

**České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební**

**Katedra vodního hospodářství obcí**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Studie odvádění srážkových vod při rekonstrukci ulice  
Technická, Praha 6 - Dejvice**

**Storm water drainage study of reconstructed Technická  
street, Prague 6 – Dejvice**

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

**květen 2023**

**Diana Krajíčková**



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Krajičková** Jméno: **Diana** Osobní číslo: **486015**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra vodního hospodářství obcí**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Vodní hospodářství a vodní stavby**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Studie odvádění srážkových vod při rekonstrukci ulice Technická, Praha 6 - Dejvice**

Název bakalářské práce anglicky:

**Storm water drainage study of reconstructed Technická street, Prague 6 - Dejvice**

Pokyny pro vypracování:

Cílem práce je navrhnout systém hospodaření se srážkovou vodou v ulici Technická, Praha 6 - Dejvice (úsek mezi ul. Šolínova a Studentská) s důrazem na zpomalení a využití srážkové vody v místě. Práce bude obsahovat teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zaměří na důvody a principy udržitelného hospodaření se srážkovou vodou a spektrum možných řešení. Pratická část navrhne umístění prvků hospodaření se srážkovou vodou v uličním profilu a dle jejich typu navrhne jejich podobu a retenční objem. Návrh a dimenzování bude provedeno v souladu se Standardy hospodaření se srážkovou vodou na území hl. m. Prahy.

Seznam doporučené literatury:

Krejčí a kol. Odvodnění urbanizovaných území - Koncepční přístup (2002), NOEL 2000  
Stránský, D., Bareš, V., Hora, D., Kabelková, I., Vacková, M., Vítek, J. Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy. ČVUT FSV, 2021  
Hora, D., Kříž, K., Pánek, P., Pejchal, M., Souček, J., Šmídová, Š., Vébr, L., Vítek, J. Městský standard pro plánování, výsadbu a péči o uliční stromořadí, IPR Praha, 2021

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**doc. Ing. David Stránský, Ph.D. katedra vodního hospodářství obcí FSV**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **21.02.2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **22.05.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

doc. Ing. David Stránský, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. David Stránský, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studentky

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma “Studie odvádění srážkových vod při rekonstrukci Technická, Praha 6 – Dejvice” jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22.5.2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Davidu Stránskému, Ph.D., za odborné vedení, věnovaný čas a příjemný lidský přístup. Dále bych ráda poděkovala své rodině za veškerou podporu během mého studia a spolužákům, přátelům, kteří vždy stáli při mně.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je navrhnout systém pro hospodaření se srážkovou vodou v ulici Technická, Praha 6 – Dejvice (úsek mezi ul. Šolínova a Studentská) s důrazem na zpomalení srážkové vody v místě. V teoretické části se zaměřuje na důvody a principy udržitelného hospodaření se srážkovou vodou a spektrum možných řešení. Praktická část obsahuje návrh umístění prvků hospodaření se srážkovou vodou v uličním profilu a dle jeho typu návrh podoby a retenční objem. Závěrem práce je zhodnocení zvoleného navrhnutého prvku.

**Klíčová slova:** dešťová voda, vsakování, modrozelená infrastruktura, kampus Dejvice

## **Abstract**

The aim of this bachelor's thesis is to design a system for rainwater management in Technická street, Prague 6 – Dejvice (section between Šolínova and Studentská streets) with an emphasis on slowing down rainwater in the place. In the theoretical part, it focuses on the reasons and principles of sustainable rainwater management and the spectrum of possible solutions. The practical part includes a proposal for the location of rainwater management elements in the street profile and, according to its type, a proposal for the shape and retention volume. The conclusion of the work is the evaluation of the selected designed element.

**Keywords:** rainwater, infiltration, blue-green infrastructure, Dejvice campus

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Cíl práce</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Literární rešerše hospodaření s dešťovou vodou</b> .....	<b>10</b>
3.1 Historie městského odvodnění .....	10
3.2 Hospodaření se srážkovými vodami (HDV) v urbanizovaném území .....	11
3.2.1 Dílčí cíle HDV .....	12
3.3 Legislativa .....	13
3.4 Principy modrozelené infrastruktury .....	13
3.4.1 Regulační služby .....	14
3.4.2 Kulturní služby .....	14
3.4.3 Produkční služby .....	15
<b>4. Zájmové povodí</b> .....	<b>16</b>
4.1 Obecná charakteristika zájmového povodí .....	16
4.2 Klimatické podmínky .....	18
4.3 Hydrologické poměry .....	20
4.4 Pedologické poměry .....	21
4.5 Hydrogeologické poměry .....	23
4.6 Vrtné průzkumy .....	25
4.7 Zasakování srážkových vod .....	27
4.8 Střety zájmů .....	28
<b>5. Metodický postup</b> .....	<b>29</b>
5.1 Zhodnocení hospodaření se srážkovými vodami v ulici Technická .....	29
5.2 Návrh povrchových rýh s regulačním odtokem .....	29
5.2.1 Bezpečnostní vzdálenost od inženýrských sítí .....	30
5.2.2 Redukovaná odvodňovaná plocha .....	30
5.2.3 Objem přivedené srážkové vody .....	32
5.2.4 Objem regulovaného odtoku .....	32
5.2.5 Plnění a prázdnění retenčního prostoru .....	33
<b>6. Výsledek praktické části</b> .....	<b>34</b>

6.1 Návrh povrchových rýh s regulačním odtokem .....	34
6.1.1 Návrh povrchové rýhy s regulačním odtokem pro část 1 .....	34
6.1.2 Návrh povrchové rýhy s regulačním odtokem pro část 2 .....	37
<b>7. Závěr .....</b>	<b>40</b>
<b>8. Citovaná literatura .....</b>	<b>41</b>
<b>9. Přílohy .....</b>	<b>43</b>
<b>10. Seznam použitých zkratk a symbolů .....</b>	<b>44</b>

## 1. Úvod

V současné době je čím dál tím důležitější řešit, jak se bude nakládat s dešťovými vodami - jak v urbanizovaném území, tak i mimo města a zastavěné území. Je důležité, abychom udržovali vodu v krajině a ve městech, kde vlivem velkých betonových ploch narůstají teploty a jsou zde problémy sucha. Naší snahou by mělo být udržet vodu i v urbanizovaných územích výsadbou zeleně, díky níž se udržuje příznivější mikroklima.

Dále je snahou zpomalit odtok srážkových vod pomocí objektů určených pro hospodaření se srážkovými vodami. Je důležité, aby se předcházelo škodám a zaplavování urbanizovaného území v případě přívalových dešťů. Jelikož ve městech nám neustále narůstá množství zpevněných ploch, které mění místní koloběh vody a biodiverzitu, tak naší snahou je těmto následkům předcházet. Myslet při výstavbě moderních budov a nových sídlišť na zakomponování modrozelené infrastruktury. Jak využít například zelených střech, tak i objektů pro zadržení vody a zpomalení odtoku.

Snažíme se těmito opatřeními i zabránit možnému nedostatku vody, což je světový problém a znečištění vod. Jelikož voda je jedna z našich nejdůležitějších a nejcennějších zdrojů, tak naším úkolem je si ji udržet v krajině a nenechat ji veškerou odtéct.



## 2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je navrhnout vhodné řešení odvodnění území v ulici Technická v Pražských Dejvicích s využitím prvků modrozelené infrastruktury.

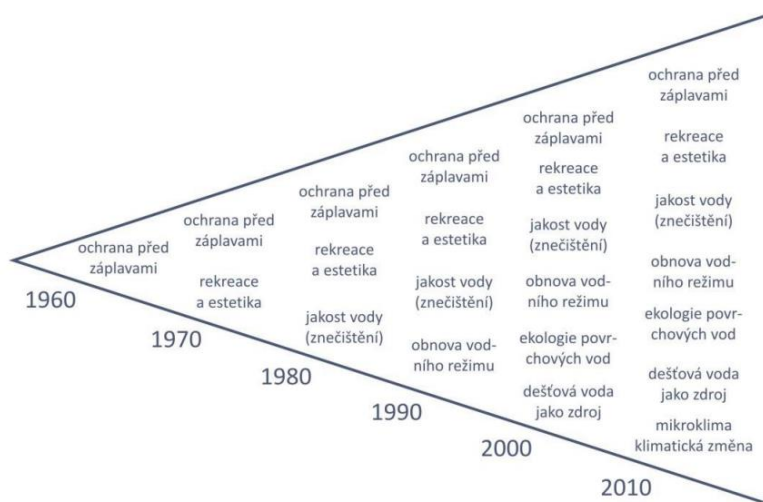
Dílčí cíle:

- Popis místních podmínek
- Návrh řešení hospodaření s dešťovou vodou
- Výběr vhodné možnosti dle místních podmínek
- Technický návrh vybraných opatření
- Ekonomické vyhodnocení

### 3. Literární rešerše hospodaření s dešťovou vodou

#### 3.1 Historie městského odvodnění

Hospodaření s dešťovými vodami sahá až do historie, kdy byla potřeba chránit obyvatele před nepříznivými vlivy dešťových srážek, jejich odtoky a povodněmi. To vedlo k vývoji hydraulických účinných systémů pro retenci vody a její zadržování v krajině. Dále její přesměrování zpět do koryta vodního toku, jezera či oceánu. V mnoha jurisdikcích je primárním cílem hospodaření se srážkovou vodou a ochrana obyvatelstva. Tyto orgány zpracovaly směrnice a standardy pro zpracovávání těchto vod. Například v Austrálii existuje směrnice na národní úrovni, jmenovitě *Australian Rainfall and Runoff* [1]



Obrázek č. 1: Vývoj cílů městského odvodnění (podle Fletcher et al., 2015) [2]

