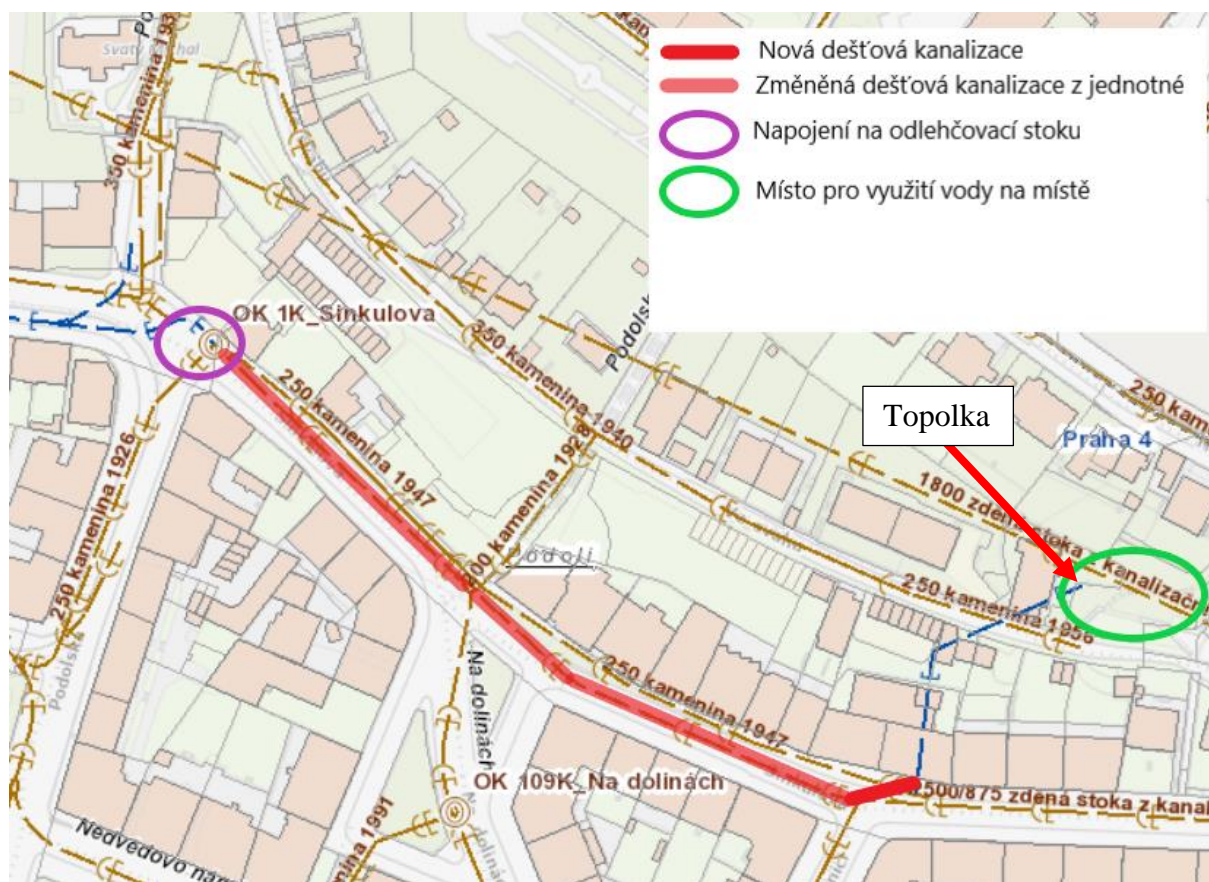
Částečné využití vody na místě a částečný odtok nově vytvořenou dešťovou kanalizací ulic Sinkulova do odlehčovací stoky v křižovatce s ulicí Podolská. Varianta počítá s napojením dešťové vody z okolí do předmětné dešťové stoky.



Obrázek 50 – Řešení 2

Řešení 3

Částečné využití vody na místě a částečný odtok dešťovou kanalizací v ulici Sinkulova, která bude vytvořena změnou stoky jednotné kanalizace a přepojením jejích přípojek do druhé stoky jednotné kanalizace, nacházející se v této ulici. Dešťová stoka bude ulicí Sinkulova odvedena do odlehčovací stoky v křižovatce s ulicí Podolská. Varianta počítá s napojením dešťové vody z okolí do předmětné dešťové stoky.



Obrázek 51 – Řešení 3

8.1.3 Srovnání řešení

Přínosy daných řešení se porovnávají v několika kategoriích, které v sobě skrývají sociální, ekonomické i environmentální přínosy. Kategorie přínosů jsou ekosystémové služby (regulační, zásobovací, kulturní, ekologické a ostatní) a velikost investice na výstavbu a provoz.

Vzhledem k návrhu částečného využití vody na pozemku ve všech řešeních je velká část těchto přínosů ve všech variantách stejná, porovnam proto pouze přínosy, ve kterých se varianty liší. Řešení 1 a 2 v sobě skýtají vytvoření nových dešťových kanalizací vedených v různých trasách. Jejich porovnání bude tedy převážně se zřetelem k ceně.

Hlavními regulačními přínosy všech řešení je zadržetí vody (zlepšení vsakových a evaporačních podmínek), regulace odtoku i při přívalových deštích (akumulace a retence) a regulace místního klimatu (teplota, vlhkost, proudění vzduchu).

Zásobovacími přínosy budou převážně produkce plodin (komunitní zahrádka – ovoce, zelenina, bylinky nebo i květiny) a produkce biomasy, vytvořené při údržbě (posekaná tráva a dřevní hmota z prořezů).

Velký přínos je v kulturní oblasti, a to zejména v nárůstu estetické hodnoty (zlepšení vzhledu lokality) a rekreační (lavičky, travní plochy, vodní prvky), socializační (setkávání občanů) a vzdělávací funkci (především díky naučným tabulím).

Dá se očekávat i vysoké zvýšení biodiverzity, ke kterému může přispět i výsadba travin a dodání či rozmnožení místních organismů (mloci, čolci...).

Ostatními přínosy, nespádajícími do výše zmíněných kategorií, mohou být nárůst hodnoty okolních pozemků a vyšší atraktivnost okolí, což může způsobit i vyšší poptávku po službách v dané lokalitě.

Řešení výstavby nové kanalizace přináší pozitivum v přesnějším dimenzování daných stok. V řešení 3 (změna jednotné kanalizace na dešťovou) je dimenze budoucí dešťové stoky již daná, a proto nemusí vycházet ideálně. Při dimenzování je nutné počítat s napojením dešťových vod z okolních pozemků a do budoucna i s možným napojením nových dešťových stok, odvodňujících širší okolí.

Pro výpočet přibližné ceny nové kanalizace jsem vybrala plastové potrubí s profilem DN500. Materiály v řešení 3 jsou vybírány na základě stávajících materiálů. Ceny jsem odhadla podle publikace Ministerstva pro místní rozvoj – Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí – Aktualizace 2021. Tabulky s popisem cen jsou vidět na obrázcích 41 a 42. Z této publikace jsem převzala i investice nutné pro další úkony. Cenu čištění kanalizace jsem odhadla podle cen na trhu na 180 Kč/bm.

3.2 Potrubí uložené v asfaltové vozovce							
Konstrukčně materiálová charakteristika trub	Profil potrubí DN v mm						
	250	300	400	500	600	800	1000
plastové	13 600	15 100	18 500	21 100	–	–	–
litinové	16 900	19 300	24 600	29 200	32 900	–	–
sklolaminátové	15 000	15 900	18 900	20 800	22 600	29 000	34 100
betonové	–	17 600	20 000	21 700	24 000	–	–
železobetonové	–	18 000	20 600	22 200	24 900	32 800	39 100
kameninové obetonované	17 300	18 900	22 600	26 800	30 600	–	–

Podklad AQUATIS, a.s.

Náklady v Kč za 1 bm.
 V cenách jsou zahrnuty náklady na řezání asfaltového krytu, odstranění krytu a podkladních vrstev vozovky v celkové tl. 550 mm, hloubka výkopu 3 m.
 Veškeré výkopy a suť se odvezou a uloží na skládku do 10 000 m + poplatek za skládku.
 Zásyp rýhy štěrkokopiskem nebo recyklovaným materiálem.
 Celkové náklady obsahují podíl kanalizačních šachet (na 30 m potrubí 1 ks šachty).

Obrázek 52 – Cena výstavby potrubí uloženého v asfaltové vozovce [65]

3.7 Domovní přípojky splaškové a dešťové		
Konstrukčně materiálová charakteristika trub	Profil potrubí DN v mm	
	150	200
plastové	5 200	5 700
kameninové obetonované	6 100	7 100

Podklad AQUATIS, a.s.

