

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra plánování krajiny a sídel**



**Bakalářská práce**

**Odvodnění fotbalového hřiště v obci Mrákotín**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.**

**Autor: Lumír Žákovský**

© 2022 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lumír Žákovský

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

**Odvodnění fotbalového hřiště v obci Mrákotín**

Název anglicky

**Football playground drainage in the village of Mrákotín**

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vypracování návrhu úprav odvodňovacího systému fotbalového hřiště v obci Mrákotín. Bude provedeno vyhodnocení přírodních poměrů dané lokality a na fotbalovém hřišti proveden pokus jednosondové metody za účelem stanovení hydraulické vodivosti povrchu. Na základě nasbíraných dat a výsledků pokusu bude zhotoven návrh rekonstrukce.

### Metodika

Bude sepsána rešerše s popisem odvodňování a drenážního systému, jeho kontroly, údržby. Bude proveden popis lokality a historie území. Bude vytvořena charakteristika přírodních, zvláště hydrologických, geomorfologických a klimatických poměrů lokality a zhodnocení současného stavu fotbalového hřiště. Dále bude realizován experimentální pokus jednosondové metody na fotbalovém hřišti v Mrákotíně, jehož výsledky budou sloužit ke zjištění rychlosti infiltrace vody povrchu. Vyhodnocení nasbíraných dat pokusu a výpočet hydraulické vodivosti poslouží k optimalizaci návrhu odvodňovacího systému fotbalového hřiště v Mrákotíně.

**Doporučený rozsah práce**

40 – 60 stran včetně tabulek, grafů a obrázků

**Klíčová slova**

drenáž, travnaté hřiště, fotbal, Mrákotín, odvodnění, jednosondová metoda, hydrologie, infiltrace, hydraulická vodivost

---

**Doporučené zdroje informací**

ČSN 73 5910 Navrhování, výstavba a rekonstrukce travnatých hřišť uzavřeného tvaru.  
HOLÝ M. a kol., 1984: Odvodňovací stavby, SNTL, Praha.  
Hooghoudt S. B. 1940. Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige rootheden van de grond. Deel 7. Versl. Landb. Onderzoek 46 (14), B:515-B:707 (in Dutch). The Netherlands.  
JŮVA K., 1957: Odvodňování půdy, Státní zemědělské nakladatelství, Praha.  
KULHAVÝ F., 2014: Quo vadis hydromeliorace, Časopis Vodní hospodářství 5/2014.  
KUTÍLEK M., 1978: Vodohospodářská pedologie, SNTL, Praha.  
ZEJDA, R. 2010. Městys Mrákotín. 1. vyd. Akcent, Třebíč.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FZP

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra plánování krajiny a sídel

---

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Odvodnění fotbalového hřiště v obci Mrákotín" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze, dne 30.3. 2022

---

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Jakubu Štibingerovi, CSc. za poskytnutí odborných znalostí a skvělému přístupu ve vedení bakalářské práce.

# Odvodnění fotbalového hřiště v obci Mrákotín

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou odvodnění fotbalového hřiště v obci Mrákotín. Cílem je zhodnotit a popsat současný stav hřiště dále zrekonstruovat a zkontrolovat systém odvodnění.

V úvodu práce je popsán historie odvodňování a drenážní systém. Následně proveden popis lokality, historie obce a sportovního oddílu. Pozornost byla věnována zhodnocení a popisu současného stavu hřiště a charakteristice přírodních poměrů vybraného území.

Bude proveden experiment pomocí jednosondové metody. Následné vyhodnocení získaných podkladů a stanovení koeficientu nasycené hydraulické vodivosti bude sloužit ke zpracování návrhu rekonstrukce a úprav drenážního systému hřiště.

**Klíčová slova:** drenáž, travnaté hřiště, fotbal, Mrákotín, odvodnění, jednosondová metoda, hydrologie, infiltrace, hydraulická vodivost

# Football playground drainage in the village of Mrákotín

## Abstract

The bachelor's thesis deals with the issue of drainage of a football field in the village of Mrákotín. The aim is to evaluate and describe the current state of the course, to further reconstruct and check the drainage system.

The introduction describes the history of drainage and drainage system. Subsequently, a description of the site, the history of the village and the sports club. Attention was paid to the evaluation and description of the current state of the course and the characteristics of the natural conditions of the selected area.

An experiment will be performed using a single probe method. Subsequent evaluation of the obtained data and determination of the coefficient of saturated hydraulic conductivity will be used to process the reconstruction and modification of the playground drainage system.

**Keywords:** drainage, grass field, football, Mrákotín, single-probe method, hydrology, infiltration, hydraulic conductivity

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Cíle práce .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Metodika .....</b>	<b>2</b>
<b>4. Odvodňování.....</b>	<b>3</b>
4.1 Historický vývoj odvodňovacích staveb .....	3
4.2 Odvodňování v Čechách .....	5
4.3 Odvodňování sportovních zařízení .....	6
<b>5. Drenážní systém .....</b>	<b>8</b>
5.1 Drenážní Materiál.....	10
5.2 Údržba drenážního systému .....	11
5.3 Parametry .....	13
<b>6. Popis lokality a obce Mrákotín .....</b>	<b>13</b>
6.1 Historie Mrákotína .....	14
6.2 Sokol Mrákotín.....	17
6.3 Současný stav hřiště .....	18
<b>7. Přírodní poměry .....</b>	<b>21</b>
7.1 Vodstvo .....	21
7.2 Geomorfologie .....	23
7.3 Geologie .....	25
7.4 Pedologie.....	26
7.5 Klima.....	28
7.6 Fauna a flóra.....	30
<b>8. Terénní experiment inverzní jednosondové metody .....</b>	<b>31</b>
<b>9. Výsledky a vyhodnocení hydraulické účinnosti drenážního systému fotbalového hřiště v Mrákotíně .....</b>	<b>32</b>
<b>10. Návrh úprav drenážního systému na fotbalovém hřišti v Mrákotíně .....</b>	<b>34</b>
<b>11. Diskuse .....</b>	<b>37</b>
<b>12. Závěr.....</b>	<b>38</b>
<b>13. Seznam použité literatury.....</b>	<b>39</b>
Seznam literatury .....	39
Internetové zdroje.....	41
Legislativní zdroje.....	42
Zdroje obrázků a tabulek.....	42



Přílohy .....	44
---------------	----

# 1. Úvod

Odvodňování sportovišť je velmi významné pro jejich provoz a má zajistit odpovídající podmínky hrací plochy. Odvádět přebytečnou vodu z povrchu sportovní plochy a zabránit přítoku vnějších vod z okolí (HOLÝ M. A KOL., 1984). Jak vybrat správný způsob odvodnění záleží na několika faktorech. Jestli se jedná o přírodní trávník nebo umělou travu, jaké jsou vlastnosti půdního prostředí, jaká je sportovní zátěž dané plochy, druh sportu, pro který plocha slouží. Velký význam se přikládá také přírodním poměrům lokality.

Mezi obvyklé metody zařazujeme povrchové a podpovrchové odvodnění. Jako odvodňovací zařízení se ve většině případech používá dvouetážový odvodňovací systém. Ve vrchní části se nachází propustná vrstva a podzemní část tvoří trubková drenáž (HOLÝ M. A KOL., 1984). Povrchové odvodnění je zajištěno podélnými a příčnými spády po ploše hřiště ve směru okrajů hřiště. Povrchová voda odtéká kanálky nebo odtokovými žlábkami vyplněnými hrubým štěrkem a speciálními šachtami, umístěnými po okrajích hřiště. Pro podzemní odvodnění se používá drenážní systém, který se skládá z trubkových drénů, které se rozdělují na sběrné a svodné (PIPELIFE.CZ, 2015).

Ve směrnících chybí nebo není určeno, jak nakládat s nasbíranou vodou. Voda z drenážního systému putuje do zachycovací nádrže a pak ústí do vodního toku nebo přímo do recipientu. Voda by se měla použít na závlahu v suchých obdobích nebo jako užitková voda.

Cílem této práce je návrh úprav a rekonstrukce odvodnění fotbalového hřiště a experiment jedonosondové metody. Výsledky experimentu, návrh úprav a nasbírané informace o daném území, problematice drénů a odvodnění, by měly sloužit jako podklady projektantům, obcím a městským institucím, provozovatelům zařízení, fotbalovým klubům pro jejich projekty v oblasti úpravy fotbalových povrchů a drenážních systémů. Dále pak hlavním přínosem této práce bude výše zmíněný návrh úprav a rekonstrukce odvodnění fotbalového hřiště, který by měl vést ke zlepšení stavu hřiště, jeho okolí a zlepšit sportovní podmínky v obci. Dalším přínosem bude nakládání s nasbíranou vodou a ušetření vody obecního vodojemu.

## **2. Cíle práce**

Bakalářská práce se zabývá popisem přírodních podmínek lokality, zhodnocením stavu hřiště a návrhem úprav odvodňovacího systému Mrákotínského fotbalového hřiště.

Součástí bakalářské práce je charakteristika lokality. Popis odvodňování a drenážního systému. Dále bude proveden popis a historie daného území společně a analýza přírodních podmínek, zejména hydrologických a následné zhodnocení současného stavu hřiště.

Cílem bakalářské práce je návrh rekonstrukce a úprav drenážního systému odvodnění fotbalového hřiště Mrákotín. Za účelem zhotovení tohoto návrhu byl proveden pokus jednosondové metody na fotbalovém hřišti v Mrákotíně. Podle nasbíraných dat provedení výpočtu hydraulické vodivosti a následné hodnocení výsledků, na základě, kterých bude návrh vypracován.