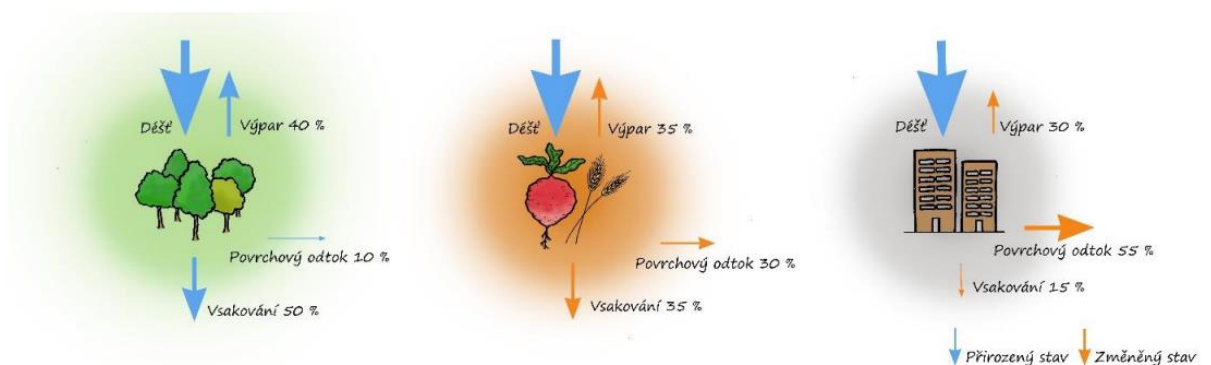
Dle Obrázku č.1 můžeme vidět postupné priority řešení a realizací objektů HDV za jednotlivá desetiletí. S čím dál pokročilejší dobou vznikají větší nároky na opatření, ochranu obyvatelstva před záplavami, estetickou stránku a zpříjemňování života ve městech. Myslí se čím dál tím více na úpravy a čištění odváděných vod do recipientu, aby nedocházelo ke znečišťování okolního prostředí toxickými látkami atp. V dnešní době se začíná čím dál tím více využívat šedých vod.

Šedé vody jsou definovány jako odpadní vody z koupelen (umyvadla, vany, sprchy, občas také pračky) a nepřicházejí do kontaktu s tzv. černou vodou (voda z toalet). Tyto vody jsou nazývány šedé díky jejich zbarvení při delší době skladování/uchovávání. Šedé vody jsou

následně recyklovány a používány znovu k zalévání a splachování. Tímto se šetří voda pitná, konkrétně u splachování se ušetří přibližně 26% pitné vody a u zálivky 40%. [3]

### 3.2 Hospodaření se srážkovými vodami (HDV) v urbanizovaném území

V urbanizovaném prostředí je problémem velké množství zpevněných a nepropustných ploch. Jde například o komunikace či střechy budov, jejichž část se pohybuje okolo 70 % i více. Jelikož se stále více staví, zpevňují se plochy, tak se mění jednotlivé složky přirozeného koloběhu vody. Změnou je to, že vlivem zpevněných ploch, se voda nevsakuje do půdního a horninového podloží. Minimum vody se vsákne a většina z ní odteče. Úroveň výparu (evapotranspirace) je nižší než v normálních podmínkách.



Obrázek č. 2: Srovnání složek koloběhu vody v přirozeném zalesněném povodí, zemědělském povodí a ve vysoce urbanizovaném prostředí [2]

Změny koloběhu vody mají dopady na různé složky životního prostředí.

- **Podzemní vodu** – Hladina podzemní vody se stále snižuje a je třeba tuto problematiku řešit, jelikož to může ohrozit zásobu pitné vody.
- **Povrchové vody** – Zde je především problém s tím, že v obdobích sucha vysychají vodní toky a chybí dotace podzemní vodou. Při zvýšených průtocích dochází k erozi dna a břehů vodního toku a odplavování vodních organismů směrem po toku. Jde o tzv. hydraulický stres. Dalším problémem v případě zvýšených srážkových odtoků je jednotná kanalizace. Jakmile je přehlcena, tak je voda skrz odlehčovací komory bez přečištění odváděna do vodního toku. Voda z jednotné kanalizace má na svědomí znečištění vodního toku, její jakost, zanesení a nepříznivý vliv na vodní organismy. Vodní tok tím pádem ztrácí svou ekologickou, estetickou a rekreační funkci.

- **Mikroklima** – snížením odparu, vlivem velkého množství zpevněných ploch, dochází k navyšujícím se teplotám ve městech a vznikají tepelné ostrovy. Je nižší vlhkost vzduchu a vyšší prašnost. [2]

Důsledky změn mají vliv nejen na kvalitu života v sídlech, ale i na organismy a faunu žijící v urbanizovaném území.

### 3.2.1 Dílčí cíle HDV

Abychom mohli zlepšit vodní režim urbanizovaných území za účelem jejich adaptace na změnu klimatu a zlepšení kvality života, tak je nutno vytvořit rámec pro HDV a tím je:

#### Stanovení strategických cílů (SC)

- **SC 1: Dosažení přirozené vodní bilance**

Jde o obnovení přirozené vodní bilance ve stávajících a nových zástavbách. Maximalizuje se vsak a výpar. Minimalizuje se odtok srážkových vod. Předcházení povodním a suchým obdobím. [2]

- **SC 2: Ochrana urbanizovaného území před zaplavením v důsledku přívalových srážek**

V tomto cíli je snahou chránit urbanizované území před zahlcením uličních vpustí a před náhlým lokálním zaplavením. V zahlceném kanalizačním potrubí náhle dochází k nežádoucímu turbulentnímu proudění a výtoku odpadní vody na terén. [2]

- **SC 3: Ochrana podzemních a povrchových vod**

Cílem je zabránit ve velkém množství přepadům vody z odlehčovacích komor jednotné kanalizace. Sníží se vnos znečištění do povrchových vod a hydraulické zatížení. Zlepší se biodiverzita, život v povrchových vodách a následné veškeré místní ekosystémy v recipientu. Předchází se i znečišťování podzemních vod. [2]

- **SC 4: Snížení potřeby pitné vody užíváním srážkové vody**

Využití srážkové vody jako zdroje užitkové vody a tím snížení nároků na výrobu, dopravu a spotřebu pitné vody. Zvýšení ochrany vodních zdrojů, prevence nedostatku vody.

- **SC 5: Zlepšení mikroklimatu ve městech**

Zvýšení vlhkosti vzduchu, snížení teploty vzduchu a tepelných ostrovů, snížení prašnosti.

- **SC 6: Podpora využití vody pro zajištění estetických, rekreačních a dalších služeb v urbanizovaných územích**

Podpora revitalizace vodních toků a vodních ploch jako součástí urbánního prostředí a jejich začlenění do struktury veřejných prostranství měst a obcí. Podpora vzniku nových vodních prvků ve veřejném prostoru. Podpora funkční sídelní zeleně. Posílení vnímání vody v urbanizovaném prostředí jako prostředku pro zvýšení kvality života. [2]

### **3.3 Legislativa**

Veškeré srážkové vody a objekty pro hospodaření s dešťovou vodou spadají pod vodní zákon č. 254/2001 Sb. [4]. Odtok patří pod Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. [5] a stavební zákon č. 183/2006 Sb. [6]

### **3.4 Principy modrozelené infrastruktury**

Modrozelená infrastruktura (dále jen MZI) je soubor přírodně blízkých a technických opatření, která propojují srážkový odtok s vegetační a vodními prvky v sídlech za účelem podpory přirozeného lokálního koloběhu vody, zvýšení ochrany jakosti vod, zlepšení mikroklimatické funkce zeleně a dalších ekosystémových služeb. [7] Můžeme se setkat i s obměnami jako je „zelenomodrá“ nebo „modrošedá“ infrastruktura. Jak není pevně daný název, tak není pevně daná ani přesná definice tohoto pojmu. Zatím není nijak zakotven v legislativě.

MZI v urbanizované krajině je tvořená sítí přírodních a technických prvků, jež nám pomáhají s adaptací na klimatické změny. Abychom z MZI mohli benefitovat, je třeba patřičně rozmístit její prvky. [8]

Modrozelená infrastruktura se nám dělí na „modrou“, jež nám zastupuje vodní plochy (např. fontány, rybníky, jezírka, tůně, mokřady, revitalizace) a objekty pro hospodaření s dešťovou vodou (dále jen HDV). Do objektů HDV nám patří břehové porosty, poldry (suché nádrže), příkopy (svodné, retenční, zasakovací) a infiltrační pásy, plochy s propustnými/polopropustnými povrchy.

Dále se dělí na „zelenou“, kam nám spadá veškerá zeleň v urbanizovaných územích (např. stromořadí, větrolamy, rozptýlená zeleň), zelené střechy a stěny (na budovách), městské zemědělství a zahradničení, parky a lesoparky (v centru města i na jeho okrajích), kořenové čistírny.

MZI má několik druhů užitků – regulační služby, produkční služby, kulturní služby a podporu biodiverzity. Jde hlavně o poskytování prostoru pro faunu a floru

#### **3.4.1 Regulační služby**

Regulační služby jsou užitky spojené s regulací přírodních procesů. Spadá sem regulace odtoku, kdy dochází k retenci vody či případně zpomalení odtoku. Důsledkem je zpomalení odvodu srážkové vody z území. Dále sem spadá redukce povodňového rizika, kvalita vody – dochází k filtrování/čištění vody a odbourávání řady znečišťujících látek, regulace hluku – pohlcování/zachycení hluku z okolního prostředí (např. z dopravy), kvalita ovzduší – zachycuje škodlivé látky z ovzduší (jako jsou prachové částice, oxidy dusíku, síry a ozón), eroze půdy – přispívá k eliminaci erozní činnosti díky zpevnění půdy kořeny a zatravněním, redukce CO<sub>2</sub> z atmosféry, regulace mikroklimatu (regulace teploty, vlhkosti a proudění vzduchu na lokální úrovni), opylení, regulace nemocí – podpora zdravého prostředí (eliminace řady chorob či jejich zmirňování – astma, civilizační nemoci, srdeční příhody, apod.).

#### **3.4.2 Kulturní služby**

Kulturní služby jsou nemateriální užitky a najdeme zde rekreační funkce, kde MZI nabízí prostor pro rekreaci a odpočinek a má vliv na psychické plus mentální zdraví obyvatel. Dále sem spadá estetická hodnota, která zvelebují a zpříjemňují vizuální vzhled blízkého okolí. Zároveň zvyšuje hodnotu nemovitostí v oblasti.