Cena zahrnuje náklady na zemní práce (hloubka výkopu do 2,0 m), vlastní potrubí přípojky včetně tvarových kusů, napojení na stoku a úpravu povrchu.
 Uliční vpusti prefabrikované nejsou součástí ceny přípojky. Cena za 1 ks včetně zemních prací, tvarovek a obetonování je **22 700 Kč** v nezpevněné ploše a **29 800 Kč** ve vozovce.
 Pro dešťové přípojky z plastových trub lze použít plastovou uliční vpusť v ceně cca **24 200 Kč**.

Obrázek 53 – Cena výstavby domovní přípojky splaškové a dešťové kanalizace [65]

Pro **ŘEŠENÍ 1** je přibližná délka trasy 315 m. Přibližně 130 m v ulici Ve Svahu, 65 m v ulici Podolské schody a 120 m v ulici Sinkulova. Cena jednoho běžného metru plastového potrubí DN500 je 21100 Kč. Cena pro 315 m je rovna 6646500 Kč, tedy necelých **6,65 mil Kč**.

Pro **ŘEŠENÍ 2** je přibližná délka trasy 280 m. Celá trasa vede ulicí Sinkulova. Vybrané potrubí je stejné jako v řešení 1, tedy 21100 Kč/bm. Cena pro 280 m je rovna 5908000 Kč, tedy necelých **6 mil Kč**. Tato cena je tedy přibližně o 650 tisíc Kč nižší než u řešení 1.

Pro **ŘEŠENÍ 3** je nutné vypočítat cenu přepojení všech splaškových domovních přípojek na nezměněnou stoku jednotné kanalizace, přepojení stoky do odlehčovací stoky, sanaci stoky a napojení odtoku ze studánky. Domovních přípojek je na předmětnou část stoky napojeno dvanáct. Pro jejich přepojení je nutné investovat přibližně 85200 Kč (7100 Kč/přípojku), pro přepojení stoky 195500 Kč (napojení železobetonové stoky profilu DN1000 na necelých 5m s cenou 39100 Kč/bm), pro napojení dešťové stoky ze studánky 346000 Kč (napojené kameninové potrubí DN200 s cenou 17300 Kč/bm), pro vyčištění stoky 45000 Kč (cca 250 bm

za 180 Kč/bm). Dohromady tedy přibližně **671 tisíc Kč**. Tato varianta řešení je tedy cenově nejvýhodnější.

8.1.4 Doporučení řešení

Jako optimální řešení bych zvolila variantu řešení 3, a to z důvodu její nejnižší ceny. Ceny řešení jsou vidět v tabulce 7.

Do budoucna by bylo příhodné ve vytváření dešťových kanalizací pokračovat a pokusit se přecházet do modelu oddílné dešťové kanalizace s použitím prvků MZI.

Ostatní přínosy jsou pro všechna řešení obdobné.

Tabulka 7 – Cenové porovnání variant řešení

ŘEŠENÍ 1 - nová kanalizace v ulici Ve Svahu	6,65 mil. Kč
ŘEŠENÍ 2 - nová kanalizace v ulici Sinkulova	6 mil. Kč
ŘEŠENÍ 3 - změněná kanalizace v ulici Sinkulova	0,671 mil. Kč

8.2 Studie vodoteče v parku Willyho Brandta

8.2.1 Popis lokality

8.2.1.1 Obecný popis parcely a okolí

Vodoteč v parku Willyho Brandta protéká katastrálním územím Bubeneč parcelami 1320/1, 1320/7 a 1318/1, na které je zaústěna do jednotné kanalizace. Park má rozlohu přibližně 10800 m² a je částečně vlastněn hl. m. Prahou, ale spravován Městskou částí Praha 6 (parcely 1320/1 a 1320/7) a právnickým subjektem Nebeský klid, a.s. Celý park je památkově chráněn. Způsob využití je vysázení zeleně a druh pozemků je ostatní plocha. Park od jihu klesá z přibližné nadmořské výšky 210 m do přibližně 190 m, uprostřed parku se nachází erozní údolí, kterým protéká předmětná vodoteč. Přibližná nadmořská výška parku je 200 m. Z jihu na sever je park dlouhý necelých 300 m. V parku jsou pěší cesty, pomník Willymu Brandtovi a dva prameny, jež napájí vodoteč – pramen Ve Struhách a Pod Pumpou. V parku jsou vysázené převážně listnaté stromy a je zatravněn. Na jihu se nachází fotbalové a dětské hřiště.

V okolí jsou převážně bytové a firemní domy se zahradami. Na západě parku se nachází Strnadova vila, na severu Interní nemocnice Bubeneč. V blízkém okolí jsou dvě mateřské školy, jedna soukromá na severovýchodě a druhá spojená se základní školou na jihovýchodě. Na severu se za nemocnicí přes ulici Maďarská nachází zatravněný park s listnatými stromy – park Generála Lázara Cárdenase. Ještě dál na severu za ulicí Antonína Čermáka se nachází hřbitov Bubeneč.

Tento park je pozůstatkem Bučkových sadů z 18. století, který ve druhé polovině 19. století zpustl a byl rozprodán. Předmětná vodoteč byla od roku 1901 zdrojem vody pro první bubenečský vodovod. Zprvu se pozůstatku sadů říkalo Ve Struhách (jako jednomu z pramenů), ale v říjnu 2011 byl pojmenován po nositeli Nobelovy ceny za mír Willym Brandtovi. V minulosti byla tato vodoteč nejspíše přítokem Veleoslavínského potoka.



Obrázek 54 – Vodoteč v parku Willyho Brandta [68]



Obrázek 55 – Park Willyho Brandta a jeho okolí [69]



Obrázek 56 – Podrobná situace parcely

8.2.1.2 Vydatnost a kvalita vody

Vydatnost vodoteče je odhadnuta ze součtu vydatností pramenů, kterými je zásobena. Pramen Ve Struhách v jižní části parku má vydatnost 2 l/s a severní pramen Pod Pumpou 1 l/s, vydatnost vodoteče jsem tedy stanovila na 3 l/s.

Voda není pitná z důvodu vyšších hodnot dusičnanů a chloridů. Voda vykazuje i známky zvýšené mineralizace, převážně vápníku a hořčíku, voda nebyla testována na bakteriální znečištění.

8.2.1.3 Geologické poměry

Vyvěřající voda je nejspíše z vltavské terasy říčních písčitých štěrků. Geologický podklad je tvořen usazenými ordovickými horninami barrandienského synklinoria. Konkrétně je tvořen černošedými, hustě slídnatými jílovitými břidlicemi.

8.2.1.4 Kanalizační soustava

Vodoteč je zatrubněna do stoky jednotné kanalizace na severu parku, tato stoka je gravitační, betonová s profilem 400 mm, její věk není známý, proto odhaduji, že je vysoký. Tato stoka se po přibližně 50 m napojuje v ulici Maďarská na zděnou sběrnou stoku z kanalizačních cihel z roku 1925 s profilem VP1200/2000. Po necelých 6 m se do této stoky napojuje i stoka vedoucí ulicí Chitussiho. Tato stoka je kameninová z roku 1938 a profilem 300 mm. Sběrač se přibližně po 50 m napojuje do odlehčovací komory 121C_Maďarská, v tomto úseku se do sběrače napojuje ještě jedna stoka.

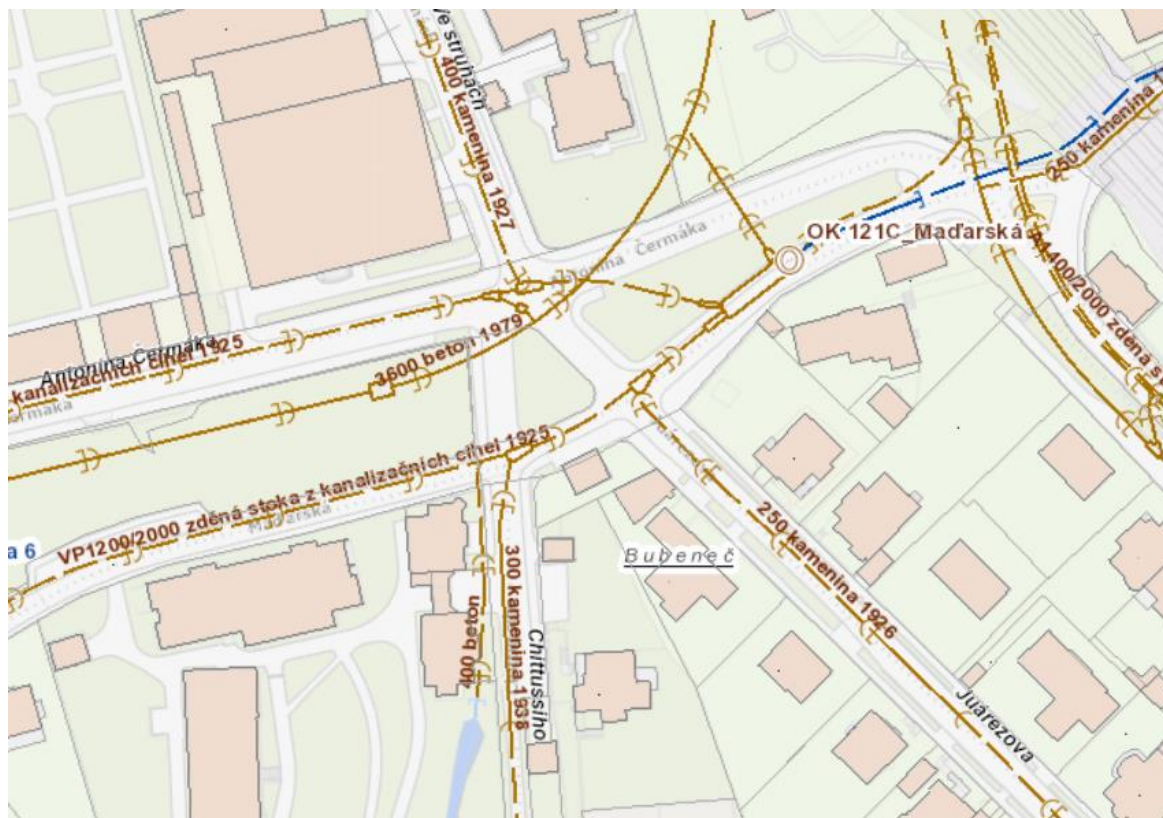
Podél vodoteče a následného zatrubnění vede stoka v ulici Chitussiho, která se napojuje na sběrač po necelých 6 m (viz výše).