## **3. Metodika**

V rámci bakalářské práce bude sepsána rešerše o odvodňování a popis drenážního systému, jeho kontroly a údržby. Dále bude proveden popis lokality a historie území. Bude provedeno vyhodnocení přírodních poměrů lokality zejména hydrologických, geomorfologických, klimatických a současný stav fotbalového hřiště.

Provedení pokusu jednosondové metody na fotbalovém hřišti za účelem zjištění rychlosti infiltrace vody. Na základě nasbíraných dat a informací výpočet hydraulické vodivosti, podle Hooghoudtovy rovnice a zpracování návrhu rekonstrukce odvodnění fotbalového hřiště Mrákotín.

## 4. Odvodňování

Odvodnění půdy je vědní disciplína zabývající se odvodem vody ze zamokřeného či zaplaveného území za účelem zlepšení stavu tohoto území po zemědělské, osidlovací, průmyslové a stavební stránce. Podle (LUTHIN, 1966) je zamokření půd způsobeno vysokou hladinou podzemní vody, které způsobuje odumírání kořenů rostlin a tím se snižuje úrodnost půdy. Tomuto se dá zabránit dle (HUDSON, 1993) souborem opatření a meliorační zásahů, které budou sloužit ke sběru a odvodu vody ze zamokřené oblasti.

Existuje biologické (zemědělsko-lesnické), které zajišťuje odvodnění pomocí výsadby porostu nebo trvalou úpravou půdní struktury. Výhodou takové biodrenáže je hlavně přirozená ochrana prostředí, produkce dřeva nebo ovoce z vysázených stromů. Výhodou jsou nízké náklady na provedení, avšak je potřeba větší plochy, aby měla biodrenáž potřebnou účinnost (HEUPERMAN A KOL., 2002).

Technické (hydromeliorační), zahrnující technické úpravy, stavby, konkrétně drenáže, kanálové soustavy, příkopy a úpravy toků. Používá se u velmi zamokřených půd a jedná se o jediné řešení možné řešení této situace (JŮVA A KOL., 1987).

Aby se předcházelo stavu zamokření a nesnižovala se propustnost půdy, je potřeba používat vhodnou techniku pro obdělávání půdy. Využívání těžkých strojů snižuje a zhutňuje půdu až do hloubky 1 m. Z těchto důvodů půda ztrácí gravitační póry v půdním profilu a odvodňovací funkce se snižuje (ERIKKSON, 1979).

Proces odvodňování je ovlivněn řadou faktorů, které se na daném území nachází. Místní poměry dané přírodou, podnebím, půdní skladbou, sklonitostí, propustností. Člověk by měl všechny tyto faktory vzít v úvahu a podle nich činit rozhodnutí, jaké odvodňovací zařízení zvolit.

### 4.1 Historický vývoj odvodňovacích staveb

Rozvoj odvodňovacích staveb byl způsoben hlavně nutností zabezpečit vypěstovanou úrodu pro stále rostoucí počet obyvatel. Tyto stavby umožnily

obdělávat větší rozlohy půdy. Přispět k ekonomickému rozvoji společnosti a vyvářet zdravé životní prostředí.

První záznamy o odvodňování pocházejí z období indické civilizace, přibližně 3 000 let př. n. l., kdy se začaly využívat keramické žlaby, které sloužily k odvodnění dešťové vody z obydlené oblasti (AKVEDUK.UA, 2019).

Před více, než 2000 lety řecký historik Herodot zabýval odvodňovacím systémem řeky Nil v Egyptě. Systém měl odvádět přebytečnou vodu po povodních. Ve 3. století před n. l. byly odvodňovány i řeky Pád, Arna a Tibera v Apeninách. Kolem 10. století se odvodňovaly hlavně skandinávské oblasti. Účelem těchto úprav bylo hlavně zvýšit úrodnost přímořských oblastí a území bažin. Budovali se hráze, které chránili území před mořskou vodou a tím se zvyšovala plocha půdy, kterou bylo možné obdělávat a pěstovat zde plodiny. V Holandsku vyvolala pokrok v odvodňovacích systémech potřeba půdy pro hospodářství. Půda se získávala z moře čerpáním vody z poldru pomocí větrné energie (HOLÝ M. A KOL., 1984). Ze téhož období jsou zprávy o výstavbě kanálu mezi řekami Ness a Vitham v Británii a o odvodňovacích stavbách ve Španělsku (KESSLER, 1973).

V SSSR vzniká odvodňovací činnost na přelomu 17.-18. století při výstavbě města Petrohradu, záměrem bylo využít Finský záliv pro zlepšení ekonomiky země. Ve Velké Británii se známému reformátorovi v oblasti odvodňování Josephu Elkingtonovi podařilo převést půdní vodu do spodních vrstev pomocí studní, což se považuje za přelom v této oblasti (HOLÝ M. A KOL., 1984).

Významná doba v oblasti odvodňování přichází ve 20. století. Jedná se hlavně o zkvalitnění metody hloubení a pokládky drenážního potrubí díky výkopovým i bez výkopovým technologiím. Přichází vývoj drenážních filtrů a vynalezení metody instalace drenážního systému. Dnes se používá jako nejčastější způsob odvodnění zemědělských pozemků trubková drenáž. Poprvé se u nás začala používat ke konci čtyřicátých let 19. století. Pro rozvoj tohoto novodobého způsobu odvodnění mělo však zásadní význam až vynalezení stroje na výrobu drenážních trubek. To se v roce 1843 podařilo J. R. Reed v USA, který značně zvýšil výstavbu odvodňovacích staveb na východním pobřeží Spojených států v té době (BENETIN A KOL., 1976).

## 4.2 Odvodňování v Čechách

K prvnímu odvodňovacímu zásahu, který měl vést k úpravě vodního režimu v krajině došlo v Čechách během roku 1240. Zasloužili se o to Němečtí rytíři, kteří vybudovali umělé přehrazení vodoteče v jižních Čechách (JANEČEK A KOL., 1995).

Za oficiální začátek odvodňování půdy v Čechách lze považovat rok 1340, kdy se pro práci ve vodním hospodářství a vodních tocích určili místní mlynáři. V tomto čase bylo vystavěno velké množství rybníků a vodních kanálů (VRBA, 1917).

V této souvislosti je nutné zmínit rybníkáře, kteří se soustředili hlavně na práci okolo hrází, jezů, splavů a dalších zařízení sloužících k úpravě vodních toků. V roce 1506 jeden z velmi významných rybníkářů jménem Josef Štěpánek z Netolic začal pracovat na třeboňské rybníční soustavě. Tato soustava byla roku 1559 dokončena Jakubem Krčínem z Jelčan. Přelom 14. a 15. století je považován za vrchol rybníkářství v Čechách. Právě Jakub Krčín z Jelčan a Štěpánek Netolický nesou zásluhy za vybudování několika rybníčních soustav na panství Rožmberků. Jedná se Pardubickou, Poděbradskou rybníční soustavu a několik soustav na Moravě. Tyto vodní díla jsou významnou částí ve vývoji našeho vodního hospodářství (HOLÝ M. A KOL., 1984).

Během 19. století docházelo na území Čech ke stavbě prvních melioračních staveb sloužících k odvodnění a zavodnění, drobné úpravy se týkaly menších potoků. V této době jsou také vydávány první meliorační knihy. Koncem 19. století došlo k přijetí legislativních procesů a byly připraveny základy na realizaci velkých melioračních opatření, které byly podporovány státními a zemskými orgány. Snaha o zlepšení, a hlavně o zvýšení úrodnosti zemědělských půd a také kladné výsledky melioračních opatření vedly k založení Vodních družstev, což znamená organizovanou činnost v této oblasti, již před první světovou válkou. Po válce byly předpisy převzaty a roku 1931 upraveny zákonem o Státním fondu pro vodohospodářské účely. Velmi silná finanční podpora od státu pomohla k druhé vlně výstavby vodohospodářských meliorací. Třetí období probíhalo mezi léty 1960 až 1980. Tehdejší politika intenzivně podporovala meliorace, důraz byl kladen na zúrodnování zemědělských půd (NĚMEC, 1907).

Rozvoj a výstavba meliorační staveb vyžadovaly potřebu zřízení organizace, která by zajišťovala správu a dozor nad majetkem státu. Proto byla 1.ledna 1970 založena ministerstvem zemědělství organizace Státní meliorační správa. Jejím úkolem bylo také povinně archivovat a evidovat data a informace v oblasti meliorací a ukládat je do informačního systému. 1. ledna 2001 byla tato organizace přejmenována a Zemědělskou vodohospodářskou správou. 30. června 2012 byla zrušena, veškerá data a majetek se všemi závazky přešly na státní podniky Povodí, Lesy ČR a stavby melioračního zařízení pod správu Pozemkového fondu České republiky (KULHAVÝ, 2014).

Odvodňovací stavby na území Čech mají už od historie velmi významnou roli v oblasti zlepšení zemědělské krajiny, a to platí dodnes. Odvodnění pozemků zajistilo příznivé podmínky pro jejich velkovýrobní využívání. Zlepšuje dostupnost zemědělské půdy a stabilizuje hydrologický režim půd, čímž zvyšuje produktivitu zemědělské výroby.

### **4.3 Odvodňování sportovních zařízení**

Sportovní hřiště musí být připravené na hru i za nepříznivých podmínek, je nutné zabránit hromadění vodních srážek na jeho povrchu. Odvodnění půdy se dá rozdělit podle jeho způsobu. Dělíme je na povrchové a podpovrchové. Každý způsob má několik rozdílných komponentů ale s podobnými funkcemi (BRITANNICA.COM, 2022).

Povrchové odvodnění se řeší podélnými a příčnými spády po ploše hřiště ve směru okrajů. Povrchový odtok je odváděn kanálky nebo odtokovými žlábkami, které jsou vyplněné šterkovou drtí nebo samotným šterkem. Lze také použít šachty, umístěné každých 15 až 25 m po okrajích sportovní plochy (PIPELIFE.CZ, 2015).