### **3.4.3 Produkční služby**

Jsou to produkty získané z ekosystému. Do produkčních služeb zařadíme produkci biomasy, která je důležitá pro údržbu zeleně v urbanizovaných územích, ale i jako např. zdroj energie v bioplynových stanicích.

Dále nám sem patří produkce dřeva ze starých stromů, které se nahrazují novými. V tomto případě je využití v omezené míře.

V neposlední řadě sem spadá i produkce plodin od tzv. městského zemědělství jako jsou například zahrádkářské kolonie, komunitní zahrada, apod. Dochází zde k pěstování ovoce, zeleniny. Plodiny mohou být i například na produkčních střešních zahradách. [9]

## 4. Zájmové povodí

### 4.1 Obecná charakteristika zájmového povodí

Řešená ulice Technická se nachází v pražských Dejvicích a je kolmá na ulici Studentská (blíže Národní Technické knihovně) a na ulici Šolínova. Ulice Technická leží konkrétněji v univerzitním kampusu mezi Vysokou školou chemicko-technologickou (VŠCHT) a mezi spojenými budovami Fakulty strojní a Fakulty elektrotechnické ČVUT.



Obrázek č. 3 Popis území

V ulici vedou dvě jedno směrné silnice s podélnými parkovacími stáními. Mezi silnicemi se nachází průběžný ostrov se stromořadím ozdobných Sakur a zelení, kde je prostor pro odpočinek a scházení se obyvatel a studentů. Aktuálně v tuto dobu je do této ulice zákaz odbočení, a především zákaz zastavení.

Vlastnictví pozemků je vyjádřeno v příloze č. 10.1.1..





Obrázek č. 4 Rovně ulice Šolínova, vpravo ulice Technická



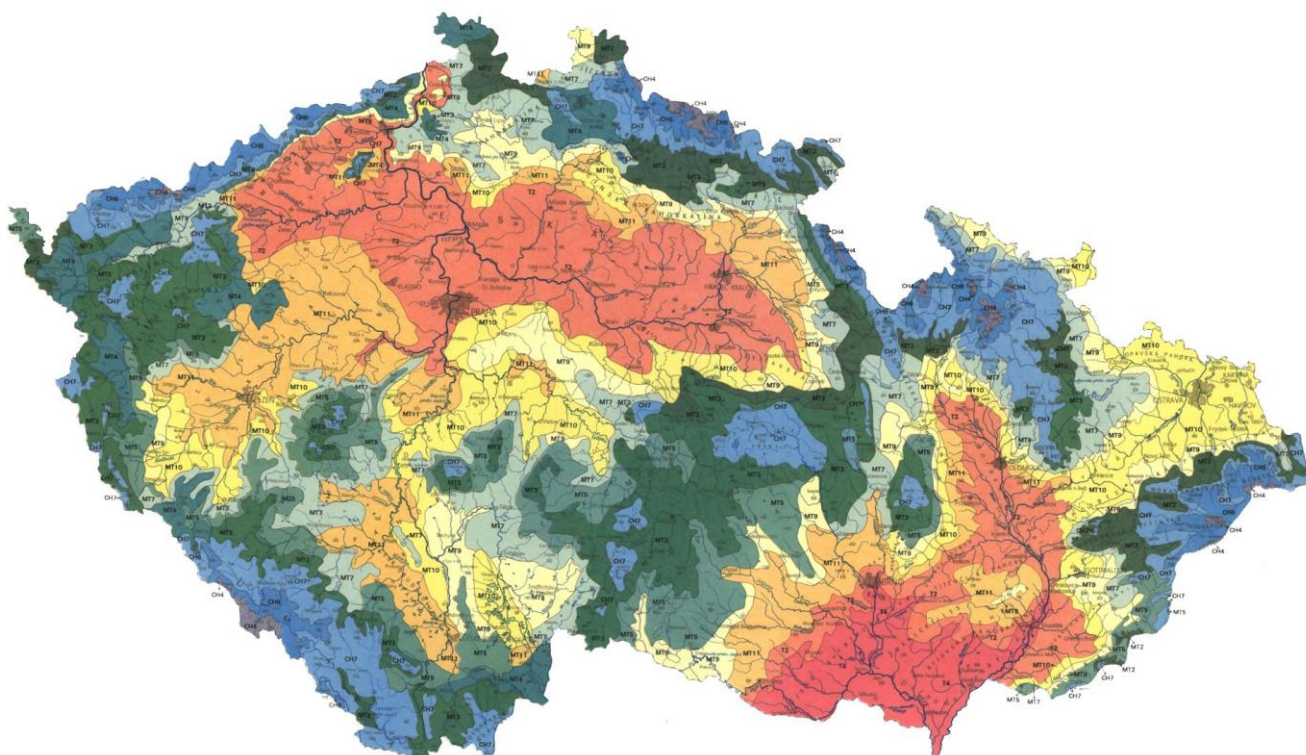
Obrázek č. 5 Ulice technická, vlevo FS+FEL ČVUT



Obrázek č. 6 Ulice Technická, vpravo VŠCHT

## 4.2 Klimatické podmínky

Zájmová lokalita, městská část Dejvice, se nachází v klimatickém regionu T2. Region T2 je s teplým až mírně suchým klimatem. Region se typický pro jeho dlouhé, teplé a suché léto s velmi krátkým přechodným obdobím s teplým až mírně teplým jarem a podzimem. Jeho zima je mírně teplá, suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.



Obrázek č. 7 Klimatické regiony ČR (dle Quitt, 1971)

Tabulka č. 1 Klimatické charakteristiky oblasti T2 [10]

Počet letních dní	50 - 60
Počet dní s teplotou alespoň 10 °C	160 - 170
Počet mrazových dní	100 - 110
Počet ledových dní	30 - 40
Průměrná teplota v lednu [°C]	-2 až -3
Průměrná teplota v dubnu [°C]	18 - 19
Průměrná teplota v červenci [°C]	8 - 9
Průměrná teplota v říjnu [°C]	7 - 9
Počet dnů se srážkami 1 mm	90 - 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	350 - 400
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	200 - 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 - 50
Počet jasných dní	120 - 140
Počet zatažených dní	40 - 50

Tabulka č. 2: Klimatické ukazatele:

Průměrná roční teplota vzduchu [11]

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
°C	9,0	9,8	9,5	9,2	7,9	9,3	9,1	8,6	10,1	10,2

Tabulka č. 3: Klimatické ukazatele

Roční úhrn srážek [12]

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
mm	589	599	531	596	752	585	615	712	587	459

### 4.3 Hydrologické poměry

*„Zájmové území se nachází v povodí řeky Vltavy, ID toku dle CEVT 10100001, ID toku dle HEIS 113900000100, č. h. p. III. řádu 1-12-02 Vltava od Rokytky po ústí, č. h. p. IV. řádu 1-12-02-0010, a náleží do útvaru povrchových vod Vltava od toku Berounka po ústí do toku Labe, DVL 0820.*

*Nejbližším vodním tokem je Vltava, resp. plavební kanál Troja – Podbaba, ID toku dle CEVT 10248418, ID toku dle HEIS 137830000400, situovaný od zájmového území cca 1,1 km severovýchodně. Z hlediska hydrogeologických rajónů základní vrstvy se lokalita nachází v HGR 6250 Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy.*

*Dle projektu *Hospodárnější užívání vod v průmyslu a energetice ČR2* je pro zájmové území z hlediska ohrožení vodních zdrojů výskytem sucha uváděno pro VÚ DVL 0820:*

- *srážkové vody – koeficient ohrožení suchem hodnota 10.17;*
- *povrchové vody – koeficient ohrožení suchem hodnota 9.00;*
- *podzemní vody – koeficient ohrožení suchem hodnota 6.00 – potencionálně rizikový*

*(vztaženo k HGR 6250 Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy).*

*Koeficient ohrožení suchem je definován v intervalu 1 – 11, kdy hodnota 1 značí nejmenší ohrožení a hodnota 11 ohrožení nejvyšší.*

***Dle regionalizace území ČR podle míry ohrožení suchem je považováno zájmové území za ohrožené.*** [13]

#### **4.4 Pedologické poměry**

*„Zájmová lokalita má městský charakter zahrnující rozsáhlý komplex objektů vysokých škol. Lze předpokládat, že v důsledku antropogenní činnosti byl prakticky zcela odstraněn původní pokryv, který je v současnosti tvořen výhradně navážkami, které mohou dosahovat lokálně až do hloubky cca 2,5 m.*

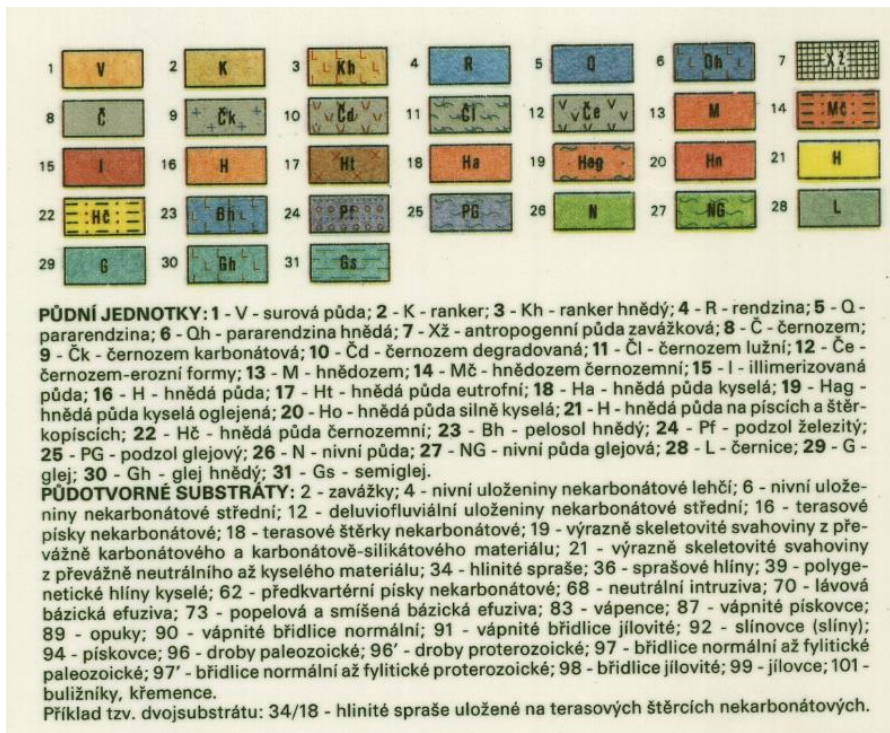
*Nejsvrchnější vrstvu v zájmovém území tedy tvoří dle půdní mapy antrozem a hnědozem. Antrozem je půda vznikající antropogenní činností a její charakter je značně proměnlivý, závislý na vlastnostech uložených zemin a hornin. Hnědozemě jsou typické pro rovinnaté či jen mírně zvlněné oblasti, kde se dříve vyskytovaly spraše nebo sprašové hlíny, neboť hnědozem vzniká ilimerizací, tj. mechanickým posunem jílových částic prosakující vodou.*