Severní částí parku Generála Lázara Cárdenase probíhá přibližně 15m pod zemí Kmenová stoka K, která je betonová, má profil 3600 mm a je z roku 1979.

V ulici Antonína Čermáka na severním okraji parku Generála Lázara Cárdenase vede zděný sběrač jednotné kanalizace s profilem VP900/1600 z roku 1925, který se také napojuje do odlehčovací komory 121C_Maďarská.

Odlehčovací komora 121C_Maďarská leží v ulici Maďarská mezi křižovatkami s ulicemi Juárezova a Goetheho. Odlehčovací stoka vede na východ pod železniční dráhou, podél ulice Mlýnská, kde je částečně odtrubněna až do toku Malá říčka, jenž je zatrubněn pod plavebním kanálem Troja-Podbaba a čistírnou odpadních vod na Císařském ostrově do Vltavy.

V okolí se nenacházejí žádné splaškové ani dešťové stoky.



Obrázek 57 – Kanalizační síť v lokalitě

8.2.1.5 Ostatní inženýrské sítě

Rozváděcí vodovod vedoucí ulicí Maďarská je z roku 1984, je litinový a má profil DN150. Tento vodovod je napojený na rozváděcí vodovod do ulice Chittussiho, který končí poblíž místa zatrubnění vodoteče. Tento vodovod je také litinový, má profil DN100 a je z roku 1934. Další vodovodní potrubí vedou ulicí Antonína Čermáka a Juárezova. Vodovod v ulici Chittussiho vede i severně od ulice Maďarská.

Sítě elektrického vedení vedou všemi zmíněnými silnicemi a zároveň i parkem Willyho Brandta, kde přivádějí elektrickou energii pro osvětlení pěších cest. Sítě elektrického vedení jsou i v zatravněných částech mezi ulicemi Maďarská, Antonína Čermáka a Chittussiho, na těchto plochách je vystavěno veřejné osvětlení.

Plynovod vede v ulicích Antonína Čermáka, Juárezova a v severní části ulice Chittussiho, odkud pokračuje ulicí Maďarská na východ. Plynovod vede i přes park Generála Lázara Cárdenase od parcely 1534 k.ú. Bubeneč k parcele 1318/2 k.ú. Bubeneč.

Tepl vodovod zde není přítomný.

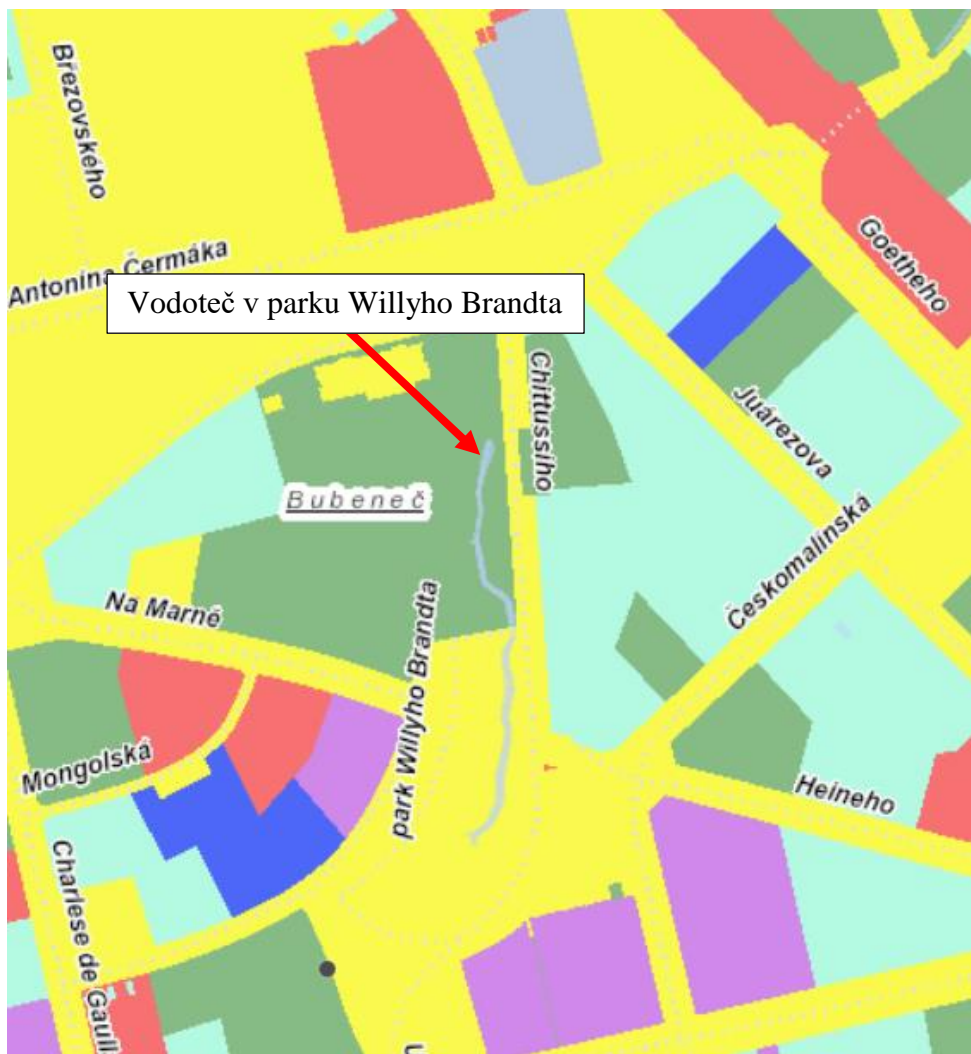


Obrázek 58 – Ostatní inženýrské sítě v lokalitě

8.2.1.6 Vlastnická práva a územní plán

V okolí je mnoho pozemků vlastněných hl. m. Prahou, stejně jako jižní část parku Willyho Brandta. Ostatní vlastnická práva jsou rozdělena mezi tuzemské právnické a fyzické osoby s výhradním, ale i podílovým vlastnictvím.

Podle územního plánu je severní část pozemku veřejným vybavením a jižní část v kategorii parky, historické zahrady a hřbitovy. Do této kategorie spadá i park Generála Lázara Cárdenase. Další pozemky v okolí jsou převážně čistě a všeobecně obytné.