Podpovrchové odvodnění se většinou kombinuje s povrchovým odvodněním, kvůli zamezení přítoku vnějších vod. Používá se dvouetážový odvodňovací systém. Horní etáž je propustný povrch dané sportovní plochy a spodní etáž je systém trubkové drenáže. Funkce tohoto způsobu je taková, že srážky a voda se vsáknou povrchovou propustnou vrstvou směrem k drenážním rýhám, voda tedy proudí vertikálně k drenážnímu potrubí. Důležitými vstupními parametry jsou hloubka drénů, poloměr a rozchod podzemních drénů. Je potřeba

brát ohled na specifikace účelového zařízení, o jakou kategorii sportovní plochy se jedná a k jakému druhu sportu hřiště slouží. První kategorie zahrnuje hřiště, na kterých se pořádají mezinárodní sportovní akce, kterými jsou Olympijské hry, Světové šampionáty, Mistrovství Evropy nebo mezinárodní utkání. Tato kategorie vyžaduje potřebný čas k odvodnění v intervalu 30 minut až 3 hodiny a 30 minut. Ve druhé kategorii jsou hřiště, sloužící k pořádání zápasu první nebo druhé ligy a přátelské zápasy na mezinárodní úrovni. Čas určený k odvodnění je v intervalu 3 hodiny a 30 minut a 12 hodin. Do třetí kategorie se řadí sportovní plochy určené k tréninkům a rekreačnímu využití. Doba na odvodnění je v této kategorii je v rozmezí 12 až 24 hodin. Výše uvedené rozdělení se může lišit v různých zemích, každý sportovní svaz v dané zemi může mít jiné požadavky (HOLÝ M. A KOL., 1984).

Dalším důležitým aspektem je, k jakému druhu sportu je zařízení určené. V oblasti odvodnění hraje druh sportu velkou roli vzhledem k zatížení daného povrchu sportovního hřiště a vlhkosti této vrstvy. Trendem je výstavba sportovišť, které slouží pouze pro jeden druh sportu nebo sporty podobné. Povrch je tedy zatížen v podobné míře a stejná bude i propustnost, složení profilu i způsob odvodnění.

Kategorizace sportovních zařízení podle druhu sportu:

- fotbal, ragby, pozemní hokej. Těmto sportům je určený travnatý nebo škvárový povrch,
- pro lehkou atletiku se využívá atletický ovál, který je z tartanu, škváry nebo rekortonu. Pro plochu uvnitř oválu se používá travnatý, pískový nebo škvárový povrch. Odvodňovací systém je pro obě plochy stejný,
- pro tenis je určen povrch antukový, betonový, travnatý, z umělé hmoty nebo asfaltový. Sportovní areál se většinou skládá z několika dvorců, všechny dvorce mají ale stejné složení povrchu i profilu, zatížení hlavního dvorce bývá o 15 až 20% menší,
- sportovními povrchy pro košíkovou, házenou a odbíjenou jsou písek, škvára, antuka nebo umělá hmota. Areál se skládá z několika dvorců, zatížení je však stejné a odvodnění je jednotné.



- k masové tělovýchově slouží povrchy travnaté, písčové nebo hlinité (HOLÝ M. A KOL., 1984).

## 5. Drenážní systém

Hlavním cílem podrobného odvodňovacího zařízení je upravit vodní a vzdušný režim půdy na požadovaný stav. Odvodnění pomocí zařízení lze řešit pomocí příkopového odvodnění, které zamokřenou půdu odvodňuje otevřenými příkopy, které ústí skupinově nebo samostatně do kanálů odvodňovací sítě. Používá se většinou v rovinných polohách nebo u silně propustných půd. Podzemní odvodnění neboli drenáž se používá hlavně k odvodnění zamokřených zemědělských půd nebo ploch jiného využití, mezi, které patří letiště, sídliště, hřiště (HOLÝ A KOL., 1984).

O použití konkrétního odvodňovacího způsobu rozhodují faktory, mezi které se řadí místní poměry, např. hydrologické, územní, půdní a hospodářské. Velkou roli zde hrají investiční a stavební aspekt, které musí být posouzeny předem jednotlivě i v kombinaci (JŮVA A KOL., 1987).

Podzemní trubková drenáž navazující na síť drobných vodních toků a otevřených příkopů, které slouží jako recipienty těchto hydromelioračních staveb, přispívá k odvodňování půd a hraje významnou roli v hospodaření s vodou v povodí. Intenzita působení závisí na druhu zařízení a místních přírodních poměrech (KULHAVÝ A KOL., 2002). Odvodnění pomocí trubkové drenáže se rozděluje podle hydrogeologických, hydrogeologických a topografických faktorů a podle příčin zamokření. (SOUKUP A KOL., 2007).

Hlavním odvodňovacím prvkem je drén. Úkolem drénu je sbírat a odvádět vodu z konkrétního území. Drény se rozdělují na svodné (hlavní) a sběrné (křídla).

Drenáž se buduje ve sklonu, aby voda vtékající do drénu mohla volně odtékat po dně drenážního potrubí do cílového recipientu. Recipient může být odvodňovací kanál, rybník, vodní tok nebo jezero (BŘENDA, 1979). Pokud se jedná o drenáž na zemědělské půdě, měly

by zemědělci správně zvolit hnojivo a pesticidy pro dané plodiny. Aby nedocházelo ke znečištění odvodňovacího systému a konečného recipientu (NAZ, 2008).

Svodné drény (hlavníky) fungují jako páteř každého drenážního systému. Umísťují se do nejnižších poloh, aby využívali maximální sklon v co nejdelších přímkách. V trasách svodných drénu delších, než 400 m, je nutné navrhnout drenážní šachtice, které zajišťují kontrolu, údržbu a napojování drenážních souřadů. Pro půdy ohrožené větším zanášením drenáže, musí být úseky rozděleny v maximální vzdálenosti 200 m. Hloubka svodných drénů musí zajistit dobré zaústění sběrných drénů, aby zachycená voda mohla přirozeně odtékat až do vyústění. Voda ze sběrných drénů vtéká do svodných zpravidla shora, je hloubka svodného drénu vždy větší o průměr sběrného drénu. Ohled se bere i na výškové poměry recipientu a jen nutné, aby dno výústního drénu leželo alespoň 20 cm nad dnem koryta vodního toku (JŮVA A KOL., 1987).

Sběrné drény se navrhují v menších sklonech, v navzájem rovnoběžných a přímých směrech. Slouží ke sběru vody, která dále ústí do svodného drénu. Rozdělují se na podélné – se sklonem terénu 5–10 ‰, příčné – při sklonu terénu nad 10–100 ‰, protisměrné – kde je sklon terénu nad 100 ‰. Optimální sklon se pohybuje okolo 10 až 20 ‰. Doporučená délka je 120 m, v neobvyklých případech může být až 150 m. Průměr trubek sběrných drénů je 50 mm, pokud jsou vyrobeny z pálené hlíny a u PVC je průměr 40-50 mm (DUFKOVÁ, 2009).

Uložení podzemní drenáže můžeme rozdělit do tří skupin:

- a) Vodorovná neboli horizontální drenáž, se nejčastěji skládá z podélných trubkových drénů, které jsou ojedinělé, ale v největší míře uspořádané. V malé míře se také používá drén krtčí, který je vytvořen pomocí stroje zvaného krtčí pluh. Od trubkového drénu se liší tím, že má zpevněné stěny. Drenáž ojedinělá, která odvádí vodu z místa nebo plochy omezené zamokřením a tvoří ji většinou jednotlivý nebo jednotlivé drény. Zatímco drenáž plošná (uspořádaná) odvádí vodu z celé plochy souvisle zamokřené a skládá se ze svodných a sběrných drénů s drenážními objekty. Řady sběrných drénů, které ústí do společného svodného drénu vytvářejí drenážní souřad. Soustava drénů vytvořená jedním nebo více souřady se nazývá drenážní skupina, která

vyúsťuje do recipientu. Používá se hlavně na polích, loukách nebo větších plochách (HOLÝ A KOL., 1984).

- b) Svislá drenáž (vertikální) je složená z drénů, které jsou upraveny jako vrty nebo studny. Umožňuje čerpat vodu z hlubších vrstev pomocí mamutiho čerpadla a snížit tak hladinu podzemní vody v určitém místě nebo v celém území, nebo odvádět půdní vodu do hlubších půdních vrstev. Pohlcovací svislá drenáž se používá hlavně tehdy, pokud zamokřený půdní horizont může být odvodněn do spodní vrstvy. K odvodnění se používají svislé zemní drény, které jsou vyplněné šterkem, proutím nebo trubkovým drénem s filtračním obsypem písku. Umisťují se maximálně 40 cm pod povrch, aby nepřekáželi při obdělávání půdy. Hltače neboli vrtané trubní studny se využívají do větší hloubky. Svislá čerpací drenáž se drény používají stejně tak, jako trubní studny. Malým snížením vodní hladiny ve studni se dosáhne potřebného odvodnění v daném území (JÚVA A KOL., 1987).
  
- c) Kombinovaná drenáž je složená z vertikální, ze které teče voda do horizontálních drénu, kterými je odváděna do výusti. Pokud je hladina podzemní vody blíže k povrchu, používá se horizontální drenáž, vertikální drény, které jsou od sebe v určitých vzdálenostech ve dně svodných horizontálních drénů, odvádí vodu do propustných vrstev (HOLÝ A KOL., 1984).

## 5.1 Drenážní Materiál

Materiál, ze kterého se drény skládají je různý a záleží na několika faktorech a místních poměrech, podle čeho vybrat ten nejvhodnější z nich. Vyrábí se z různých druhů hmot, řadí se mezi ně pálená hlína, dřevo, plasty, kámen nebo také rašelina. Existují i drény bez vyztužení.