*Půdní mapa 1:50 000 ČR pro list 12-24 uvádí půdní jednotku majoritně hnědozem (M) s půdotvorným substrátem hlinitých spraší (34). Lokálně se vyskytují také hnědé půdy (H) na terasových štěrcích nekarbonátových (18) či ranker (K) na buližnicích a křemencích, viz příloha P.1.“ [13]*



Obrázek č. 8: Výřez z pedologické mapy [14]

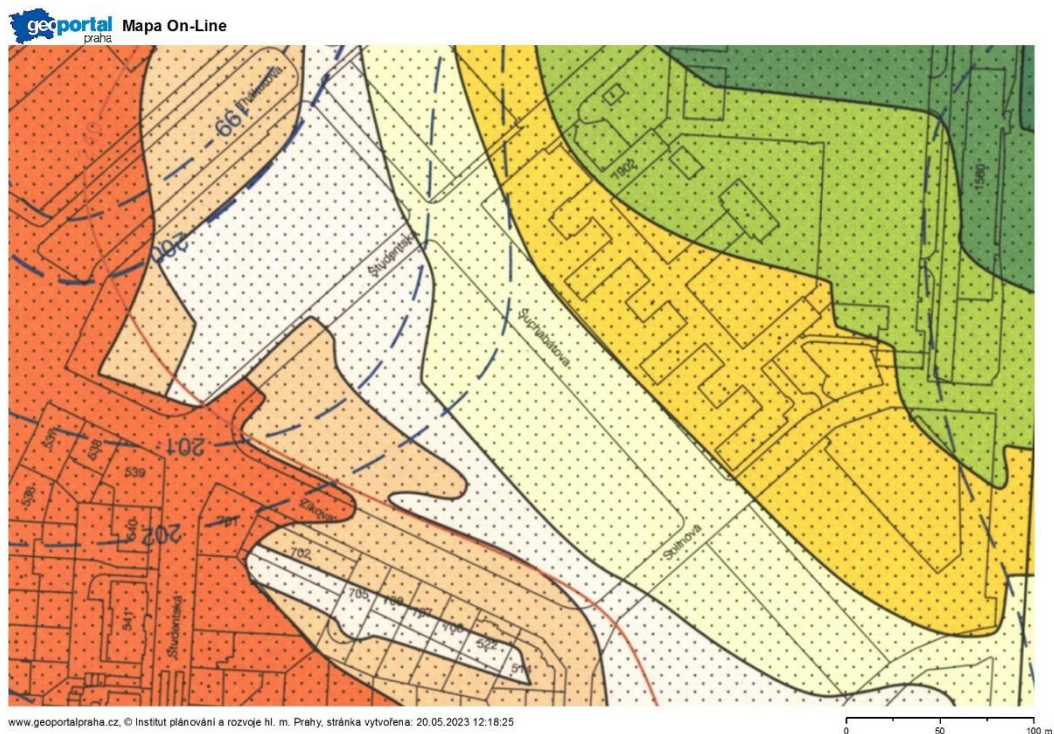
Obrázek č. 9: Legenda půdní mapy [15]



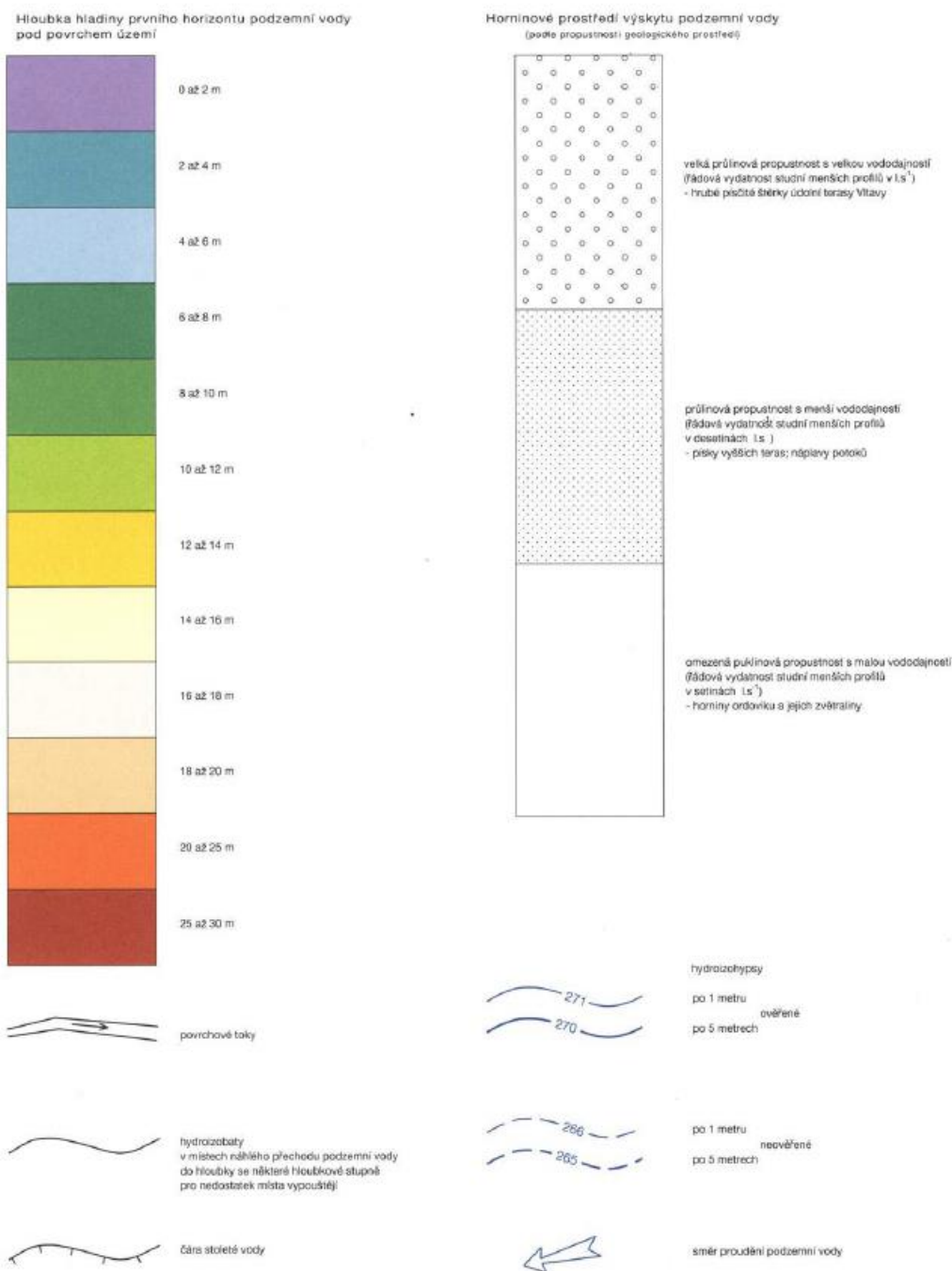
## 4.5 Hydrogeologické poměry

Řešené území se z hlediska hydrogeologických rajónů nachází v rajónu 6250, což je rajón Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoku Vltavy. Předpokládá se s průlinovou propustností s menší vododajností. Řádová vydatnost studní menších profilů je v desetinách l/s v píscích vyšších teras a náplav potoků. Transmisivita prostředí pro pražskou zastavěnou část se předpokládá  $T = 1,5 \cdot 10^{-6}$  až  $3,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Předpokládá se, že směr proudění podzemních vod bude severozápadním směrem. (Viz obrázek č.10)



Obrázek č. 10: Mapa hydrogeologických poměrů [16]



Obrázek č. 11: Vysvětlivky k mapě s hydrogeologickými poměry [13]

Úroveň hladiny podzemní vody se v uvažované oblasti pohybuje mezi hloubkami 12-16 m.



## 4.6 Vrtné průzkumy

V blízkosti zájmového území byly provedeny průzkumné vrty, které slouží k ověření geologického podloží pro výstavbu stavebních objektů, ale i pro zmapování území. [13]



Obrázek č. 12: Mapa vrtné prozkoumanosti v zájmovém území [14]

Pro naše potřeby bude využit svislý vrt č. **675717**, který byl zhotoven v roce 2004 v nadmořské výšce 216,23 m n.m. (Bpv) a byl hluboký 15 m. Hladina podzemní vody byla zjištěna v hloubce 13,5 m pod terémem.