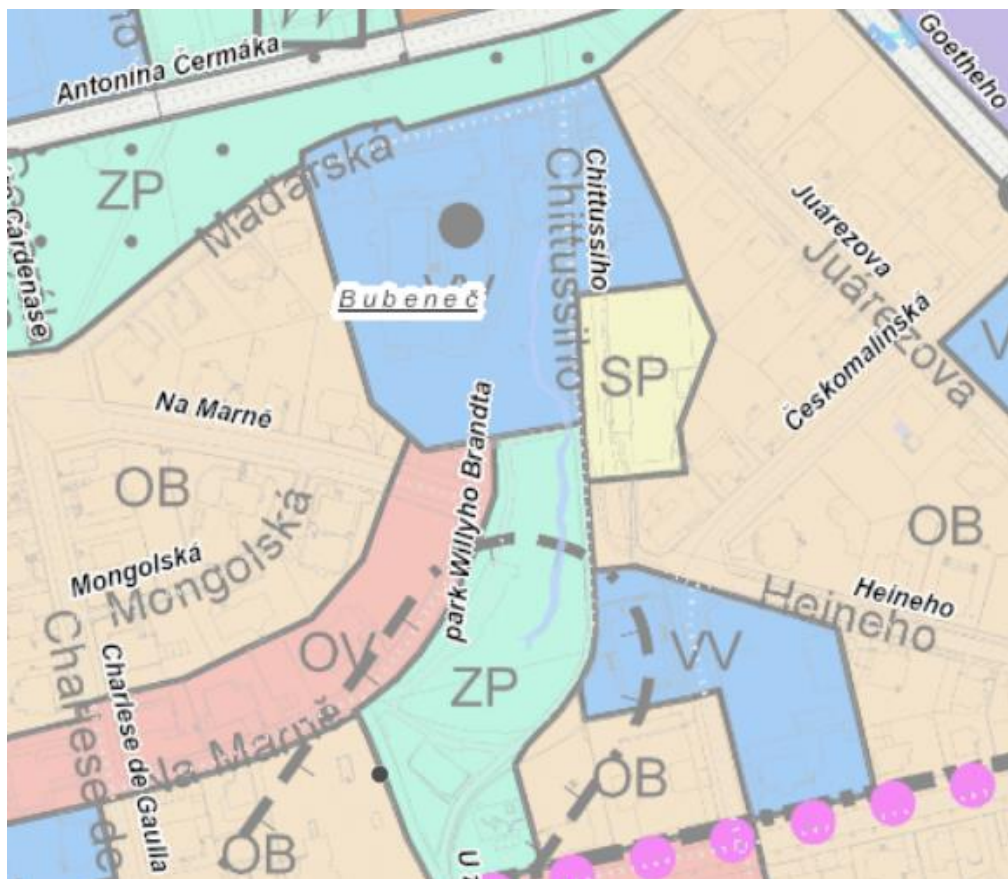


Obrázek 59 – Majetková mapa lokality

1.1 Majetková mapa IPR

- ČR včetně státem ovládaných subjektů
 - Hl.m. Praha včetně jím ovládaných subjektů bez MČ
 - Městské části hl.m. Prahy včetně jimi ovládaných subjektů
 - Kraje ČR mimo hl.m. Prahu včetně jimi ovládaných subjektů
 - Obce ČR mimo hl.m. Prahu včetně jimi ovládaných subjektů
 - Zbývající tuzemské právnické osoby
 - Tuzemské fyzické osoby
 - Zjištěné a zařazené zahraniční subjekty
 - Subjekty nezařazené do jiných skupin
 - Podílnictví dvou a více subjektů různých skupin
 - Subjekt z KN nezjištěn
- Graficky neidentifikované podíly skupin

Obrázek 60 – Legenda majetkové mapy



Obrázek 61 – Územní plán

veřejné vybavení	VV	veřejné vybavení
veřejné vybavení	VVA	armáda a bezpečnost
zeleň	ZP	parky, historické zahrady a hřbitovy
obytné území	OB	čistě obytné
pěstební plochy	OP	orná půda, plochy pro pěstování zeleniny
obytné území	OV	všeobecně obytné
území sportu	SP	sportu

Obrázek 62 – Legenda územního plánu

8.2.2 Návrhy řešení

8.2.2.1 Využití na místě

Pro využití na místě je možné využít prostor jižního pozemku, neboť je vlastněn hl. m. Prahou, nemusel by se tedy řešit odkup či zavedení věcného břemena. Na tomto pozemku se rozprostírá park Willyho Brandta. Na místě lze vytvořit akumulací či retenční nádrže. Nadzemní nádrže by podporovaly výpar a estetičnost prostředí. Lze vytvořit i nádrže podzemní, ty však nemají tolik pozitivních dopadů. V parku je vysázena zeleň a je o něj pečováno. Vytvoření nádrží by mělo být prováděno esteticky a přírodně.

Místem pro částečné odtrubnění by též mohly být travnaté plochy mezi ulicemi Maďarská, Chittussiho a Antonína Čermáka. Kolem odtrubněného toku by se měla vysázet zeleň odpovídající podmínkám lokality. Na tento pozemek by se musel tok přivést podpovrchově, což je popsáno v následující kapitole.

V obou případech je nutné zajistit odtok nadlimitního objemu.

8.2.2.2 Odvod vody

Pro odvod vody lze vytvořit novou dešťovou kanalizaci nebo v části trasy změnit jednotnou kanalizaci na dešťovou. V obou případech by trasa byla obdobná a lze s ní kombinovat návrhy z kapitoly výše.

Trasa nově vytvořené kanalizace by vedla od zatrubněného toku na silnici Chittussiho, po které by byla vedena severně za ulicí Maďarská. Za touto ulicí by se stáčela směrem k odlehčovací komoře 121C_Maďarská přes zatravněné pozemky, na kterých lze tok odtrubit. Za odlehčovací komorou by se nová kanalizace napojila na odlehčovací stoku, odvádějící vodu do Malé říčky.

Druhou možností je změna jednotné kanalizace, do které je tok zatrubněn, na dešťovou. Kanalizace začíná zatrubněním toku, proto není potřeba uzavírat ji z této strany od zbylého jednotného systému. Do této stoky není podle mapových podkladů napojena žádná domovní přípojka. Tuto skutečnost je však nutné ověřit v terénu. V ulici Maďarská se napojuje do sběrače kmenové stoky C, od kterého musí být odpojena a vedena nad touto stokou pod zatravněný prostor. Sběrač je v těchto místech přibližně ve výšce 186,25 m.n.m. a stoka zatrubněného toku ve výšce 187,12 m.n.m., polohy stok je však nutno ověřit. V travnatém pásu by se musela vytvořit nová dešťová kanalizace, která by se stáčela na východ k odlehčovací komoře. Procházela by přes travnaté části, v kterých by mohla být vedena částečně povrchově. Za odlehčovací komorou by se dešťová kanalizace napojila na odlehčovací stoku, jež odvádí vodu do Malé říčky.

8.2.2.3 Vybrané varianty řešení

Vybrané varianty řešení jsou dvě. Jedna počítá s výstavbou celé nové dešťové kanalizace a druhá s částečným využitím stávající jednotné kanalizace. Obě varianty řešení počítají s vytvořením retenčních či akumulčních nádrží v parku Willyho Brandta a částečným odtrubněním v zatravněném prostoru mezi ulicemi Chittussiho, Antonína Čermáka a Maďarská.

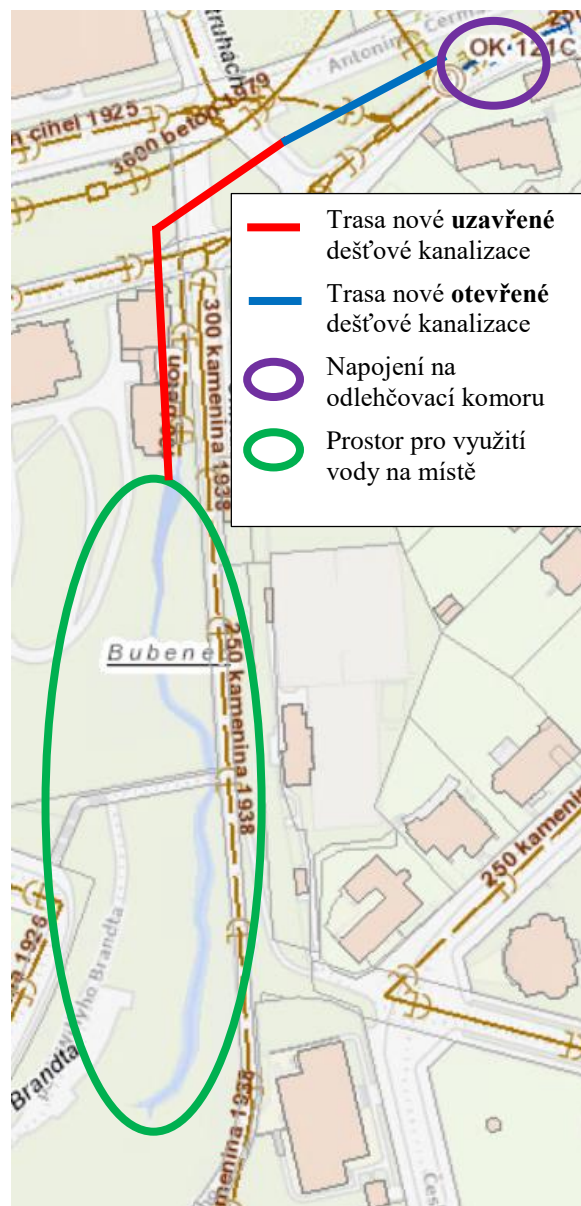
Pro výstavbu nádrží je třeba při dalším projektování vypočítat nutné retenční objemy, výpary, vsaky a další informace, které však musí být řešeny již s daným projektem.

Pro odtrubnění je nutné zjistit přesné výškové poměry křížících se stok i komunikací a ověřit jejich polohu. V prostoru odtrubnění by se měla vysázet neinvazivní zeleň, aby umocnila estetický vliv opatření.