Hlavním cílem je vybrat takový materiál drénu, aby byla cesta vody do drénů co nejsnadnější. Mezi nejstarší způsoby drenáže patří kamenná drenáž, jednalo se o velmi jednoduchý způsob odvodňování, kdy se na dno drenážní rýhy uložil nános kamene. Jako historicky první materiál pro trubkové drény se používala hlína, která se používá dodnes. Trubkové drény, které se vyrábějí z kvalitní cihlářské hlíny bez dalších příměsí vápna a písku, jsou kruhového tvaru, mají jednotnou délku 33,3 m a vnitřní průměr od 5 do 20 cm. Vnitřní povrch musí být hladký. Trubky prochází zkouškou odolnosti, proti mrazu a zatížení. Dalšími drény jsou dřevěné (haťové), které byly vytvořeny z otýpky proutí a poté se svázali na dno drenážní rýhy. Podobným způsobem se používaly drény kamenné a krtčí (BERAN, 2009). Nejpoužívanějším materiálem je v dnešní době PVC. Nízká hmotnost, cena a odolnost vůči rzi a chemikáliím patří k hlavním vlastnostem, díky kterým je tento materiál nejvhodnější pro drenážní systémy. S PVC trubkami je snadná manipulace a je možné je napojit na jiné potrubí z jiných materiálů (EXPRESSDRAINAGESOLUTIONS.CO.UK, 2022).

V každé drenážní síti se nachází i drenážní objekty. Drenážní výusti bývají nejčastěji z kamenných nebo betonových dílů. Následujícím objektem jsou drenážní šachtice, které spojují svodné drény, za účelem provzdušnění tekoucí vody nebo k překonání výškových rozdílů. Většinou se jedná o nadzemní betonové roury zakryté betonový poklopem (BERAN, 2009).

## **5.2 Údržba drenážního systému**

Velmi důležité pro zabezpečení správné funkce drenážního systému je nutná soustavná a pravidelná péče o odvodňovací zařízení. Je nutná pravidelná udržovací prohlídka. Kontroluje se stav jednotlivých zařízení a stav odvodňované plochy (výskyt zjevných poruch na objektech, výskyt zamokřených míst, stav výustí, zanesení šachtic a jímek, odtoky z drénů). Tato údržba a čištění drenážního systému se provádí jednou za několik let, odstraní se usazeniny z potrubí a provedou se drobné opravy. Kontrola se provádí častěji, pokud je období silných vod nebo dešťů, kdy je odvodňovací systém nejvíce zatížen. Čištění a údržba má několik variant provedení.

Částice nečistot se usazují na dně drenážní jímky, je nutné sledovat hladinu těchto nahromaděných nečistot. Pokud přesáhne úroveň maximální kapacity, je potřeba jímku vyčistit. K čištění se používá drenážní čerpadlo, které ale slouží pouze k čerpání čisté vody. Pokud je jímka velmi zanesená nečistotami, doporučuje se zvolit odtokové fekální čerpadlo. K čištění drenážních vrtů se používá zařízení s plovákem na povrchu, který stále sleduje čistící zařízení a zamezí tak možnému nebezpečí úrazu. Mechanické čištění je nejvhodnější pro části odvodňovacích zařízení ležících na povrchu. Jsou lehce dostupné a čištění se provádí svépomocí bez odborníků. Jedná se o ruční výběr nebo výplach nečistot z odvodňovacích kanálků. Vyplachování se provádí pomocí čerpadla a hadice. Čerpací zařízení se připojuje střídavě k jednomu a druhému okraji potrubí, ve kterém prochází voda pod tlakem. Během procesu se úlomky a usazeniny rozdrť a jsou vyplaveny proudem vody z drenážního systému. Jedná se o velmi účinnou metodu, která se provádí každých 10 let. Aby systém mohl dobře absolvovat vlhkost, je nutné, aby byla ornice nebo povrch vždy volné. Sběrač by se měl čistit alespoň 1x za dva roky. Pravidelná údržba, péče a dodržování pravidel při instalaci drenážního systému, nám zajistí životnost systému až 50 let. Poté se polymerní části začnou rozpadat, ale díky filtru vydrží fungovat ještě o 20 let déle (AQUATECHN.COM, 2020). K čištění drénu se také může používat obyčejný drát. Ve většině případech se jedná o 30 m dlouhý ocelový drát o tloušťce 4-6 mm. Drát se do potrubí zasouvá směrem proti vodnímu toku. Po částečném zasunutí se drát vytahuje zpět a tím se narušuje nános nečistot. Potrhají se kořínky vrostlé do drénu, které se následně vytahují ven. Poté se na konec drátu připevní kartáč a při zpětném protahování se čistí stěny trubek (TNV 75 4922, 2016).

Jako prevence před znečištěním drenážního systému se používají drenážní filtry. Drenážní filtr je propustný pórovitý materiál, který je obklopen okolo drenážního potrubí. Účelem je ochrana a izolace potrubí, a hlavním cílem je zabránit nečistotám z okolí, aby se dostaly skrze spojovací spáry do drenážního potrubí. Drenážní filtry se rozdělují na objemové a obalové. Mezi nejčastější objemový materiál používaný k filtru je šterkopísek, granulovaná škvára nebo struska. Z přírodních materiálů se využívá drť ze stromové kůry, kamenná drť a v ojedinělých případech rozložená rašelina. Mezi obalové filtry řadíme ověřené textilní filtry, Vertex a slaměné rohože (KULHAVÝ A KOL.,2014).

### 5.3 Parametry

Mezi hlavní parametry drenážního odvodnění zařazujeme rozchod drénů, uložení drenáže, drenážní odtok a průměr drénů. Rozchod drénů, se navrhuje především podle druhu půd a požadavků povrchu na snížení hladiny podzemních vod po srážce. U těžkých půd se rozchod pohybuje v rozmezí od 8-10 m a u středních 12-15 m. Ojedinele se odvodňují i lehké půdy, ale to jen v případě trvale zvýšené hladiny vody. Drenážní odtok představuje velikost navrhovaného průtoku ve svodném drénu, kterým se rozumí 1 ha odvodněného území. Následujícím parametrem je hloubka uložení drenáže. Svodné drény se nejčastěji pohybují v rozmezí 1-1,2 m a sběrné většinou od 0,7 do 0,9 m (KVÍTEK A KOL., 2006).

## 6. Popis lokality a obce Mrákotín

Městys Mrákotín se nachází v kraji Vysočina na Jihlavsku. Městys má v současné době 886 (údaj z roku 2021) obyvatel. Spadá pod katastrální území Mrákotín u Telče a zahrnuje významnou část Javoříckých lesů včetně nejvyššího vrcholu. Na návsi se nachází farní kostel sv. Jiljí. Zmínky o něm se datují již do roku 1398. Dále v Mrákotíně nalezneme dětská hřiště, sportoviště, sbor dobrovolných hasičů, fotbalový oddíl, kulturní dům, restauraci, penziony, lyžařskou sjezdovku, a také čistírnu odpadních vod. Kulturní vyžití je v obci díky hasičskému dvoru a kulturnímu domu velmi pestré. Krajinu kolem Mrákotína tvoří pestré společenství lesů, polí, luk a rybníků, které díky mnoha kopcům a vyhlídkovým místům, se krajina vryje do paměti každému turistovi. V zimním období je nabídka rekreačních možností obohacena provozem lyžařského vleku. Kolem Mrákotína také vede množství pečlivě udržovaných běžkařských tras.

K Mrákotínu náleží také místní části Dobrá Voda a Praskolesy. Dobrá voda dříve sloužila jako lázně s radioaktivní vodou a doposud je atraktivní turistickou lokalitou. Praskolesy jsou v povědomí hlavně prastarou lípou, která má stáří přes 800 let, obvod kmene 10,5 metru a uvnitř dutého stromu je vestavěna dřevěná zvonice. Městys je členem Mikroregionu Telčsko (MESTYS-MRAKOTIN.CZ, 2011). Rozloha obce je 18,27 km<sup>2</sup>, nachází se v nadmořská výšce 545 m n. m., zeměpisné souřadnice jsou 49°11'22" s. š., 15°22'34" v. d.



*Obr. č. 1: Poloha Mrákotína (mapy.cz)*

## 6.1 Historie Mrákotína

První zmínky o Mrákotíně se datují do roku 1385, předpokladem je, že vesnice stejného názvu byla založena již ve 12. století. Původním vlastníkem byli páni z Hradu Štenberk (dnes Štamberk). Po husitských válkách spadla vesnice pod správu telčského panství. Pověst traduje, že Mrákotín vznikl po zániku vesnice Mrzatec, kterou zasáhla morová epidemie. Vesnice se nacházela na území dnešních rybníků Dolní a Horní Mrzatec. Nákazu přežili pouze Mrákota s jeho dcerou, kteří vesnici Mrzatec opustili a nový domov našli na území dnešního Mrákotína. Mrákotín byl pojmenován podle prvního usedlíka, kterým byl právě pan Mrákota.



*Obr. č. 2: Historický snímek Mrákotínského náměstí, v pozadí kostel svatého Jiljí (krasnecesko.cz)*

Kdy se Mrákotín stal městysem bohužel není přesně doloženo. Na nejstarší dochované pečetě, jejíž nález se datuje do roku 1569 se již jako městyse uvádí. Jednoznačným dokladem je až privilegium císaře Leopolda I., který v roce 1684 udělil Mrákotínu právo dvou výročních trhů a na něho roku 1793 navázal František II., který Mrákotínu přidal nové dobytčí trhy a jarmarky. V roce 1956 byl titul městyse Mrákotínu odebrán, poněvadž obec měla oprávnění užívat titul městyse před 17. květnem 1954, měla právo podle Novely zákona o obcích z roku 2006, požádat o obnovení titulu městyse. Žádost o obnovení přišla společně s dalšími osmnácti obcemi předsedovi Poslanecké sněmovny Ing. Miroslavu Vlčkovi. 23. ledna 2007 byl pozván starosta a místostarosta Mrákotína do Poslanecké sněmovny parlamentu ČR, kde přijali dekret o navrácení titulu městyse (MESTYS-MRAKOTIN.CZ, 2011).