### Kvartér:

- 0.00 - 0.20 : **asfalt**
- 0.20 - 0.40 : **písek** navezený
- 0.40 - 2.00 : **navážka** hlinitá, písčitá, pevná, smouhovitá, hnědá; příměs: cihly
- 2.00 - 2.60 : **hlína** humózní, slabě písčitá, pevná, černohnědá
- 2.60 - 3.30 : **jíl** písčitý, pevný, hnědý
- 3.30 - 4.40 : **suť** svahová, hlinitá, jílovitá, pevná, světle hnědá
- přítomnost : opuka v ostrohranných úlomcích, zastoupení horniny - 50 %
- 4.40 - 5.00 : **hlína** sprašová, přeplavená, jílovitá, měkká, světle hnědá
- 5.00 - 6.00 : **suť** svahová, jílovitá, hlinitá, pevná, světle hnědá
- přítomnost : pískovec v ostrohranných úlomcích, zastoupení horniny - 50 %
- 6.00 - 7.00 : **písek** střednozrný, ulehlý, rezavohnědý

- přítomnost : valouny max. velikost částic 2 cm, zastoupení horniny - 50 %  
 7.00 - 8.70 : **písek** střednozrnný, ulehlý, světle hnědý  
 přítomnost : valouny ojediněle  
 8.70 - 12.00 : **štěrk** písčité, ulehlý, max. velikost částic 1 dm, zastoupení horniny - 70 %, hnědošedý  
 12.00 - 15.00 : **štěrk** písčité, ulehlý, zvodnělý, max. velikost částic 5 cm, zastoupení horniny - 50 %, hnědošedý [13; 14]

Dalším vrtem, který je nápomocný pro naše účely, je vrt č. **570031**. Byl zhotoven v roce 1954 v nadmořské výšce 217,18 m n.m. (Bpv). Svislý vrt vedl až do hloubky 47,75m.

#### Kvartér:

- 0.00 - 0.20 : **navážka** hlinitá, v ostrohranných úlomcích, šterková; geneze antropogenní  
 0.20 - 0.90 : **hlína** humózní, tmavě hnědá  
 0.90 - 1.40 : **zemina** hlinitá, písčité, vápnité, světle hnědá  
 1.40 - 2.00 : **zemina** hlinitá, písčité, slabě vápnité, světle hnědá  
 přítomnost : šterk hojně  
 2.00 - 3.40 : **zemina** hlinitá, písčité, světle hnědá  
 přítomnost : šterk křemenný, hojně  
 3.40 - 4.00 : **zemina** jílovité, tuhá až pevná, vápnité, světle hnědá; příměs: šterk  
 4.00 - 4.50 : **zemina** jílovité, písčité, tuhá, vápnité, vlhká, hnědá  
 4.50 - 4.90 : **hlína** slabě humózní, sprašová, tuhá, slabě vápnité, tmavě hnědá  
 4.90 - 6.50 : **hlína** tvrdá, sprašová, silně vápnité, světle hnědá  
 6.50 - 7.60 : **zemina** písčité, hlinitá, tmavě hnědá; příměs: šterk  
 přítomnost : břidlice v ostrohranných úlomcích  
 7.60 - 8.60 : **štěrk** hlinitý, písčité, šedý  
 8.60 - 10.00 : **písek** hrubozrnný, ulehlý, hnědý; příměs: šterk  
 přítomnost : písek hrubozrnný, ve vložkách hnědý  
 10.00 - 12.00 : **písek** hrubozrnný, ulehlý, hnědý  
 přítomnost : šterk hrubozrnný  
 12.00 - 14.25 : **písek** hrubozrnný, ulehlý, hnědý  
 přítomnost : šterk hrubozrnný  
 14.25 - 17.50 : **písek** jemnozrnný, hnědý; příměs: šterk  
 17.50 - 18.00 : **štěrk** světle šedý  
 18.00 - 19.07 : **písek** hrubozrnný  
 přítomnost : šterk  
 19.07 - 20.10 : **štěrk**  
 přítomnost : břidlice zvětralá

#### **Ordovik**

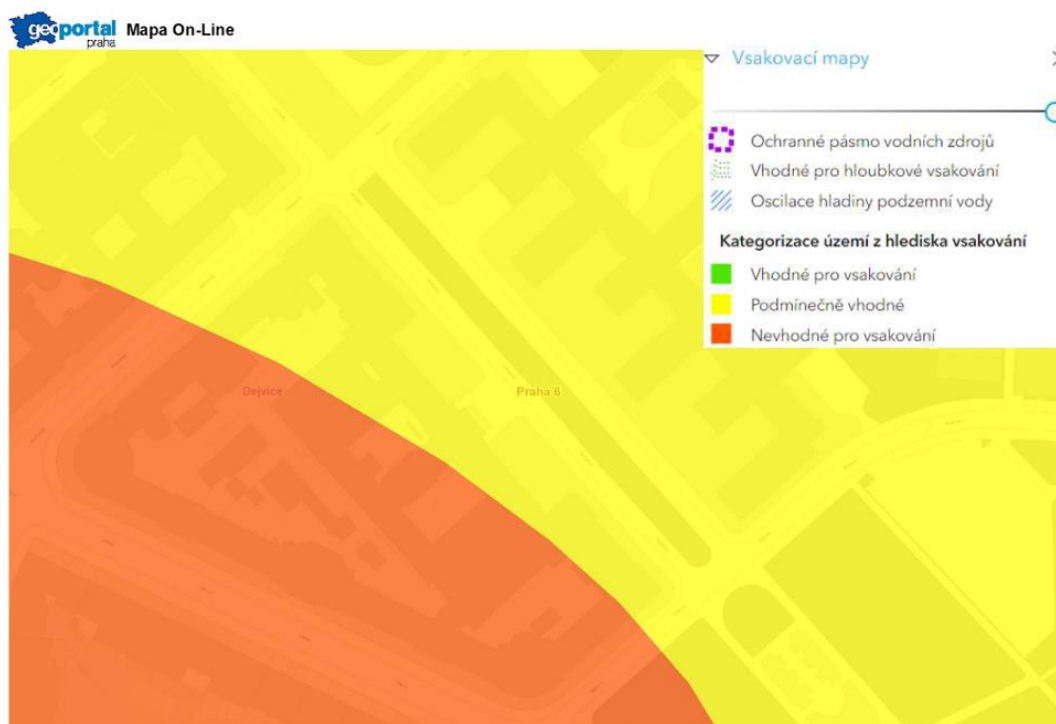
- 20.10 - 21.60 : **břidlice** rozpadavá, černá  
 21.60 - 22.78 : **břidlice** rozpadavá, šedá  
 22.78 - 29.76 : **břidlice** tmavě šedá  
 29.76 - 47.75 : **břidlice** kompaktní, tmavě šedá [13; 14]

Je třeba myslet na to, že se některé z parametrů mohly za roky změnit, jelikož vrty nebyly zhotoveny v blízké době.

#### 4.7 Zasakování srážkových vod

V uvažovaném zájmovém území se hladina podzemní vody uvažuje v hladinách mezi 12-16 m pod úrovní terénu. Problémem vsakování vod v tomto území nebude tvořit maximální hladina podzemní vody jako spíše vsakovací schopnost horninového prostředí. Tato lokalita je nepříznivá pro vsakování srážkových vod, jelikož je tvořená převážně z jíly a jílovitopísčité sedimentů. Koeficient vsaku  $k_v$  pro jíly a jílovitopísčité sedimenty je  $5 \cdot 10^{-6}$  až  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s.

Dle vsakovací mapy pro území hl. m. Prahy jde převážně o území podmíněčně vhodné pro vsak. [13]



Obrázek č. 13: Vsakovací mapa pro území hl. m. Praha [17]

Vsakování povrchové či podzemní bez regulovaného otoky není v tomto území možné z důvodu slabě propustných sedimentů.

Pokus je koeficient vsaku  $k_v < 10 \cdot 10^{-6}$  m/s, dle Standardů hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy, tak se vsakování považuje za neproveditelné. Tím

pádem se doporučuje návrh retenčních objektů pro zadržení vody, zpomalení odtoku vod a zabránění nárazového zahlcení kanalizační sítě v případě přívalových dešťů. V zástavbách s velkým podílem zpevněných ploch se doporučuje využití povrchové retence a vegetačních prvků pro podporu výparu (tzv. evapotranspirace). Veškeré návrhy vsakovacích či retenčních zařízení musí proběhnout v souladu s normou ČSN 75 9010, TNV 9011 a Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy. [13]

#### 4.8 Střety zájmů

V řešené lokalitě byly prověřeny možné střety zájmů, které jsou chráněny zvláštními předpisy. Tyto předpisy se týkají např.: chráněných území, ochranných pásem, atd. Střety zájmů byly zjišťovány z databází V.Ú.V. TGM, MŽP a dalších. Více viz tabulka č. 4.

Tabulka č. 4: Výpis ochranných pásem a jiné střety zájmů

Typ ochrany či střetu zájmů	Posouzení
ochrana přírody a krajiny	nenachází se
ochranná pásma vodních zdrojů	nezjištěna
ochranná pásma lázní a zřídél	nenachází se
chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV)	nenachází se
staré ekologické zátěže	nezjištěny
záplavové území	nenachází se
inženýrské sítě	Řešeno v praktické části a v příloze č. 10.1.3.

## **5. Metodický postup**

### **5.1 Zhodnocení hospodaření se srážkovými vodami v ulici Technická**

V naší zájmové oblasti se nachází velké procento zastavěného území, zpevněných ploch – chodníků a dvě jednosměrné silnice, mezi nimiž je zelený ostrov se stromořadím ozdobných Sakur. V dalším postupu této studie budu uvažovat, že se tyto dvě silniční komunikace zruší a stane se z této části pěší zóna. Tím pádem se nám z obou stran jak od budovy ČVUT, tak i od budovy VŠCHT rozšíří chodník. V místech, kde bylo podélné hrazené stání vzniknou průběžné povrchové rýhy s regulovaným odtokem. V rýhách budou vysázeny taktéž ozdobné Sakury.

Jelikož na základě veškerých informací se zjistilo, že prostředí, které je řešeno v této bakalářské práci, není příznivé pro vsakování dešťových vod vzhledem k nízkému koeficientu vsaku. Dle Standardů hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy se došlo k tomu, že srážkové vody budou muset být odváděny regulovaným odtokem do kanalizační sítě.

### **5.2 Návrh povrchových rýh s regulačním odtokem**

Pro návrhy vsakovacích zařízení u nás platí norma ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod [18] a upravuje ji TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami [19]. Před návrhem je třeba znát velikost ploch, odkud se bude voda odvádět. Dále je třeba znát typy povrchů, se kterými bude voda ve styku, jelikož tyto povrchy budou následně ovlivňovat rychlost odtoku do zařízení pro odvod srážkových vod. Na čem dále záleží je délka trvání srážek a jejich intenzita, jestli je půda schopna vsakovat vodu a na mocnosti nepropustných vrstev.