V tomto kroku je nutné přizvat odborníky z různých odvětví, kteří by dopomohli plně naplnit potenciál, zamezili vytvoření chyb z důvodu neznalosti a zajistili estetičnost a životnost projektu.

Řešení 1

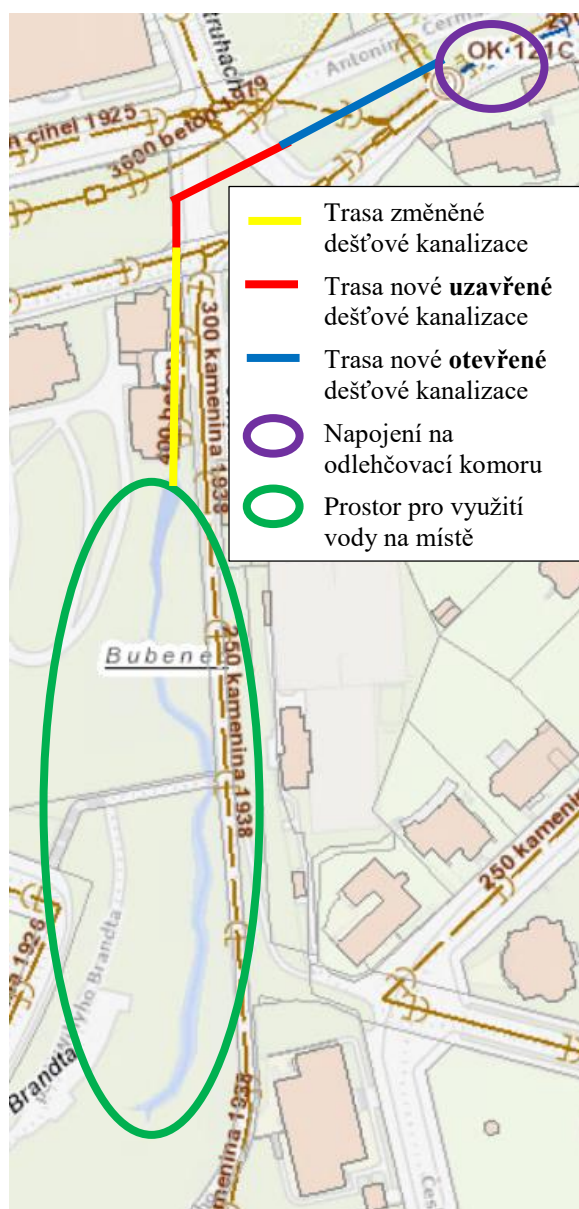
V této variantě se počítá s výstavbou nádrží v parku Willyho Brandta a vytvořením nové dešťové kanalizace od zatrubnění toku ulic Chittussiho až za křižovatku s ulicí Maďarská. Odtud bude svedena na východ až do odlehčovací stoky a v této části bude stoka povrchová.



Obrázek 63 – Řešení 1

Řešení 2

V této variantě se počítá s výstavbou nádrží v parku Willyho Brandta a využitím stávající jednotné kanalizace, jež bude změněna na dešťovou. Její napojení na sběrač kmenové stoky C bude přerušeno a dešťová kanalizace povede pod travnatý prostor za ulicí Maďarská. Odtud bude napojena nová dešťová kanalizace, která povede na východ až do odlehčovací stoky a v této části bude povrchová.



Obrázek 64 – Řešení 2

8.2.3 Srovnání řešení

Části společné pro obě varianty nebudu srovnávat, ale pouze shrnu jejich přínosy.

Vytvoření nadzemních nádrží v parku Willyho Brandta bude mít vliv na regulaci odtoku vody a jeho zadržení. Bude zadržovat část zvýšeného odtoku při přívalových srážkách. Lze tedy očekávat pozitivní vliv na mikroklima (regulace teploty, vlhkosti, proudění vzduchu a snižování tepelného ostrova). Tyto přínosy jsou regulační.

Tvorba biotopu má pozitivní vliv na možné zvýšení biodiverzity rostlin i živočichů.

Zvýšení estetické, rekreační a socializační funkce má kulturní přínos, jež sekundárně ovlivňuje i atraktivnost služeb v okolí. Zároveň se zvýší i hodnota okolních nemovitostí.

Řešení výstavby nové kanalizace nese pozitivum v přesnějším dimenzování daných stok. Stávající kanalizace nemusí mít sice ideální dimenzi, nová stavba je však finančně náročnější.

Pro výpočet přibližné ceny nové kanalizace jsem vybrala plastové potrubí s profilem DN500. Ceny jsem odhadla podle publikace Ministerstva pro místní rozvoj – Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí – Aktualizace 2021. Tabulka s popisem cen jsou vidět na obrázku 53. Z této publikace jsem převzala i investice nutné pro další úkony. Cenu vyčištění měněné jednotné kanalizace jsem odhadla podle cen na trhu na 180 Kč/bm.

3.2 Potrubí uložené v asfaltové vozovce

Konstrukčně materiálová charakteristika trub	Profil potrubí DN v mm						
	250	300	400	500	600	800	1000
plastové	13 600	15 100	18 500	21 100	–	–	–
litinové	16 900	19 300	24 600	29 200	32 900	–	–
sklolaminátové	15 000	15 900	18 900	20 800	22 600	29 000	34 100
betonové	–	17 600	20 000	21 700	24 000	–	–
železobetonové	–	18 000	20 600	22 200	24 900	32 800	39 100
kameninové obetonované	17 300	18 900	22 600	26 800	30 600	–	–

Podklad AQUATIS, a.s.

Náklady v Kč za 1 bm.

V cenách jsou zahrnuty náklady na řezání asfaltového krytu, odstranění krytu a podkladních vrstev vozovky v celkové tl. 550 mm, hloubka výkopu 3 m.

Veškeré výkopy a suť se odvezou a uloží na skládku do 10 000 m + poplatek za skládku.

Zásyp rýhy štěrkokopískem nebo recyklovaným materiálem.

Celkové náklady obsahují podíl kanalizačních šachet (na 30 m potrubí 1 ks šachty).

Obrázek 65 – Cena výstavby potrubí uloženého v asfaltové vozovce [65]

Pro **ŘEŠENÍ 1** je přibližná délka podzemní trasy 80 m, v ulici Chittussiho 70 m a 10 m při křížení vozovky v zatravněném prostoru. Cena jednoho běžného metru plastového potrubí DN500 je 21100 Kč. Cena pro 80 m je rovna 1688000 Kč, tedy přibližně 1,7 mil. Kč.

Povrchová část vedená zatravněnými prostory má délku přibližně 75 m. Cena jednoho běžného metru odvodňovacího příkopu je 3750 Kč. Cena pro 75 m je rovna 281250 Kč.

Celkové investiční náklady řešení 1 se tak rovnají přibližně **2 mil Kč**.

Pro **ŘEŠENÍ 2** je délka měněné jednotné kanalizace necelých 60 m. Cena jejího čištění bude přibližně 10800 Kč (náklady na čištění 1 bm potrubí je přibližně 180 Kč). Pro přivedení na travnatý prostor je nutná délka stoky přibližně 23 m a její cena je 485300 Kč (21100 Kč/bm).

Povrchová část vedená zatravněnými prostory má délku přibližně 75 m. Cena jednoho běžného metru odvodňovacího příkopu je 3750 Kč. Cena pro 75 m je rovna 281250 Kč.

Celkové investiční náklady řešení 2 jsou rovny přibližně **780 tisíc Kč**, což je o 1,22 mil. Kč méně než v řešení 1.

8.2.4 Doporučení řešení

Jako optimální řešení bych zvolila variantu řešení 2, a to z důvodu její nižší ceny. Ceny řešení jsou vidět v tabulce 8.

Do budoucna by bylo příhodné ve vytváření dešťových kanalizací pokračovat i ve zbytku lokality a pokusit se přecházet do modelu oddílné dešťové kanalizace s použitím prvků MZI.

Tabulka 8 – Cenové porovnání variant řešení

ŘEŠENÍ 1 - celá nová kanalizace	2 mil. Kč
ŘEŠENÍ 2 - částečné využití stávající kanalizace	0,78 mil. Kč

9 Diskuze

V této kapitole bych ráda rozvedla možnosti pokračování uvedeného výzkumu a zodpověděla vplynuté otázky. Jako první navážu na první cíl této práce, kterým byla katalogizace zdrojů na území hl. m. Prahy.

První otázkou je bezpochyby přesnost, aktuálnost a rozsah zdrojů i jejich dat. Již nyní mohu téměř s jistotou říci, že jsem nebyla schopna pojmout všechny zdroje na předmětném území. Zdroje totiž zanikají a znovu se objevují a to na různých místech a z mnoha různých důvodů.