V širší povědomí se Mrákotín dostal hlavně díky těžbě nerostných surovin, především žuly, jejíž naleziště se nachází v okolí. Kamenickou tradici v Mrákotíně odstartoval absolvent hořické kamenické školy pan František Foit, který měl bohaté zkušenosti v oblasti zpracování kamene z Vídně. V roce 1871 začala těžba světle šedomodré



a středně zrnité žuly. Roku 1919 se soukromý lom pana Foita přeměnil na akciovou společnost, která nesla název Mrákotínské kamenolomy a stavební podniky. Za první republiky získali kameničtí mistři z Mrákotína speciální zakázku z Pražského hradu. Vyrobili kamenný památník obětem 1. světové války. V Mrákotínském lomu byl vylomen, na svou dobu velmi jedinečný dvacetimetrový žulový monolit. Monolit se však po cestě do Prahy zlomil. Pětimetrová odlomená část je postavena na náměstí před Mrákotínským kulturním domem. Druhý monolit vysoký 15 m už byl převezen v pořádku. Mrákotínská žula byla použita i pro spoustu dalších staveb, kterými jsou Právnická fakulta Karlovy Univerzity v Praze, Památník osvobození na Vítkově, kašna na Pražském hradě a dvě kašny z 18. století na Mrákotínském náměstí.



*Obr. č. 3: Odlomený kus prvního monolitu, postavený na Mrákotínském náměstí  
(krasnecesko.cz)*

Roku 1929 čelila Mrákotínská kamenická firma krizi a přišlo rozsáhlé propouštění dělníků. Pracovali jen učedníci, což firmě neprospěvalo. V roce 1931 se těžba skoro zastavila

a k obnově došlo až před druhou světovou válkou. Po válce přišel rozvoj. V roce 1976 došlo k reorganizaci těžebních podniků a Mrákotín byl začleněn do podniku Průmysl kamene Příbram. V roce 1992 převzala kamenolom firma KAVEX, spol. s.r.o., která vlastnila i další lomy v okolí Mrákotína. Firma dnes nese název KAVEX GRANIT HOLDING a.s. V Mrákotíně se provádí hrubá kamenická výroba (těžba), tak i ušlechtilá výroba. Vyváží se výrobky nejen po celé České republice, ale i do zahraničí (ZEJDA, 2010).

## 6.2 Sokol Mrákotín

Založení sokola bylo pro Mrákotín velmi významným krokem vpřed. Zasloužili se o to roku 1919 pánové Vladimír Rod, František Bína, Antonín Lisý, Blahoslav Chadim a Prokop Chadim. Starostou byl tehdy pan Karel Poledna.

První počátky fotbalu v Mrákotíně se datují do roku 1941, kdy se odehrávali cvičné zápasy u lesa v Hamru, na louce v Kostelní Myslové. Skupina mladých chlapců z Mrákotína, kteří si přezdívali „parta mrštných“ se dohodla s kamarády z Bolíkova na prvním fotbalovém utkání. Trénovat se chodilo vždy po práci na malém plácku u lesa. Každý si chtěl zahrát na opravdovém hřišti a změřit své síly se soupeřem. K tomu došlo 13. července 1941 ve Studené proti Bolíkovu. Výkop byl plánován na 14:30. Mrákotínští měli červené trenýrky a bílé košilky, nohy holé bez chráničů, zatímco soupeř měl modré dresy a bílé trenýrky a řádnou výstroj. Zápas skončil prohrou Mrákotína 4:2. Chut' do hry však průkopníci Mrákotínské kopané neztratili. V roce 1942 vzniká neoficiální představenstvo SK Mrákotín, předsedou byl Jan Dohnal. Jelikož Mrákotín neměl kvalitní hrací plochu, a nejen soupeři na to upozorňovali, tak se 14. května samotní hráči a občané Mrákotína rozhodli postavit hřiště svépomocí. Hřiště bylo dokončeno v roce 1943, kdy bylo slavnostně otevřeno velkým turnajem. Hrál se o Putovní pohár SK Mrákotín 25. června 1943. Slavnostní výkop provedl starosta obce pan Jaroslav Fous za velké účasti obecnstva. První vítěz byl SK Telč. V roce 1959 proběhlo rozšíření fotbalového hřiště o 5 metrů a prodloužení o 30 metrů. Nacvičování spartakiády se na hřišti konalo v roce 1960 a zúčastnilo se ho 140 cvičenců. O 4 roky později byl oddíl fotbalu pro špatné výsledky a nedostatek hráčů vyloučen ze soutěží. V roce 1971 se stal předsedou pan Josef Fedra a začala drobná reforma. V následujících letech byly vystavěny nové kabiny, opraveny branky, vystavěna opěrná zeď a natažena elektřina do kabin. Roku 1985 za dalšího předsedy pana Veselého byl založen oddíl lyžování, spuštěn

vlek a dokončena výstavba lyžařské chaty. V Roce 1987 postup žáků do krajské soutěže, a v následujících letech asi zlatá éra Mrákotínského fotbalu, když se hráli žáci i dorost krajský přebor. V mužích už to taková sláva nebyla, když se v roce 2005 sestoupilo z Okresního přeboru Jihlavsko (VESELÝ, cit. dle POŽÁR, 2006)

Bohužel fotbal v Mrákotíně poslední roky upadá. V současné době najdeme v Mrákotíně pouze jedno mužstvo mužů. S mládeží se bohužel vůbec nepracuje, kvůli nedostatku dětí a trenérů. Většinou tedy mládež odchází hrát do nedalekého města Telč, kde jsou pro hráče lepší podmínky. V Mrákotínském týmu najdeme spíše starší ročníky, občas doplněné o mladé nadšence. Covidová situace, ale fotbal v městysi srazila ještě víc na zem a hráči jsou rádi, když se sejde alespoň základní jedenáctka. Navíc oddíl trápí i nedostatek financí.

V současné době hraje SK Mrákotín IV. třídu sk. A na Jihlavsku a nachází se na 8. místě 12- ti členné tabulky. Jedná se o nejnižší soutěž desátou nejvyšší fotbalovou soutěž v České republice, řízenou rovněž Okresním fotbalovým svazem Jihlava (FOTBAL.CZ, 2022).

V roce 2003 prošlo hřiště celkovou rekonstrukcí. Byl upraven svah na západní straně hřiště a vystavěna opěrná zeď nad bufetem. Kabiny dostaly nové podlahy a sociální zařízení. Postaveny byly také nové střídačky a v roce 2005 byl zpracován projekt na zatravnění fotbalového hřiště s automatickou závlahou společností PARK v.o.s., doposud se hrálo na pískovém povrchu. Na severní straně areálu vzniklo pískové hřiště která slouží k nohejbalovým turnajům

### **6.3 Současný stav hřiště**

Současným povrchem fotbalového hřiště je přírodní trávník skládající se z Jílku vytrvalého a Lipnice luční. Hřiště disponuje rozměry 95 m x 50 m s 2–4 m výběhy za podélné a brankové čáry. Hřiště se nachází na pozemku p. č. 2492/1 v katastrálním území Mrákotín.



Obr. č. 4: Ortofoto snímek fotbalového hřiště v Mrákotíně (cuzk.cz)

Fotbalové hřiště je vybaveno automatickým závlahovým systémem a drenážním systémem. Podzemní závlahový systém, se skládá z podzemního trubního vedení a ovládacího kabelového vedení propojeného s 12-ti výsuvnými postřikovači, které jsou ovládány elektromagnetickými ventily a centrální jednotkou. Rozsah automatického zavlažovacího systému je celá plocha hřiště. Zdrojem vody je vodovodní řád obce. Trubní vedení je uloženo v hloubce 50-60cm na pískovém loži společně s ovládacími kabely. Provoz je nastaven automaticky v požadovaných dnech a v požadovanou dobu, systém je vybaven čidlem srážek, které při dostatečných přirozených srážkách dočasně vypne zavlažování, po vyschnutí čidla se systém automaticky znovu aktivuje. Spotřeba vody pro sezónu je cca 2000 m<sup>3</sup> vody (PARK, 2005).



*Obr. č. 5: Stav hřiště ze severní strany březem 2022 (autor, 2022)*



*Obr. č. 6: Stav hřiště z jižní strany březem 2022 (autor, 2022)*

Příčiny zamokření mohou být takové, že povrch hřiště je nestejně propustný a před rekonstrukcí byl základ hřiště jílovitohlinitý s podílem kamene. V určitých částech hřiště se objevuje drobné zamokření, a nachází se zde místa se sníženou propustností ve kterých po intenzivnější srážkové činnosti může docházet ke stagnaci srážkových vod, což může vést k nežádoucímu zamokření a degradaci travnaté plochy.

Při terénním průzkumu a konzultaci s místním trávnickářem a správcem hřiště panem Štěpánem nebyla objevena žádná místa která by mohla být negativně ovlivněna stagnující vodou. Problém nastává v případě intenzivních dešťů, kdy se tvoří krátkodobé louže na určitých místech hřiště. Fotbalový areál se navíc nachází pod svahem, že kterého voda může stékat přímo na hřiště. Voda se ale poměrně dobře infiltuje díky drenážnímu systému a hlinitopísčitém půdám. Situace by se ale dala zlepšit.