Pro jednoduchou dlouhodobou simulaci, která bude v tomto případě využita, je zapotřebí mít historická data srážkové řady z hl. m. Prahy o délce trvání alespoň 10 let (případně až 20 let), s časovým rozlišením o 1 hodině. Dalším bodem je třeba znát majetkoprávní vztahy, velikosti pozemků, typy ploch a součinitele odtoku. Posledním vstupním bodem jsou údaje o propustnosti půdních vrstev  $k_v$  v místě navrhovaného objektu HDV.

Rozměry pozemků a majetkoprávní vztahy jsou podrobněji v příloze č. 10.1.1.

### 5.2.1 Bezpečnostní vzdálenost od inženýrských sítí

Při návrhu umístění objektů HDV je třeba dodržovat bezpečnostní vzdálenosti od inženýrských sítí, které jsou udávány normou ČSN 73 6005 – Prostorové uspořádání vedení technického vybavení. [20]

Tabulka č. 5: Nejmenší dovolené odstupové vzdálenosti ve vodorovném směru (mm) při souběhu vedení technického vybavení v podzemní trase [20]

Druh vedení technického vybavení/VTV nebo i jeho ochranné konstrukce		Silové kabely do				Metalické kabely elektronických komunikací	Nemetalické kabely elektronických komunikací	Plynovodní potrubí <sup>2)</sup>		Vodovodní řady a přípojky	Vedení tepelných sítí	Montážní kanály a kabelovody	Stoky a kanalizační přípojky	Vedení potrubní pošty	Ochranné konstrukce sdružené trasy VTV podle ČSN P 73 7505	Koleje tramvajové trati
		1 kV	10 kV	35 kV	110 kV			do 0,005 MPa	do 0,4 MPa							
		1	2	3	4			5	6							
silové kabely do	1 kV	50 <sup>14)</sup>	150	200	200	200 <sup>3)</sup> 100 <sup>4)</sup>	150 <sup>3)</sup> 100 <sup>4)</sup>	400	600	400	300	100	500	500	1 000 <sup>17)</sup>	1 000
	10 kV	150	150	200	200	400 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	300 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	400	600	400	700	300	500	500	1 000 <sup>17)</sup>	1 000
	35 kV	200	200	200	200	400 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	300 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	400	600	400	1 000	300	500	500	1 000 <sup>17)</sup>	1 000
	110 kV	200	200	200	500 <sup>5)</sup>	800 <sup>3)</sup> 400 <sup>4)</sup>	600 <sup>3)</sup> 400 <sup>4)</sup>	400	600 <sup>6)</sup>	400	2 000 <sup>6)</sup>	500	1000	500	1 000 <sup>17)</sup>	1 000
metalické kabely elektronických komunikací		200 <sup>3)</sup> 100 <sup>4)</sup>	400 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	400 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	800 <sup>3)</sup> 400 <sup>4)</sup>	9)	9)	400	400	400	800 <sup>10)</sup>	300	500	200	1 000 <sup>17)</sup>	1 000
nemetalické kabely elektronických komunikací		150 <sup>3)</sup> 100 <sup>4)</sup>	300 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	300 <sup>3)</sup> 200 <sup>4)</sup>	600 <sup>3)</sup> 400 <sup>4)</sup>	9)	9)	400	400	400	800 <sup>10)</sup>	300	500	200	1 000 <sup>17)</sup>	1 000
plynovodní potrubí <sup>2)</sup>	do 0,005 MPa	400	400	400	400	400	400	400	400	500 <sup>11)</sup>	500	400	1 000 <sup>11)</sup> 18)	400	1 000 <sup>17)</sup>	1 200
	do 0,4 MPa	600	600	600	600 <sup>5)</sup>	400	400	400	400	500	500	1 000	1 000 <sup>18)</sup>	400	1 000 <sup>17)</sup>	1 200
vodovodní řady a přípojky		400	400	400	400	400	400	500 <sup>11)</sup>	500	600	1 000 <sup>12)</sup>	600	600	500	1 000 <sup>17)</sup>	1 200
vedení tepelných sítí		300	700	1000	2000 <sup>5)</sup>	800 <sup>10)</sup>	800 <sup>10)</sup>	500	500	1 000 <sup>12)</sup>		300	300	300	1 000 <sup>17)</sup>	1 200
montážní kanály a kabelovody		100	300	300	500	300	300	400	1 000	600	300		300	200	1 000 <sup>17)</sup>	1 200
stoky a kanalizační přípojky		500	500	500	1000	500	500	1 000 <sup>11)</sup> 18)	1 000 <sup>18)</sup>	600	300	300	1000	300	1 000 <sup>13)</sup>	1 200
vedení potrubní pošty		500	500	500	500	200	200	400	400	500	300	200	300	200	1 000 <sup>17)</sup>	1 200
ochranné konstrukce sdružené trasy VTV podle ČSN P 73 7505		1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>	1 000 <sup>13)</sup>	1 000 <sup>17)</sup>		1 200
koleje tramvajové trati		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	14)

### 5.2.2 Redukovaná odvodňovaná plocha

Redukovanou odvodňovanou plochu  $A_{red}$  [m<sup>2</sup>] spočteme jako součet řešených půdorysných ploch  $A_i$  [m<sup>2</sup>] a přenásobené součinitelem odtoku značený jako  $\psi_i$  [-]. [7]

Součinitel odtoku pro jednotlivé typy ploch zjistíme z tabulky č. 6 a vycházející z normy ČSN 75 9010. [18]

$A_{red}$  [m<sup>2</sup>] se stanoví ze vztahu:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i * \psi_i$$

Kde je

$A_i$  půdorysný průmět odvodňované plochy s určitým povrchem; v [m<sup>2</sup>]

$\psi_i$  součinitel odtoku srážkových povrchových vod dle určitého druhu povrchu  
(viz tab. 6)

n počet odvodňovaných ploch určitého druhu

Tabulka č. 6: Součinitele odtoku srážkových povrchových vod ( $\psi$ ) [18]

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1%	1% až 5%	nad 5%
	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod $\psi$		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 až 0,7	0,4 až 0,7	0,5 až 0,7
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9	0,7 až 0,9	0,8 až 0,9
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m <sup>2</sup>	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

### 5.2.3 Objem přivedené srážkové vody

Objem přivedené srážkové vody  $V_{přít}$  [m<sup>3</sup>] za dobu  $t$ [s] do objektu se stanovuje z redukované odvodněné plochy  $A_{red}$  [ha], odkud je voda do objektu přiváděna. [7]

$$V_{přít} = \frac{h_d}{1000} * A_{red}$$

Kde je

$h_d$  srážkový úhrn [mm] po 1 hodině

$A_{red}$  redukovaná odvodňovaná plocha [m<sup>2</sup>]

#### 5.2.4 Objem regulovaného odtoku

Objem regulovaného odtoku  $V_{reg}$  [m<sup>3</sup>] za trvání blokového deště [s] je vyjádřen:

$$V_{reg} = Q_{reg} * t$$

Kde je

$Q_{reg}$  regulovaný odtok z retenčního prostoru [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>]

Maximální hodnota je stanovena  $Q_{příp}$  [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>], což je přípustný odtok z pozemku, který vychází z přípustného specifického odtoku z pozemku  $q_{příp}$  [l.s<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup> ] a z celkové neredukované plochy  $A$  [ha]. [7]

$$Q_{příp} = q_{příp} * \frac{A}{1000}$$

Minimální hodnota regulovaného odtoku nesmí klesnout z provozních důvodů pod  $Q_{reg,min} = 0,0005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  [7]

Platí:

$$Q_{reg} \leq Q_{příp}, \text{ a zároveň } Q_{reg} \geq 0,0005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Jelikož odtok regulačním zařízením  $Q_{reg}$  závisí na hydraulickém spádu v objektu, tak se v bilancích uvažuje z pravidla jeho střední hodnota.

$$Q_{reg} = \frac{Q_{příp}}{2}$$

#### 5.2.5 Plnění a prázdnění retenčního prostoru



Plnění či prázdnění v určitém časovém kroku je  $\Delta V_t = V_{balance}$ .

Výpočet bilance:

$$V_{balance} = V_{přít,t} - V_{reg,t}$$

Pokud je výsledek větší než 0, nastává plnění retenčního objemu. Jestliže je bilance menší než 0, dochází k prázdnění.

K výpočtu plnění či prázdnění retenčního objemu v daném časovém kroku se přičte výsledné  $V_t$  z předchozího časového intervalu. Tím pádem rovnice bude vypadat následovně:

$$V_t = V_{t-1} + V_{přít,t} - V_{reg,t}$$

Pokud výsledek  $V_t$  bude menší než 0, tak pak se objekt považuje za prázdný ( $V_t = 0$ ). Pokud je  $V_t$  větší než objem rýhy  $V_R$ , tak se považuje objekt za naplněný  $V_t = V_R$  a nastává přepad vod přes bezpečnostní přeliv. [7]

K přelivu nesmí docházet vícekrát než 2x za 10 let při periodicitě srážek  $p = 0,2$ , případně vícekrát než 2x za 20 let při  $p = 0,1$ . [18]

Pokud k přelivu dojde častěji než je povoleno, je třeba zvýšit buď retenční objem rýhy  $V_R$  nebo se musí snížit redukovaná plocha  $A_{red}$ .

Jestliže dojde k přelivu vody méně často, než je povoleno, tak se naopak může zvýšit redukovaná plocha  $A_{red}$  či naopak snížit objem retenční rýhy  $V_R$ . [7]

## 6. Výsledek praktické části

### 6.1 Návrh povrchových rýh s regulačním odtokem

Návrh povrchových rýh s regulačním odtokem byl proveden dle normy ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod a TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

Odvodňované území se rozdělilo pomyslně na část 1 a 2. Podrobněji s vyznačením a popisem ploch v příloze 10.1.2.. Výpočet obou částí byl proveden v tabulkovém procesoru metodou jednoduché dlouhodobé simulace se srážkovou řadou po dobu 10 let (1.1.2006 31.12.2015) - s časovým rozlišením 1 hodina.