Hlavním důvodem je měnící se objem srážek. Víme, že se nyní vyskytujeme v sušším období, a proto mnoho zdrojů vysychá (to je i jedním z důvodů, proč jsem našla méně zdrojů než Vegerův tým před přibližně třiceti lety). Některé zdroje mohou tedy pouze snížit svou vydatnost, což má za následek neaktuálnost dat, které proto musíme stále aktualizovat, aniž bychom ustrnuli v tomto počínání. Dalším důvodem kolísavosti zdrojů je zvýšená urbanizace, která má za následek přerušení toku podzemní vody, a přerušení mohou mít za následek nahromadění vody a jejich následný výron, nebo naopak vysušení podloží.

Aktualizace a zpřesňování jsou důležité převážně pro zdroje zaústěné do jednotné kanalizace. Pokud se nám nepodaří zajistit jejich odpojení, je nutné s nimi počítat při provozování kanalizační sítě. Jak je z grafů patrné, některé zdroje zabírají až 15 % (při $Q_{h,min}$) průtoku v odlehčovacích komorách. Před zaústěním do těchto komor musí však logicky zabírat ještě větší procento průtoku, neboť po cestě se mísí s dalšími průtoky ze stok a přípojek. Monitoring zdrojů nám tak může do budoucna pomoci i s nalezením hladiny podzemní vody a jejich tras.

Již nyní jsem s pracovníky PVS domluvena na pokračování tohoto projektu, jenž do budoucna počítá se zapojením zaniklých zdrojů a vyšší zainteresovanosti dalších odborníků, a to převážně lidí z praxe, kteří se s těmito zdroji setkávají. Jednou z méně prozkoumaných oblastí budou vodní plochy a historicky zatrubněné vodní toky.

Druhou otázkou je možnost návaznosti na výzkum a jeho rozšíření o další specifikace. Jednou z nich by mohla být právě kvalita vody nalezených zdrojů. S ní se váže i zjištění jejího potenciálu pro konzumní účely, jakými jsou například činnosti jako nouzové zásobování pitnou vodou, zálivka či čištění a kropení ulic.

Druhým cílem byly dvě studie, zabývající se odpojením zdrojů od jednotné kanalizace. Pokračování této části je intuitivní a je jí vytvoření projektu pro vybraná řešení a jejich následné zpracování. Pro uskutečnění je samozřejmě nutno provést mnoho dalších úkonů, získat různá povolení a odborníky, kteří dopomohou k ideálnímu stavu řešení.

10 Závěry

Tato kapitola uzavírá, shrnuje a hodnotí celou mou diplomovou práci, proto je příhodné navázat na její cíle.

Prvním cílem byla definice pojmů, bližší seznámení s problematikou a vzhled do historie městského odvodnění. Tato část byla teoretická. Snažila jsem se pojmut celé téma tak, aby i veřejnost pochopila souvislosti v něm a nutnost jeho řešení. Při diskuzích s lidmi v mém okolí jsem zjistila, že nejenom tato problematika je jim vzdálená, ale také mají pouze malý vzhled do celého městského odvodňování. Pojmy jako oddílná kanalizace nebo balastní voda jim byly často neznámé, a právě proto jsou v této části vysvětleny. V teoretické části jsou také nastíněny možnosti řešení a podrobnější historický vývoj předmětného území, který je v dané problematice velmi důležitý. Jsou v něm vidět souvislosti, návaznosti a pokrok pražského městského odvodnění.

Dalším cílem byla katalogizace zdrojů na území hl. m. Prahy. Výsledkem je mapová vrstva všech nalezených zdrojů a její tabulkový zápis. Katalogizace obsahuje kromě polohy zdrojů i jejich zaústění a u některých i vydatnost a její další názvy. Byla vytvořena pro potřeby snížení bodových balastních vtoků do jednotné kanalizace a jejich odpojení. Dalším účelem je i lehčí orientace při budoucích opravách a renovacích zdrojů. Tato mapová vrstva je poskytnuta více společnostem, které mohou pomoci při hledání nových zdrojů a aktualizaci jejich specifikací.

Jedním ze zajímavých výsledků katalogizace je velice nízký počet nalezených zdrojů zapojených do jednotné kanalizace. Z nalezených 219 zdrojů je pouze třináct z nich zaústěných do jednotné kanalizace.

Práce slouží též k porovnání minulého, současného a budoucího stavu zdrojů. Porovnání současnosti s minulostí je také součástí této práce. Nalezené zdroje byly porovnány s publikací *Prameny a vodovodní štoly na území Prahy* od Jaromíra Vegera, který s týmem hledal zdroje v letech 1987-1990. Do budoucna slouží jako základ pro další výzkum a specifikaci těchto zdrojů, a to například pro účely využití vody na čištění silnic nebo jako zdroj pitné vody.

Druhým cílem praktické části bylo vytvoření dvou studií na odpojení zdrojů od jednotné kanalizace. Pro studie jsem vybrala studánku Topolka a bezejmennou vodoteč v parku Willyho Brandta.

Studánku Topolka jsem pro studii vybrala převážně z důvodu vysokého poměru jejího odtoku k ostatní odpadní vodě ve stokách. Došla jsem u ní k závěru, že optimálním řešením je zadržetí vody na parcele, kde je možné i její následné využití pro zálivku či jako estetický prvek. Dále by se voda odváděla dešťovou kanalizací, díky využití jedné ze dvou stok jednotné

kanalizace v ulici Sinkulova, až do blízké odlehčovací stoky a následně do Vltavy. Vzhledem k historii místa, které je spjaté s kněžnou Libuší, by byla na pozemku přínosná i instalace naučných tabulí a celkové zvýšení estetiky pozemku. Náletová a neudržovaná zeleň by se revitalizovala a lákala k odpočinku a setkávání obyvatel.

Bezejmennou vodoteč v parku Willyho Brandta jsem si vybrala převážně kvůli její velké vydatnosti, která je 3 l/s. Její voda by byla částečně zadržovaná v parku a následně odvedena částečně využitou stávající jednotnou kanalizací. Tam by byla vyčištěna a přeměněna na dešťovou. Dále by voda tekla do odlehčovací stoky, která ústí do Malé říčky. V části své trasy by se tok odtrubnil a esteticky by se upravilo i jeho okolí.

Psaní této diplomové práce mi částečně potvrdilo, že je nutné se v dané problematice dále vzdělávat, zároveň je však i potřebné vzdělávat veřejnost, jež o mnoha problémech na stokové síti neví a často ani nezná hlavní principy městského odvodnění. Tomuto faktu se však nemůžeme divit, neboť žijeme právě v době, kdy se tyto principy mění. Sami odborníci již o nutné změně vědí a informují déle, ale její rozvoj v praxi je pomalejší, i když si dovolím tvrdit, že v současnosti je již znatelný.

Městské odvodnění neklade nároky na společnost, jen se může snažit o její informování a vzdělávání. Dokud se však celá společnost neshodne, že jsou potřeba inovace a nové přístupy a bude naopak bojovat proti nim, není možné se ve vývoji nikam posunout. Takto to nefunguje pouze v tematicke městského odvodnění nebo stavebnictví, ale téměř ve všech odvětvích. Otázka sucha, povodní, extrémních teplot a celkové klimatické změny je našťastí v povědomí veřejnosti již aktuální. Svými negativními důsledky varuje, takže může být lehčí společnost přesvědčit o nutnosti vodu zadržovat a využívat a ne ji pouze rychle odvádět, aniž by se využil její potenciál.

11 Seznam použité literatury

Odborná literatura

- [1] KŘÍŽ, Hubert. *Hydrologie podzemních vod: vysokoškolská učebnice pro studenty přírodovědeckých fakult vysokých škol*. Praha: Academia, 1983- [cit. 2022-10-06].
- [2] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění*. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4 [cit. 2022-10-22]
- [3] BUTLER, David, John W. DAVIES. *Urban drainage, second edition*. Abingdon: Spon Press 2004. ISBN 0-415-30607-8 [cit. 2022-10-22]
- [4] KREJČÍ, Vladimír. *Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup*. Brno: Noel 2000, c2003. ISBN 80-86020-39-8. [cit. 2022-10-22]
- [5] DATEL, Josef. *Podzemní voda ve městě*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2020. ISBN 978-80-87402-86-3. [cit. 2022-10-22]
- [6] NYPL, Vladimír a Marcela SYNÁČKOVÁ. *Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování*. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-01-01729-X.
- [7] SÝKOROVÁ, Martina, Pavel TOMÁNEK, Lýdia ŠUŠLÍKOVÁ, Nicol STAŇKOVÁ, Markéta HABALOVÁ, Martin ČTVERÁK, Jan MACHÁČ a Marek HEKRLE. *Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu*. V Praze: České vysoké učení technické (ČVUT) ve spolupráci s Univerzitou Jana Evangelisty Purkyně (UJEP), 2021. ISBN 978-80-01-06817-5.
- [8] JÁSEK, Jaroslav. *William Heerlein Lindley a pražská kanalizace*. Praha: Scriptorium, 2006. Documenta Pragensia. ISBN 80-86197-65-4.
- [9] VEGER, Jaromír. *Prameny a vodovodní štoly na území Prahy*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 1993. Výzkum pro praxi. ISBN 80-901181-2-7.