Z důvodu zmenšení šance na zranění hráčů, zajištění lepších podmínek, zmírnění negativních hydrologických jevů lokality a s ohledem na zhoršování vlastností půdního povrchu hřiště a zastaralého drenážního systému jsem se rozhodl vypracovat návrh rekonstrukce drenážního systému.

## **7. Přírodní poměry**

### **7.1 Vodstvo**

U Mrákotína neprotéká žádná řeka. Rybníků a potoků se v okolí nachází velké množství. Potok Myslůvka, která protéká středem městyse je pravostranným přítokem Moravské Dyje. Potok pramení necelé dva kilometry východně od nejvyššího vrcholu kraje Vysočina, kterým je Javořice. Nachází se v nadmořské výšce 637 m. Potok směřuje po celé své délce převážně jihovýchodním směrem. Po své cestě napájí spoustu rybníků. Mezi ty významnější patří Dolní Mrzatec, Horní Mrzatec. Cestou do Hamerského rybníka potok protéká pod svahem fotbalového hřiště a po pravé straně se nachází čistírna odpadních vod. S Moravskou Dyjí se Myslůvka vlévá do Černičského rybníka.

Mrákotínem protéká také Částkovický potok, který je levostranným přítokem Myslůvky. Potok pramení na jihu od Mrákotína nedaleko obce Řásná v oblasti zvané

Podemlýnská. Potok teče přes Svatojánský a Částkovický rybník, následně se poté na okraji Mrákotína vlévá do Myslůvky.

Dalším potokem, který stojí za zmínku je Světelský potok. Je pravostranným přítokem Myslůvky. Pramen světelského potoka se nachází severozápadně od Mrákotína v lesích nedaleko obce Světlá na území, které nese název Kamenný. Potok protéká skrz Hamry, následně napájí ze západní strany rybník Řibřid. Pokračuje dál na východ do Mrákotína, kde se uprostřed obce pojí do malé vodní nádrže jménem Zájezdek. Jeho cesta končí ve stejném místě jako pouť Částkovického potoka, tedy v Myslůvce.

Pro Mrákotín má velký význam i několik rybníků v jeho okolí. Jedním z nich je rybník Řibřid. První zmínky o tomto rybníku se datuje do roku 1581. Rozloha vodní plochy je 21 ha, délka rybníka je 900 m a šířka 300 m. Nachází se v nadmořské výšce 550 m (LIEBSCHER, 2014). Severní stranu rybníka obklopují pole a louky, částečně i zástavba Mrákotína. Po hrázi rybníka vede silnice. Rybník slouží hlavně k rekreaci a k chovu ryb. Za funkci má také napájení vodou pro vozidla dobrovolných hasičů v Mrákotíně. V okolí se nachází ještě několik rybníků, které slouží k rekreačním účelům a chovu ryb. Jedná se o rybníky Dolní Mrzatec, Horní Mrzatec, Mysletín, Chabrovec, Hamerský, Pitkovský, Nezdarův a rybník Romantika. Na okraji městyse leží i několik zatopených lomů, které vznikly zatopením míst, kde probíhala těžba kamene.



Obr. č. 7: Vodní toky a plochy v okolí Mrákotína (geoportal.gov.cz)

## 7.2 Geomorfologie

Městys Mrákotín se z hlediska geomorfologie nachází na území Jihlavských vrchů, celku Javořícké vrchoviny, v oblasti Českomoravské vrchoviny, subprovincii Českomoravská soustava, provincii Česká vysočina a Hercynském systému (GEOMORFOLOGICKA-CESKOSLOVENSKA.CZ, 2018). Mezi nejvyšší body tohoto katastrálního území Mrákotín u Telče patří Javoříce s výškou 837 m. n. m., Široký kámen s výškou 771 m. n. m., Skalka vysoká 686 m. n. m. Nadmořská výška Mrákotína v jeho středu činí 545 m. n. m.

Česká vysočina neboli Český masív je největší ze čtyř geomorfologických provincií, které se nacházejí na území České republiky. Jedná se o stará, erozí ohlazená horstva, jejichž nejvyšší body tvoří přirozené hranice ČR. Na severu na ni navazují Středoevropské nížiny, na východě ji od Západních Karpat oddělují Vněkarpatské sníženiny. Na jihu ji ohraničuje Dunaj a na západě zasahuje až do německého Durynska. Stáří České vysočiny se odhaduje na 350 až 500, některá místa i 800 milionů let. Nejvyšším bodem je Sněžka 1 602 m. n. m. (ZEMMAT.CZ, 2020).



Českomoravská soustava je provincie rozkládající se v jihovýchodních Čechách, jihovýchodní části středních Čech, jihozápadní Moravě a okrajově přesahující do severního Rakouska. Její součástí jsou velmi staré pahorkatiny a vrchoviny. Z nichž nejvyšší je Českomoravská vrchovina (GEOMORFOLOGICKA-CESKOSLOVENSKA.CZ, 2018).

Českomoravská vrchovina je rozlehlá, mírně zvlněná pahorkatina, zároveň geomorfologická oblast, která zasahuje do obou stran zemské česko-moravské hranice a malou částí přesahující do Rakouska. Tato oblast spadá do povodí Labe a Dunaje, protéká jí hlavní evropské rozvodí. Nejvyšší vrchol je Javořice 837 m. n. m. (TURISTIKA.CZ, 2005).

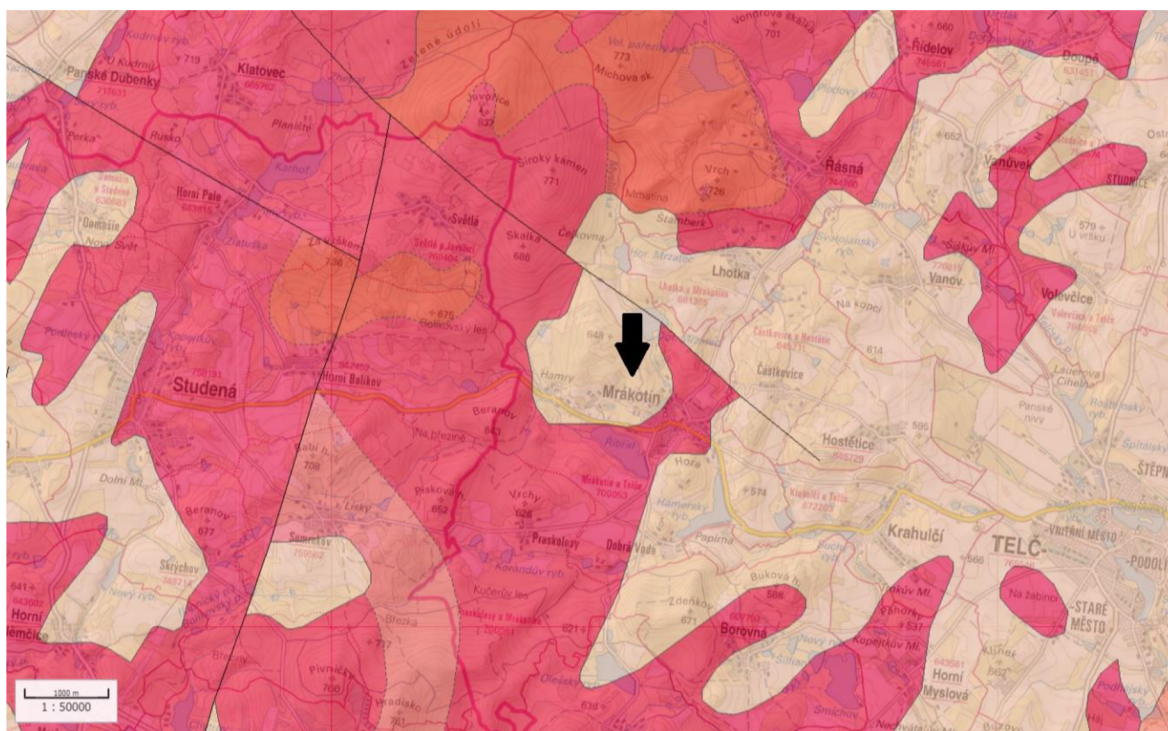
Javořická vrchovina je geomorfologický celek Českomoravské vrchoviny. Jedná se o nejvyšší část oblasti. Rozloha území zaujímá 624 km<sup>2</sup> a střední výška je 604 m. Vrchovinu tvoří horniny centrálního moldanubického plutonu, výrazně se zde vyskytují útvary ovlivněné vlastnostmi žuly, jako jsou skalní mísy a dutiny (TURISTIKA.CZ, 2005).

Jihlavské vrchy jsou geomorfologickým podcelkem Javořické vrchoviny. Nachází se 10 km severozápadně od Telče, či 10 km jihozápadně od Třeště. Největší část Jihlavských vrchů je souvisle zalesněna. Jihlavské vrchy se člení na 3 geomorfologické okrsky, kterými jsou Řásenská vrchovina, Mrákotínská sníženina a Pivničky. Nejvyšším vrcholem Jihlavských vrchů i celé Českomoravské vysočiny je Javořice (837 m n. m.) na jejímž vrcholu je zdaleka viditelný 166 m vysoký televizní vysílač. V jižní části se nachází mnoho starých lomů na žulu, v Mrákotíně se žula doposud těží (GEOMORFOLOGICKA-CESKOSLOVENSKA.CZ, 2018).

Mrákotínská sníženina je geomorfologický okrsek ležící na území Jihlavských vrchů. Sníženina je orientována od východu k západu. Povrch je převážně zalesněný smrky, ale nalezneme zde i buky nebo jedle. Rozkládají se zde zbytky luk, na kterých rostou vlhkomilné druhy. Nejrozšířenější horninou v dané oblasti je žula. Nejvyšším bodem je Babí hora s nadmořskou výškou 708 m.