#### Část 1

Spadá sem plocha střechy VŠCHT směřující do ulice Technická o rozloze  $A_{stř1} = 1480,3 \text{ m}^2$ , plocha zeleně  $A_{z,1} = 3062 \text{ m}^2$  a zpevněné plochy (chodníky)  $A_{zpev.pl.,1} = 2538 \text{ m}^2$ .

#### Část 2

Do této části patří střecha Fakulty elektrotechnické a Fakulty strojní ČVUT s rozlohou  $A_{stř2} = 3207 \text{ m}^2$ . Plocha zeleně zaujímá plochu  $A_{z,2} = 5605 \text{ m}^2$  a zpevněné plochy  $A_{zpev.pl.,2} = 3165 \text{ m}^2$ .

#### 6.1.1 Návrh povrchové rýhy s regulačním odtokem pro část 1

Pro výpočet a návrh rýhy, která leží blíže VŠCHT již víme velikost odvodňovaných ploch viz. kapitola 6.1.. Jako další si dopočteme redukovanou plochu  $A_{red}[\text{m}^2]$ . K výpočtu potřebujeme součinitel odtoku srážkových vod (Tabula č. 6). Sklon v ulici máme 0,5 %.

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i * \psi_i = A_{stř1} * \psi_{stř1} + A_{z,1} * \psi_{z,1} + A_{zpev.pl.,1} * \psi_{zpev.pl.,1}$$

$$A_{red} = 1480,3 * 1,0 + 3062 * 0,05 + 2538 * 0,7$$

$$A_{red} = 3418,25 \text{ m}^2$$

Kde je

$A_i$  půdorysný průmět odvodňované plochy s určitým povrchem (viz příloha č. 10.1.2); v  $[\text{m}^2]$

$\psi_i$  součinitel odtoku srážkových povrchových vod dle určitého druhu povrchu (viz tab. 6)

n počet odvodňovaných ploch určitého druhu

Další postup výpočtu dle metodického postupu (kapitola 5) probíhal v tabulkovém procesoru. Návrh probíhal tak dlouho, dokud nedocházelo k přepadu vody maximálně 2x za 10 let.

Tabulka č. 7: Výpočet bilance pro rýhu č.1 (1.přepad)

Datum	Úhrn deště hd [mm]	Doba tc [min]	Vpřítok [m3]	Vreg,t [m3]	Vt [m3]	Vpřepad [m3]	Identifikace bilance 0/1
15.08.2010 18:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	0	0	0
15.08.2010 19:00	0.101	60.00	0.345	7.824924	0	0	0
15.08.2010 20:00	38.552	60.00	131.780	7.824924	123.9547	0	0
15.08.2010 21:00	1.218	60.00	4.164	7.824924	120.2933	0	0
15.08.2010 22:00	23.684	60.00	80.959	7.824924	165	28.42779	1
15.08.2010 23:00	0.101	60.00	0.345	7.824924	157.5203	0	0
16.08.2010 0:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	149.6954	0	0
16.08.2010 1:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	141.8705	0	0
16.08.2010 2:00	1.675	60.00	5.726	7.824924	139.7712	0	0
16.08.2010 3:00	0.606	60.00	2.072	7.824924	134.0178	0	0
16.08.2010 4:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	126.1929	0	0
16.08.2010 5:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	118.368	0	0
16.08.2010 6:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	110.543	0	0
16.08.2010 7:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	102.7181	0	0
16.08.2010 8:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	94.8932	0	0
16.08.2010 9:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	87.06827	0	0
16.08.2010 10:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	79.24335	0	0
16.08.2010 11:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	71.41843	0	0
16.08.2010 12:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	63.5935	0	0
16.08.2010 13:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	55.76858	0	0
16.08.2010 14:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	47.94365	0	0
16.08.2010 15:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	40.11873	0	0
16.08.2010 16:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	32.29381	0	0
16.08.2010 17:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	24.46888	0	0
16.08.2010 18:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	16.64396	0	0
16.08.2010 19:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	8.819034	0	0
16.08.2010 20:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	0.99411	0	0
16.08.2010 21:00	0.000	60.00	0.000	7.824924	0	0	0

Dle části vyjmuté tabulky č.7 můžeme vidět, že k maximálnímu naplnění retenčního objemu rýhy došlo 15.8.2010 ve 22:00 s prvním přepadem o objemu 28,43 m<sup>3</sup>.

K druhému přepadu došlo 21.7.2014 ve 20:00 o objemu 4,61 m<sup>3</sup> a o hodinu později byl objem přepadu 8,8 m<sup>3</sup>.

Tabulka č. 8: Výpočet bilance pro rýhu č.1 (2.přepad)

Datum	Úhrn deště hd [mm]	Doba tc [min]	Vpřítok [m3]	Vreg,t [m3]	Vt [m3]	Vpřepad [m3]	Identifikace bilance 0/1
21.07.2014 15:00	0	60	0	7.825	0	0	0
21.07.2014 16:00	1.252	60	4.280	7.825	0	0	0
21.07.2014 17:00	1.244	60	4.252	7.825	0	0	0
21.07.2014 18:00	30.574	60	104.508	7.825	96.683	0	0
21.07.2014 19:00	20.106	60	68.729	7.825	157.587	0	0
21.07.2014 20:00	5.807	60.00	19.850	7.825	165	4.612	1
21.07.2014 21:00	4.862	60	16.620	7.825	165	8.795	0
21.07.2014 22:00	1.048	60	3.582	7.825	160.757	0	0
21.07.2014 23:00	0.840	60	2.871	7.825	155.804	0	0
22.07.2014 0:00	0	60	0	7.825	147.979	0	0
22.07.2014 1:00	0.105	60	0.359	7.825	140.513	0	0
22.07.2014 2:00	0	60	0	7.825	132.688	0	0
22.07.2014 3:00	0	60	0	7.825	124.863	0	0
22.07.2014 4:00	0	60	0	7.825	117.038	0	0
22.07.2014 5:00	0	60	0	7.825	109.213	0	0
22.07.2014 6:00	0	60	0	7.825	101.388	0	0
22.07.2014 7:00	0	60	0	7.825	93.563	0	0
22.07.2014 8:00	0	60	0	7.825	85.739	0	0
22.07.2014 9:00	0	60	0	7.825	77.914	0	0
22.07.2014 10:00	0	60	0	7.825	70.089	0	0
22.07.2014 11:00	0	60	0	7.825	62.264	0	0
22.07.2014 12:00	0	60	0	7.825	54.439	0	0
22.07.2014 13:00	0	60	0	7.825	46.614	0	0
22.07.2014 14:00	0	60	0	7.825	38.789	0	0
22.07.2014 15:00	0	60	0	7.825	30.964	0	0
22.07.2014 16:00	0	60	0	7.825	23.139	0	0
22.07.2014 17:00	0	60	0	7.825	15.314	0	0
22.07.2014 18:00	0	60	0	7.825	7.489	0	0
22.07.2014 19:00	0	60	0	7.825	0	0	0

Po modelaci výpočtu se došlo k návrhu rýhy č. 1 o rozměrech:

L = 165 m

B = 1 m

$h_R = 1,5$  m

$A_R = 165$  m<sup>2</sup>

### 6.1.2 Návrh povrchové rýhy s regulačním odtokem pro část 2

Pro výpočet a návrh rýhy, která leží blíže FEL+FS ČVUT již víme velikost odvodňovaných ploch viz. kapitola 6.1.. Jako další si dopočteme redukovanou plochu  $A_{red}[m^2]$ . K výpočtu potřebujeme součinitel odtoku srážkových vod (Tabula č. 6). Sklon v ulici máme 0,5 %.

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i * \psi_i = A_{stř2} * \psi_{stř2} + A_{z,2} * \psi_{z,2} + A_{zpev.pl.,2} * \psi_{zpev.pl.,2}$$
$$A_{red} = 3207 * 1,0 + 5605 * 0,05 + 3165 * 0,7$$
$$A_{red} = 5702,7 m^2$$

Kde je

$A_i$  půdorysný průmět odvodňované plochy s určitým povrchem (viz příloha č. 10.1.2); v  $[m^2]$

$\psi_i$  součinitel odtoku srážkových povrchových vod dle určitého druhu povrchu (viz tab. 6)

$n$  počet odvodňovaných ploch určitého druhu

Zbytek výpočtu taktéž probíhal v tabulkovém procesoru. Návrh probíhal tak dlouho, dokud se nedošlo k výsledku maximálních dvou přepadů za 10 let.

Tab. 8: Výpočet bilance pro rýhu č.2 (1. přepad)

Datum	Úhrn deště hd [mm]	Doba tc [min]	Vpřítok [m3]	Vreg,t [m3]	Vt [m3]	Vpřepad [m3]	Identifikace bilance 0/1
15.08.2010 18:00	0	60	0	12.94	0	0	0
15.08.2010 19:00	0.10	60	0.58	12.94	0	0	0
15.08.2010 20:00	38.55	60	219.85	12.94	206.92	0	0
15.08.2010 21:00	1.22	60	6.95	12.94	200.93	0	0
15.08.2010 22:00	23.68	60	135.07	12.94	247.5	75.56	1
15.08.2010 23:00	0.10	60	0.58	12.94	235.14	0	0
16.08.2010 0:00	0	60	0	12.94	222.20	0	0
16.08.2010 1:00	0	60	0	12.94	209.27	0	0
16.08.2010 2:00	1.68	60	9.55	12.94	205.89	0	0
16.08.2010 3:00	0.61	60	3.46	12.94	196.41	0	0
16.08.2010 4:00	0	60	0	12.94	183.47	0	0
16.08.2010 5:00	0	60	0	12.94	170.53	0	0
16.08.2010 6:00	0	60	0	12.94	157.60	0	0
16.08.2010 7:00	0	60	0	12.94	144.66	0	0
16.08.2010 8:00	0	60	0	12.94	131.73	0	0
16.08.2010 9:00	0	60	0	12.94	118.79	0	0
16.08.2010 10:00	0	60	0	12.94	105.86	0	0
16.08.2010 11:00	0	60	0	12.94	92.92	0	0
16.08.2010 12:00	0	60	0	12.94	79.98	0	0
16.08.2010 13:00	0	60	0	12.94	67.05	0	0
16.08.2010 14:00	0	60	0	12.94	54.11	0	0
16.08.2010 15:00	0	60	0	12.94	41.18	0	0
16.08.2010 16:00	0	60	0	12.94	28.24	0	0
16.08.2010 17:00	0	60	0	12.94	15.31	0	0
16.08.2010 18:00	0	60	0	12.94	2.37	0	0
16.08.2010 19:00	0	60	0	12.94	0	0	0

V rýze č. 2 došlo k prvnímu přepadu 15.8.2010 ve 22:00 s objemem vody 75,56 m<sup>3</sup>.