Internetové zdroje

- [10] *Studánky abecedně* [online]. Praha, 2013 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/studanky-abecedne/>
- [11] *O Studánkách* [online]. Zouhar, 2011 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <http://studanky.barvinek.net/>
- [12] *Národní registr pramenů a studánek* [online]. Praha: MOP, 2008 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <http://www.estudanky.eu/>

- [13] *Studánka*, Wikipedia: the free encyclopedia [online], San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2022-10-06], Dostupné z:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Stud%C3%A1nka>
- [14] *Studánka Okrouhlik*, Národní registr pramenů a studánek [online], Praha: MOP, 2008 [cit. 2022-10-06], Dostupné z: <https://www.estudanky.eu/1627-studanka-okrouhlik>
- [15] *Podzemní voda*, VUT v Brně [online], Brno, 2013 [cit. 2022-10-06], Dostupné z:
<https://web.archive.org/web/20130709194123/http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/PODVODA.htm>
- [16] *Kbelský pramen*, Pražská příroda [online], Praha, 2013 [cit. 2022-10-06], Dostupné z:
<http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/studanky-abecedne/kbelsky-pramen/>
- [17] *Studánka Šárecká Habrovka*, Národní registr pramenů a studánek [online], Praha: MOP, 2008 [cit. 2022-10-06], Dostupné z: <https://www.estudanky.eu/152-studanka-sarecka-habrovka>
- [18] *Vodní plochy v Česku*, Česko v datech [online], Praha, 2018 [cit. 2022-10-12]. Dostupné z: <https://www.ceskovdatech.cz/clanek/111-vodni-plochy-v-cesku/>
- [19] *Sbírka zákonů - Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, Vláda ČR, (2001), [online], [cit. 2022-10-12], Dostupné z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [20] *Katalog objektů ZABAGED*, Zeměměřický úřad [online], Praha, 2022, [cit. 2022-10-20], Dostupné z:
https://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/ZABAGED_katalog/CS/index.html
- [21] *Litovicko-šárecký potok*, Pražská příroda [online], Praha, 2013 [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-toky/litovicko-sarecky-potok/>
- [22] *Projektování oddílné kanalizace*, Ekomonitor [online], Chrudim, 2009 [cit. 2022-10-20]. Dostupné z:
<http://www.ekomonitor.cz/publikace/clanky/projektovani-oddilne-kanalizace>
- [23] *Soustavy stokových sítí*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, (2014), [online], [cit. 2022-10-20]. Dostupné z:
http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html
- [24] *Kanalizace*, KSK Praha inženýrské stavby s.r.o., Jinočany, [online], [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://ksk-praha.eu/inzenyrske-site/kanalizace/>

- [25] ČSN EN 16323, *Slovník technických termínů v oblasti odpadních vod*, (2018), [online], [cit. 2022-11-20], Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/normy/csn-en-16323-2018-06>
- [26] *Metodické příručka Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí*, Asociace čistírenských expertů České republiky, (2009), [online], [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.forumochranyprirody.cz/sites/default/files/35.pdf>
- [27] *Guide for Estimating Infiltration and Inflow*, U.S. EPA Water infrastructure outreach, (2014), [online], [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www3.epa.gov/region1/sso/pdfs/Guide4EstimatingInfiltrationInflow.pdf>
- [28] *Supplemental Documentation Volume 4*, Philadelphia Combined Sewer Overflow Long Term Control Plan Update, (2009), [online], [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: http://archive.phillywatersheds.org/ltcpu/Vol04_Modeling.pdf
- [29] *A Toolbox for Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning (SSOAP) and Applications*, Portland, (2007), [online], [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=165076
- [30] *SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací, číslo 2/2010*, SOVAK, (2010), [online], [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <https://www.sovak.cz/sites/default/files/DJMswaCKmDztMP7hN/Sovak%200210%20opt%2072.pdf>
- [31] *Základy kanalizace pro veřejnou potřebu*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, (2014), [online], [cit. 2022-11-10]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/8.html>
- [32] *Vady na potrubí: infiltrace, exfiltrace, poškození potrubí*, Wavin, (2018), [online], [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <https://blog.wavin.com/cs-cz/vady-na-potrubí>
- [33] *Odpadní vody*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, (2014), [online], [cit. 2022-11-10]. Dostupné z: http://hg10.vsb.cz/546/VHZ2/3_odpadni_vody.html
- [34] *Základní přístupy k monitoringu městského odvodnění*, Hydrosphere Břeclav, (2006), [online], [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjuy-3np7P8AhWZ_rsIHQYmCtgQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fworldwide.dhigroup.com%2F-%2Fmedia%2Fshared%2520content%2Fpresences%2Femea%2Fczech%2520republic%2Freferences%2Fclanky%2Fclanek_monitoring.pdf%3Fla%3Den&usg=AOvVaw3_4YSZvHtzvhsUQWeaJIS

- [35] *Kamera do kanalizace, A-efekt čištění a revize kanalizace*, (2017), [online], [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: <http://www.a-efekt.cz/kanalizacni-kamera.html>
- [36] *Kouřová zkouška kanalizace*, Úřad městské části Praha - Ďáblice, (2022), [online], [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: <https://dablice.cz/aktualita/21123-kourova-zkouska-kanalizace>
- [37] *Vodní hospodářství*, In-eko team, (2008), [online], [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: <https://www.vodnihospodarstvi.cz/ArchivPDF/vh2008/vh09-2008.pdf>
- [38] *Víte, co je modro-zelená infrastruktura?*, Počítáme s vodou, (2022), [online], [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/vite-co-je-modro-zelena-infrastruktura/>
- [39] *Modrozelená infrastruktura*, Národní síť zdravých měst, (2020), [online], [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/207742671-Modrozelenainfrastruktura.html>
- [40] *Tvorba zelenomodrých opatření posilujících odolnost městských ekosystémů vůči extrémním výkyvům počasí*, Fórum ochrany přírody, (2020), [online], [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: <https://www.forumochranyprirody.cz/odborne-informace/tvorba-zelenomodrych-opatreni-posilujicich-odolnost-mestskych-ekosystemu-vuci-extremnim-vykyvum-poca?highlight=WyJtb2Ryby16ZWxlbXl1MDBlMSIsImluZnJhc3RydWt0dXJhliwibW9kcm8temVsZW5cdTAwZTEgaW5mcmFzdHJ1a3R1cmEiXQ==>
- [41] *Víte, co je modro-zelená infrastruktura?*, ekolist.cz, (2022), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/vite-co-je-modro-zelena-infrastruktura>
- [42] *Zelená infrastruktura: lepší život díky řešení vycházejícím z přírody*, Evropská agentura pro životní prostředí, (2021), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/articles/zelena-infrastruktura-lepsi-zivot-diky>
- [43] *Modro-zelená infrastruktura: naděje pro řeky, naděje pro člověka*, JV PROJEKT VH s.r.o., (2017), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/13503839/>
- [44] *Interior of the Great Sewer (Cloaca Maxima)*, Mondadori Electa S.p.A., Milano, (2011), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <http://ancientrome.ru/art/artworken/img.htm?id=7858>

- [45] *Modro-zelená infrastruktura změní podobu měst. Pokud ji budeme umět vytvořit*, Počítáme s vodou, (2021), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/modro-zelena-infrastruktura-zmeni-podobu-mest-pokud-ji-budeme-umet-vytvorit/>
- [46] *Koncová odlehčovací komora kmenové stoky C v Praze - Bubenci*, Časopis Stavebnictví, (2012), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-koncova-odlehcovaci-komora-kmenove-stoky-c-v-praze-bubenci.html>
- [47] *Ve shybce pod Čechovým mostem se skrývalo šest tun nečistot*, Naše voda informační portál o vodě, (2018), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/ve-shybce-pod-cechovym-mostem-se-skryvalo-sest-tun-necistot/>
- [48] *Odlehčovací komora Dalimilova*, Správným směrem, (2016), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://spravnym.smerem.cz/Tema/Odleh%C4%8Dovac%C3%AD%20komora%20Dalimilova>
- [49] *Mariánský pramen*, Pražská příroda, (2013), [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/studanky-abecedne/mariansky-pramen/>
- [50] *Park Maxe van der Stoela - Praha*, Ověřeno rodiči, (2017), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://overenorodici.cz/cz/detail-mista/p617-park-maxe-van-der-stoela-praha>
- [51] *Povrchové retenční dešťové nádrže – zatím nevyužitá příležitost městské a příměstské krajiny*, Ekolist.cz, (2020), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/povrchove-retencni-destove-nadrze-zatim-nevyuzita-prilezitost-mestske-a-primestske-krajiny>
- [52] *Akademický senát*, Fsv ČVUT v Praze, (2022), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/senat/#pid=2>
- [53] *Jednotná kanalizace v Říčanech je problém*, Říčanský kurýr, věstník města a městského úřadu Říčany, (2020), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.kuryr-ricany.cz/clanek/jednotna-kanalizace-v-ricanech-je-problem>