### 7.3 Geologie

Horniny a jiné geologické fenomény, které se dnes vyskytují na území Geoparku Vysočina, odkrývají význačnou část historie v geologickém vývoji České republiky. Horniny v okolí Mrákotína pochází hlavně z období Paleozoika nebo Prekambria. Podle současného datování tato éra zahrnuje období před 541 až 252 miliony let. Nejrozšířenějším typem horniny je granit v jeho několika odlišných subtypech. Ve studovaném území je nejrozsáhlejší drobně až středně zrnitý dvojslídny granit (mrákotínský typ) a drobnozrná až středně zrnitá, místy porfyrická muskovit-biotitická žula. Dále ruly a cordieritické migmatity, muskovit, biotit (VERNER A KOL., 2011).



Obr. č. 8: Geologické poměry v okolí Mrákotína (geoportal.gov.cz)

Nejznámější českou žulou je drobně až středně zrnitý dvojslídny granit, místy s porfyrickými vyrostlicemi živců, který se těží v okolí Mrákotína na Telčsku. Jedná se o kyselou, hlubinně vyvřelou magmatickou horninu. Je složená z křemene (20 až 40 %), živce a menšího množství tmavých minerálů (5 až 20 %). Mezi živce patří ortoklas a mikroklin a z ostatních minerálů biotit, muskovit nebo amfibol. Obvykle má světlé, šedavé nebo bělavé zbarvení, někdy s modrým odstínem. Používá se na pomníky, náhrobky a jako stavební kámen (RENÉ, 2001).

Rula je hornina, která vzniká metamorfózou, kdy teplota a tlak dosahují vysokých hodnot. Řadí se mezi krystalické břidlice. Stavba je rovnoběžná a vnější vzhled je proužkovitý. Střídají se proužky křemene a živců. Slídy jsou neuspořádané v podobě pásků či čoček. Skládá se z živců (draselný živec, plagioklas), křemene a slídy (biotit, muskovit). Barva je šedá až světle šedá, žlutavá, hnědá až červenavá. Pro svou zápornou vlastnost snadného zvětrávání se používá ve stavebnictví pouze na chodníky, schody nebo jako šterk (GEOLOGY, 2007).

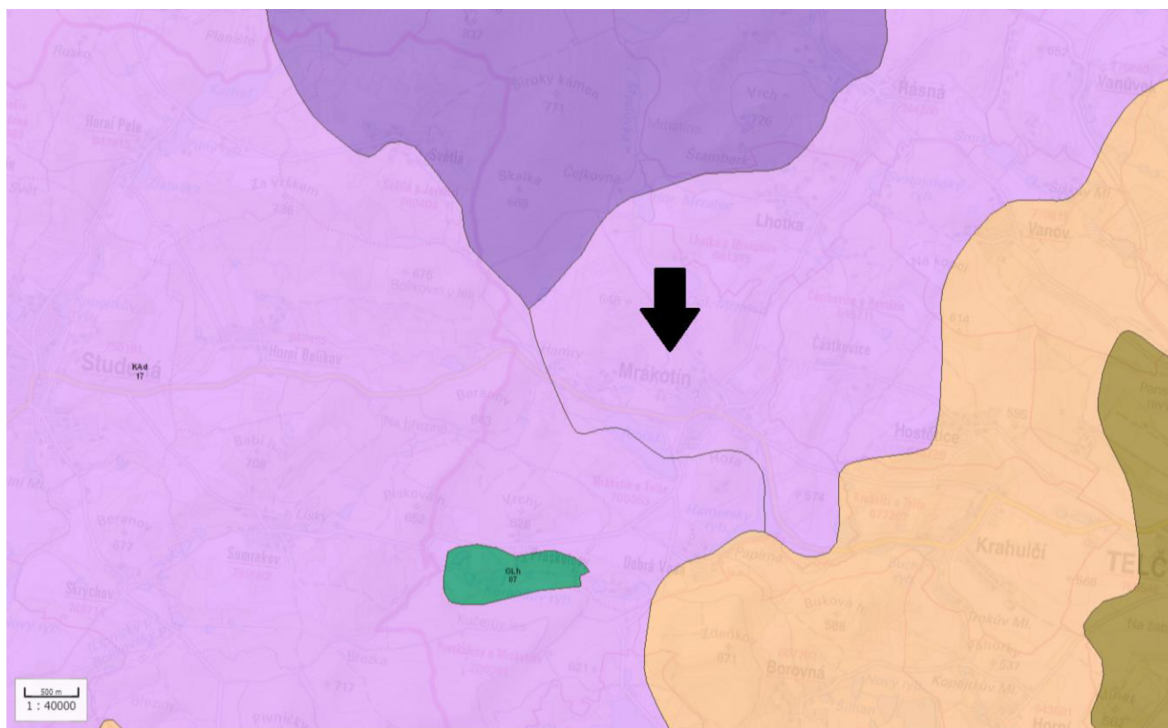
Biotit je minerál typický pro svojí tmavomodrou až černou barvu a také vynikající štěpnost. Štípe se na lupeny a malé tabulky. Je jeden ze základních horninotvorných minerálů, vyskytuje se ve většině hornin. Využívá se jako izolační materiál a jako plnivo do barev. Zvětráváním získává zlatožlutou barvu a pro svůj třpyt se mu říká „Kočičí zlato“ (ZIMÁK, 2005).

Migmatit se skládá z granitových a rulových složek, jako nejčastější podoba se uvádí páskovaná rula. Hornina má tmavě šedou barvu s bílými proužky. Využívá se jako lomový kámen nebo při výrobě drceného kameniva. Minerál muskovit je světlý druh slídy. Lesklé, průhledné šupinky a lupínky, které jsou dobře ohebné a snadno se lámou. Používá se jako součást břizolitových omítek (GEOLOGY.CZ, 2007).

## 7.4 Pedologie

Typy půd na daném území jsou ovlivněny několika faktory. Podléhají působení podnebí, vlhkosti, teploty a zvětrávání. Během vývoje půd nastává jejich rozdělování na druhy a typy podle podmínek lokality. Mezi podmínky řadíme mineralogické složení hornin, převládající podnebí, nadmořská výška a typ reliéfu. V oblasti Jihlavských vrchů se nachází pahorkatinný a vrchovinový reliéf, který je nejvhodnější ke vzniku kambizemí. Ve vyšších polohách přecházejí v neúrodné půdy zvané podzoly. V nižších nadmořských výškách se kambizem střídá s luvizemí. Půdním typem na území Mrákotína a v blízkém okolí je kambizem. Podtypy, které se zde vyskytují jsou kambizemě mesobazické, což jsou kyselé hnědé půdy. V menší míře se zde nachází kambizemě dystrické, tedy silně kyselé hnědé půdy. Dystrická kambizem se vyvinula pouze v nejvyšších částech lokality.

Kambizemě jsou vývojově mladé hlinité půdy a vyvinuly se nejčastěji z rankerů a pararendzin. Kambizem je půdní typ hnědé barvy, který se vytváří hlavně ve svažitých podmínkách, v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a sedimentárních hornin. Vyskytuje se v mírném klimatickém pásu, zejména pod listnatými lesy. Půda je poměrně náchylná na zvětrávání, dochází tedy k neustálému uvolňování živin, železa a ostatních látek. Mezi další vlastnost patří ovlivňování laterálního pohybu vody v krajině. Kambizemě jsou převážně půdy hluboké a v jejich vlastnostech se odráží vliv půdotvorného substrátu a nadmořské výšky. S nadmořskou výškou se zvětšuje hloubka půdy, zvyšuje se její kyprost, roste obsah humusu, ale zároveň však větší množství srážek způsobuje větší vymývání. Dystrický podtyp se vyznačuje hlavně tím, že je půda až o 30 % víc nasycená hliníkem. Mesobasický podtyp nacházející se na území Mrákotína charakterizuje nižší nasycenost horizontu (PEDOLOGIE.CZU.CZ, 2004).



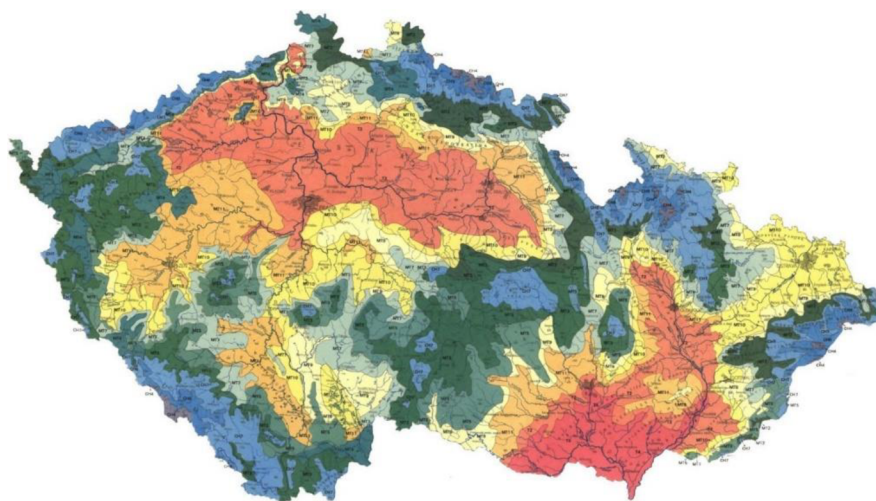
Obr. č. 9: Pedologické poměry v okolí Mrákotína (geoportal.gov.cz)

Na severozápadě od Mrákotína u obce Světlá se nacházejí podzoly. Vznikají podzolizací na svahovinách přemístěných zvětralin hornin (žuly, pískovce). Jedná se o neurodné půdy šedé barvy. Horizont je ochuzován o živiny hlavně jejich vyplavováním.