Tab. 9: Výpočet bilance pro rýhu č.2 (2.přepad)

Datum	Úhrn deště hd [mm]	Doba tc [min]	Vpřítok [m3]	Vreg,t [m3]	Vt [m3]	Vpřepad [m3]	Identifikace bilance 0/1
21.07.2014 15:00	0	60	0	12.94	0	0	0
21.07.2014 16:00	1.25	60	7.14	12.94	0	0	0
21.07.2014 17:00	1.24	60	7.09	12.94	0	0	0
21.07.2014 18:00	30.57	60	174.35	12.94	161.42	0	0
21.07.2014 19:00	20.11	60	114.66	12.94	247.5	15.65	1
21.07.2014 20:00	5.81	60	33.12	12.94	247.5	20.18	0
21.07.2014 21:00	4.86	60	27.73	12.94	247.5	14.8	0
21.07.2014 22:00	1.05	60	5.98	12.94	240.54	0	0
21.07.2014 23:00	0.84	60	4.79	12.94	232.40	0	0
22.07.2014 0:00	0	60	0	12.94	219.46	0	0
22.07.2014 1:00	0.11	60	0.60	12.94	207.12	0	0
22.07.2014 2:00	0	60	0	12.94	194.19	0	0
22.07.2014 3:00	0	60	0	12.94	181.25	0	0
22.07.2014 4:00	0	60	0	12.94	168.32	0	0
22.07.2014 5:00	0	60	0	12.94	155.38	0	0
22.07.2014 6:00	0	60	0	12.94	142.44	0	0
22.07.2014 7:00	0	60	0	12.94	129.51	0	0
22.07.2014 8:00	0	60	0	12.94	116.57	0	0
22.07.2014 9:00	0	60	0	12.94	103.64	0	0
22.07.2014 10:00	0	60	0	12.94	90.70	0	0
22.07.2014 11:00	0	60	0	12.94	77.77	0	0
22.07.2014 12:00	0	60	0	12.94	64.83	0	0
22.07.2014 13:00	0	60	0	12.94	51.89	0	0
22.07.2014 14:00	0	60	0	12.94	38.96	0	0
22.07.2014 15:00	0	60	0	12.94	26.02	0	0
22.07.2014 16:00	0	60	0	12.94	13.09	0	0
22.07.2014 17:00	0	60	0	12.94	0.15	0	0
22.07.2014 18:00	0	60	0	12.94	0	0	0

K druhému přepadu dochází 21.7.2014 v 19:00 s objemem 15,65 m<sup>3</sup>. Ve 20:00 hod přepadá 20,18 m<sup>3</sup> a ve 21:00 již 14,8 m<sup>3</sup> vody.

Nutno podotknout, že voda může přepadat maximálně 6 hodin.

Po modelaci výpočtu se došlo k návrhu rýhy č. 1 o rozměrech:

L = 165 m

B = 1,5 m

h<sub>R</sub> = 1,5 m

## 7. Závěr

Výsledkem této bakalářské práce bylo navrhnout vhodné odvodnění srážkových vod v Dejvickém kampusu. Šlo konkrétně o ulici Technická (úsek mezi ul. Šolínova a Studentská).

Vlivem jílovitého až jílovopísčitého podloží, kde je téměř nemožná nasákavost se došlo k návrhu povrchových odvodňovacích rýh s regulačním odtokem. Které poslouží ke zpomalení odtoku srážkových do kanalizace.

V rýhách budou vysázeny okrasné sakury po 15 m.



## 8. Citovaná literatura

- [1] JEGATHEESAN, Veeraj, John VAN LEEUWEN, Jaya KANDASAMY, Muhammed BHUIYAN, Kevin SPENCE a Geoffrey PARKER. *Urban Stormwater and Flood Management: Enhancing the Liveability of Cities* [online]. Cham, Switzerland: Springer, 2019 [cit. 2023-05-09]. ISBN 978-3-030-11817-4. Dostupné z: [https://www.google.cz/books/edition/Urban\\_Stormwater\\_and\\_Flood\\_Management/QwGQDwAAQBAJ?hl=cs&gbpv=1&kptab=getbook](https://www.google.cz/books/edition/Urban_Stormwater_and_Flood_Management/QwGQDwAAQBAJ?hl=cs&gbpv=1&kptab=getbook)
- [2] STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ et al. *Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích* [online]. Praha: ASOCIACE PRO VODU ČR, Z.S. (CZWA), 2019 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni\\_dokumenty/\\$FILE/OOV-studie\\_HDV-20191220.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni_dokumenty/$FILE/OOV-studie_HDV-20191220.pdf)
- [3] BARTÁČEK, Jan, Petr DOLEJŠ, Ivana KABELKOVÁ, Ladislava MATĚJŮ, David STRÁNSKÝ a Barbora ŠÁTKOVÁ. *Studie problematiky recyklace šedých vod v sídlech ČR* [online]. Praha: CZWA Service [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prioritni\\_osa\\_6\\_seznam\\_projektu/\\$FILE/of-eu-studie\\_sede\\_vody-20210517.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prioritni_osa_6_seznam_projektu/$FILE/of-eu-studie_sede_vody-20210517.pdf)
- [4] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 254/2001 Sb.: Zákon o vodách. In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>. Praha, 2001.
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 274/2001 Sb.: Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>. Praha, 2001.
- [6] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 183/2006 Sb.: Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183/zneni-20230124>. Praha, 2006.
- [7] STRÁNSKÝ, David, David HORA, Ivana KABELKOVÁ, Michaela VACKOVÁ a Jiří VÍTEK. *STANDARDY HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI NA ÚZEMÍ HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY* [online]. 1. vydání. Praha: HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2021 [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://iprpraha.cz/assets/files/files/bddf4f520d27099cbc0f7a3609918e90.pdf>
- [8] *NÁVRH HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI V ZÁJMOVÝCH ULICÍCH*. Praha 6 - Dejvice, 2021. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství. Vedoucí práce Ing. Karel Kříž, Ph.D.
- [9] *Zelená a modrá infrastruktura: Ekonomické vyhodnocení*. Fakulta architektury ČVUT v Praze, 2017. Prezentace. Fakulta architektury ČVUT v Praze.

- [10] *QUITT: Klimatické regiony ČR* [online]. Holovousy: SISPO, 1971 [cit. 2023-05-19].  
Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa>
- [11] *Portál ČHMÚ: Historická data - Územní teploty* [online]. Praha, 2023 [cit. 2023-05-19].  
Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>
- [12] *Portál ČHMÚ: Historická data - územní srážky* [online]. Praha, 2023 [cit. 2023-05-19].  
Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>
- [13] SNĚHOTA, Michal, David STRÁNSKÝ, Lukáš NOVÁK, Marek PETREJE, Barbora RYBOVÁ a Tomáš BEDNÁŘ. *Kampus Dejvice modrozelená infrastruktura: Analýza geologických a hydrogeologických poměrů*. Praha: ČVUT.
- [14] Česká geologická služba: Výřez z mapy. In: *Česká geologická služba* [online]. Praha [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- [15] Legenda půdní mapy 1:50 000, list: 12-24. In: *Česká geologická služba* [online]. Praha [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: [https://app.geology.cz/legenda\\_rastr/?ag=pudy50&l=12-24](https://app.geology.cz/legenda_rastr/?ag=pudy50&l=12-24)
- [16] IPR Praha: Mapa hydrogeologických poměrů. In: *IPR Praha: Atlas životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: [https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service\[\]=ig\\_mapy](https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service[]=ig_mapy)
- [17] IPR Praha: Vsakovací mapa. In: *IPR Praha: Atlas životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-zp/?service%5b%5d=vsakovani>
- [18] ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha: UNMZ, 2012.
- [19] TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt, 2013.
- [20] ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání technického vybavení*. Praha: ÚNMZ, 2020.

## **9. Přílohy**

- 9.1.1 Katastrální mapa
- 9.1.2 Plochy zájmové oblasti
- 9.1.3 Inženýrské sítě

## 10. Seznam použitých zkratek a symbolů

MZI – modrozelená infrastruktura

HDV – hospodaření se srážkovými vodami

SC – strategické cíle

TNV – technická norma vodního hospodářství

ČSN – Československá technická norma

Bpv – Balt po vyrovnání

$A_{red}$  – redukováná odvodňovaná plocha

$A_i$  – součet řešených

$\psi_i$  – součinitel odtoku srážkových vod

$V_{přít}$  – objem přivedené srážkové vody

$h_d$  – srážkový úhrn po 1 hodině

$V_{reg}$  – objem regulovaného odtoku

$Q_{reg}$  – regulovaný odtok z retenčního prostoru

$Q_{příp}$  – přípustný odtok z pozemku

$q_{příp}$  – specifický odtok z pozemku

$V_R$  – objem rýhy

$p$  – periodičita srážkových úhrnů

$V_t$  – objem plněného či prázdněného objektu v časovém kroce

VŠCHT - Vysoká škola chemicko-technologická

ČVUT - České vysoké učení technické v Praze

FS - Fakulta strojní

FEL - Fakulta elektrotechnická

$L$  – délka rýhy

$B$  – šířka rýhy

$h_R$  – hloubka rýhy

$A_R$  – plocha rýhy

$k_v$  – koeficient vsaku