- [54] *Park pod Plachtami. Jezírko, zachycující dešťovou vodu ze střech paneláků, přinese během 25 let užitek za půl miliardy korun*, Ekolist.cz, (2020), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/park-pod-plachtami.jezirko-zachycujici-destovou-vodu-ze-strech-panelaku-prinese-behem-25-let-uzitek-za-pul-miliardy-korun>
- [55] *Možná podoba luční nivy Hrádeckého potoka představena veřejnosti*, Město Plzeň, (2022), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://umo4.plzen.eu/promo/mozna-podoba-lucni-nivy-hradeckeho-potoka-predstavena-verejnosti.aspx>
- [56] *Potok odtrubnit nechceme, říkají lidé bydlicí na Skalce*, Jihlavský deník, (2016), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: https://jihlavsky.denik.cz/zpravy_region/potok-odtrubnit-nehceme-rikaji-lide-bydlici-na-skalce-20160527.html
- [57] *Hospodaření s dešťovou vodou*, Počítáme s vodou, (2013), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: https://www.pocitamesvodou.cz/wp-content/uploads/2013/11/2013-10-22_vitek-praha.pdf
- [58] *Stromy vs. roury. Nenápadně vrcholí klíčový boj o přírodní klimatizaci v rozpálených ulicích*, Deník N, (2020), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://denikn.cz/382280/stromy-vs-roury-nenapadne-vrcholi-klicovy-boj-o-prirodni-klimatizaci-v-rozpalenych-ulicich/>
- [59] *Historie kanalizace*, Pražská vodohospodářská společnost a.s., (2012), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.pvs.cz/historie/historie-kanalizace/>
- [60] *Výroční zpráva PVK 2021*, Pražské vodovody a kanalizace a.s., (2022), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj7puj9trP8AhWggf0HHfFNCFMQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.pvk.cz%2Findex.php%3Fcmd%3Ddocument%26id%3D2791&usg=AOvVaw0Vyb_ML4rjqsHJtUNXzTuE
- [61] *Centrální čištění odpadních vod hlavního města Prahy – první díl*, Časopis Stavebnictví, (2009), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-centralni-cistení-odpadnich-vod-hlavniho-mesta-prahy-prvni-dil.html>
- [62] *Centrální čištění odpadních vod hlavního města Prahy – druhý díl*, Časopis Stavebnictví, (2009), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-centralni-cistení-odpadnich-vod-hlavniho-mesta-prahy-druhy-dil.html>

[63] *Odpadní vody hlavního města Prahy a jejich cesta přes ÚČOV až do Vltavy*, Časopis Stavebnictví, (2019), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z:

<https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-odpadni-vody-hlavniho-mesta-prahy-a-jejich-cesta-pres-ucov-az-do-vltavy.html>

[64] *Historie technologie čištění odpadních vod*, Časopis Stavebnictví, (2019), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-historie-technologie-cistení-odpadnich-vod.html>

[65] *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí, Aktualizace 2021*, Ministerstvo pro místní rozvoj, (2021), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: https://www.obcepro.cz/data/ceny_ti_2021_cek.pdf

[66] *Topolka*, Pražská příroda, (2013), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/studanky-abecedne/topolka/>

[67] *Okrouhlí, studánka, pramen*, styl-studio.cz, (2022), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://styl-studio.cz/okrouhl-k-stud-nka-pramen-15746038633904060043/>

[68] *Rekreační potenciál vody v Praze*, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., (2022), [online], [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/polrustu2rekreace/default.asp?lang=&tab=8&wmap=>

[69] *Mapy.cz*, Seznam.cz, (2022), [online], [cit. 2022-12-20], Dostupné z: <https://mapy.cz/>

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Studánka Okrouhlík	1
Obrázek 2 – Kbelský pramen	2
Obrázek 3 – Studánka Šárecká Habrovka	3
Obrázek 4 – Litovicko-Šárecký potok.....	4
Obrázek 5 – Uložení kanalizace	6
Obrázek 6 – Průtok odpadních vod při dešti	8
Obrázek 7 – Kanalizační kamera.....	10
Obrázek 8 – Kouřová zkouška.....	10
Obrázek 9 – Absence principů modrozelené infrastruktury	13
Obrázek 10 – Integrované principy modrozelené infrastruktury.....	14
Obrázek 11 – Přejít od oddělené k integrované modrozelené infrastruktury.....	14
Obrázek 12 – Prvky HDV	14
Obrázek 13 – Cloaca Maxima	17
Obrázek 14 – Zanesená stoka	22
Obrázek 15 – Odlehčovací komora	22
Obrázek 16 – Ukázka odvedení vody – Mariánský pramen.....	24
Obrázek 17 – Vodní prvek – vodní mlýnek	24
Obrázek 18 – Retenční povrchová nádrž.....	25
Obrázek 19 – Rekonstrukce komunitní zahrádky v Dejvickém kampusu.....	25
Obrázek 20 – Prostor kořenů stromů nutný pro jeho růst.....	27
Obrázek 21 – Uspořádání ČOV v Bubenči a na Císařském ostrově	31
Obrázek 22 – William H. Lindley	32
Obrázek 23 – Historické schéma pražské kanalizační sítě – soustava A-B	32
Obrázek 24 – Ukázka majetkoprávní mapy v oblasti studánky Okrouhlík.....	38
Obrázek 25 – Ukázka tabulky v programu excel	40
Obrázek 26 – Graf počtu zdrojů podle druhu	40
Obrázek 27 – Graf počtu zdrojů v pražských obvodech	41
Obrázek 28 – Výsledná mapová vrstva nalezených zdrojů.....	43
Obrázek 29 – Graf počtu zdrojů v katastru.....	44
Obrázek 30 – Graf hustoty zdrojů v katastru.....	45
Obrázek 31 – Graf zdrojů podle katastru nad 1 zdroj/km ²	46
Obrázek 32 – Graf počtu zdrojů podle zaústění	47

Obrázek 33 – Graf počtu zdrojů do jednotné kanalizace.....	47
Obrázek 34 – Graf vydatnosti pramenů zapojených do jednotné kanalizace.....	48
Obrázek 35 – Graf vydatnosti studánek zapojených do jednotné kanalizace.....	48
Obrázek 36 – Graf vydatnosti studánek zapojených do jednotné kanalizace.....	49
Obrázek 37 – Porovnání studánek Okrouhlík a Topolka	52
Obrázek 38 – Vodoteč v parku Willyho Brandta	52
Obrázek 39 – Studánka Topolka	53
Obrázek 40 – Zeleň na parcele	54
Obrázek 41 – Lokalita okolí studánky Topolka	54
Obrázek 42 – Podrobná situace parcely	55
Obrázek 43 – Kanalizační síť v lokalitě	56
Obrázek 44 – Ostatní inženýrské sítě v lokalitě	57
Obrázek 45 – Majetkoprávní mapa lokality	58
Obrázek 46 – Legenda majetkoprávní mapy.....	58
Obrázek 47 – Územní plán	59
Obrázek 48 – Legenda územního plánu	59
Obrázek 49 – Řešení 1	63
Obrázek 50 – Řešení 2.....	64
Obrázek 51 – Řešení 3	65
Obrázek 52 – Cena výstavby potrubí uloženého v asfaltové vozovce	67
Obrázek 53 – Cena výstavby domovní přípojky splaškové a dešťové kanalizace	67
Obrázek 54 – Vodoteč v parku Willyho Brandta	69
Obrázek 55 – Park Willyho Brandta a jeho okolí.....	70
Obrázek 56 – Podrobná situace parcely	70
Obrázek 57 – Kanalizační síť v lokalitě	72
Obrázek 58 – Ostatní inženýrské sítě v lokalitě	73
Obrázek 59 – Majetkoprávní mapa lokality	74
Obrázek 60 – Legenda majetkoprávní mapy.....	74
Obrázek 61 – Územní plán	75
Obrázek 62 – Legenda územního plánu	75
Obrázek 63 – Řešení 1	77
Obrázek 64 – Řešení 2.....	78
Obrázek 65 – Cena výstavby potrubí uloženého v asfaltové vozovce	79

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Výhody a nevýhody jednotné soustavy	18
Tabulka 2 – Výhody a nevýhody oddílné soustavy.....	19
Tabulka 3 – Výhody a nevýhody modrozelené infrastruktury	20
Tabulka 4 – Stav stokové sítě hl. m. Prahy v roce 2021.....	33
Tabulka 5 – Porovnání nalezených zdrojů	41
Tabulka 6 – Odtok zdrojů do příslušných odlehčovacích komor a jejich specifika.....	49
Tabulka 7 – Cenové porovnání variant řešení	68
Tabulka 8 – Cenové porovnání variant řešení	80