U Praskoles na jihozápadě Mrákotína se nachází malá oblast půdního typu glej, který se vyskytuje především na velmi podmáčených místech. V důsledku tohoto podmáčení dochází k nedostatku kyslíku v této půdě.

## 7.5 Klima

Území se nachází v mírně teplé podnebné oblasti. Pouze nejvyšší části Hornosvratecké a Javořické vrchoviny se zařazují do chladné oblasti.

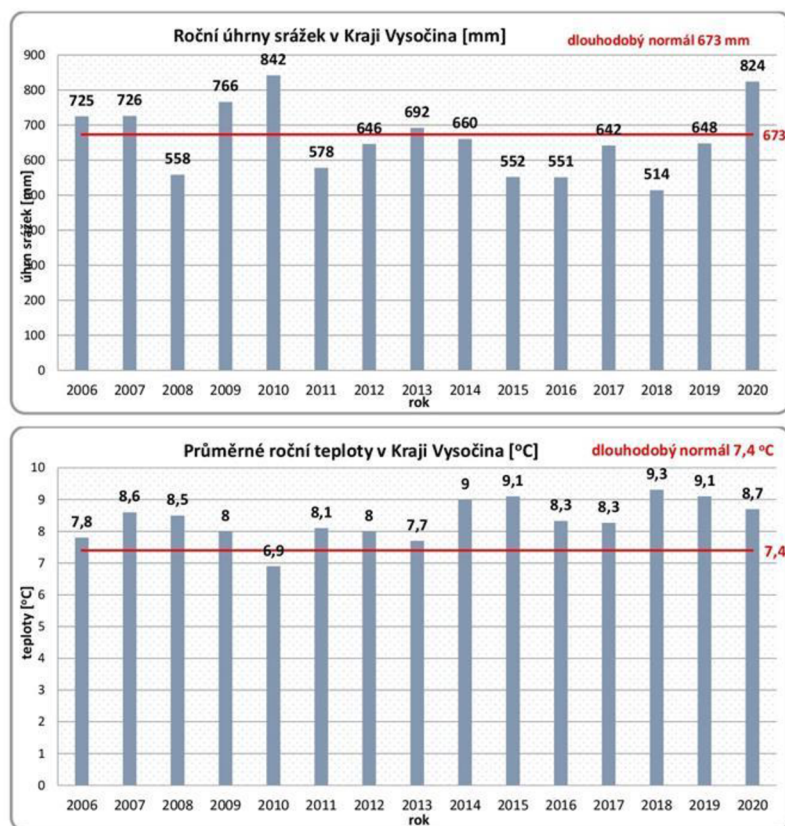


*Obr. č. 10: Klimatické oblasti podle Quittovi klasifikace (moravske-karpaty.cz)*

Mrákotínskou lokalitu můžeme rozdělit podle Quittovi klasifikace na 2 klimatické oblasti – chladnou (CH) a mírně teplou (MT). Chladná oblast CH7 se nachází v nejvyšších místech Jihlavských vrchů, a v okolí Javořice. Mírně teplá oblast MT3 navazuje na chladnou oblast v okolí Javořice. Nejrozšířenější klimatickou oblastí je MT5.

Jihlavské vrchy, mají průměrnou roční teplotu pouze okolo 5 °C. Na většině území Vysočiny se průměrné roční teploty pohybují okolo 6-8 °C. Nejteplejší je jihovýchodní část Třebíčska, kde průměrné roční teploty stoupají až k 9 °C. Roční úhrn srážek v kraji Vysočina se pohybuje od 500 mm do 800 mm. Nejdeštivějším obdobím je léto. Na množství a intenzitě srážek se výrazně podílí reliéf a převažující západní a severozápadní směr větru. Nejdeštivější je oblast Žďárských vrchů, která se nachází na návětrných svazích Vysočiny. Opakem je jihovýchodní část Třebíčska ležící ve srážkovém stínu a průměrný roční úhrn srážek je zde nejnižší (BUKÁČEK, 2011).

Na obrázku č.5 jsou uvedeny roční úhrny srážek a průměrné roční teploty v Kraji Vysočina, ve kterém se nachází Mrákotín.



Obr. č. 11: Roční úhrn srážek a průměrné roční teploty v Kraji Vysočina (kr-vysocina.cz)

Chladná oblast CH7 se charakterizuje krátkým létem, které je mírně chladné a vlhké. Přejídné období je dlouhé s mírně chladným jarem a mírným podzimem. Zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhým obdobím sněhové pokrývky. Mírně teplá oblast MT3 obepíná z obou stran nejvyšší části Jihlavských vrchů. V této oblasti je jaro mírné, léto je krátké a mírně chladné, až mírně suché. Podzim je mírný, normálně dlouhý, zima je mírně chladná a suchá. Mírně teplá oblast MT5 se nachází v Mrákotínské sníženině, jaro je zde mírné a dlouhé, léto chladnější, suché a krátké. Úhrn srážek ve vegetačním období je 350–450 mm. Průměrná letní teplota se pohybuje okolo 17 °C. Podzim je mírný až dlouhý, zima je mírně chladná, suchá až mírně suchá s průměrnou teplotou -4 °C (QUITT, 1971).

## 7.6 Fauna a flóra

Složení současné fauny a flóry na Vysočině je výsledkem dlouhodobého procesu. O její formování se postaraly přírodní činitelé (chemické složení hornin, geografická poloha, klima a geologický podklad). Činitelé vytvořili původní lesní květenu s poměrně nízkou druhou rozmanitostí a s velkým výskytem acidofytů. Vývoj je bez pochyby ovlivněn sousedícími oblastmi. Z jihovýchodu přicházejí teplomilné druhy údolím Moravské Dyje, od západu působí Třeboňská pánev, se spoustou vodní, mokřadní a také rašelinné vegetace. Ve vyšších částech, podporují Jihlavské vrchy výskyt horských druhů. Velký vliv na místní biotu má i člověk (DVOŘÁČKOVÁ, 2005).

Vysočina se dělí do 4 biogeografických regionů. Jedná se o Velkomeziříčský, Pelhřimovský, Novobystřický a Javořický. Mrákotín se nachází v oblasti Javořického bioregionu, který je tvořen Vrchovinou na žulových horninách. Malý bioregion na pomezí jižních Čech a západní Moravy zabírá severní část geomorfologické oblasti Javořická vrchovin. Je protažen ve směru SV – JZ s rozlohou 250 km<sup>2</sup>. Převažuje zde zejména 5. jedlobukový vegetační stupeň se zastoupením horských druhů, zvláště na lučních i lesních rašeliništích. Hlavními porostotvornými dřevinami jsou buk lesní a jedle bělokorá alespoň jako příměs se pravidelně vyskytuje smrk, jehož podíl stoupá na lokalitách s přídatnou vodou. Vyskytují se zde i některé alpské prvky, ale biodiverzita je zde bohužel i přesto poměrně nízká. Bioregion se vykytuje v nejvyšší oblasti Vysočiny, jejíž vegetace náleží do bikových a acidofilních horských bučin s podmáčenými rašeliništi a smrčinami. Na většině ploch se vyskytují acidofilní bučiny, řidčeji také květnaté bučiny, v této dřevinné skladbě je zahrnut také smrk. V podmáčených oblastech a u vodních toků se vyskytují olšiny. Vysoce zastoupeny jsou zde i rozmanitá společenstva rašelinišť, vlhké a rašelinné louky lemované křovinami (IS.MUNI.CZ, 2016).

Fauna je zde zastoupena především ochuzenou západopalearktickou aboreální faunou, která je typická nižší druhovou diverzitou, výrazným zastoupením západních a severních migrantů a malým počtem endemitů (TICHÁ, 2005).

## 8. Terénní experiment inverzní jednosondové metody

Za účelem vypracování návrhu odvodňovacího drenážního systému pro fotbalové hřiště bylo nezbytné určit propustnost půdního prostředí neboli koeficient hydraulické nasycené vodivosti  $K$ .

Infiltrační rychlost půdy se měří v terénu infiltračním experimentem, při kterém se voda vsakuje v infiltrometrech s různým průměrem, většinou se používají soustředné válce (KUTÍLEK, 1978). Podle (RITZEMA, 2006) se nejčastěji používá jednosondová metoda, která může být za určitých podmínek, jako je například vysoká hladina podzemní vody, nahrazena jiným způsobem pro stanovení hydraulické vodivosti. Mezi tyto metody měření rychlosti infiltrace se používají také jednoválcové nebo dvouválcové infiltrometry. Při náročnějších měřeních se používají více dvouválcové infiltrometry, ale pro jednoduchá měření s dobrým stavem půdy se používá jeden válec (KLUTE, 1986).

Pro experiment byla vybrána inverzní jednosondová metoda. Tato metoda slouží ke stanovení koeficientu hydraulické nasycené vodivosti  $K$  v půdním prostředí bez přítomnosti hladiny podzemních vod a stanovení infiltračních schopností půdy. Princip experimentu je založen na množství vsáklé vody ve zhotovená sondě za určitý čas.

Experiment byl proveden na fotbalovém hřišti SK Mrákovín v odpoledních hodinách za příznivého počasí. Celkem bylo zhotoveno 5 sond, na různých částech travnaté plochy, abychom dosáhli co nejpřesnějších výsledků. Na zvoleném místě byl opatrně odstraněn trávník z povrchu hřiště, tak aby nedošlo k poškození přirozeného stavu povrchu a pomocí příslušného nářadí zhotovena cylindrická (kruhová) sonda, o určitém průměru a hloubce (viz tab. č.2). Poté byla sonda zcela naplněna vodou a následně začalo měření času. Stopky se zastavily v momentě, kdy byla voda zcela vsáknutá do půdy a sonda byla prázdná. Všechny parametry sondy a výsledné časy jsou uvedené v tab. č.2 Sonda č. 2 má nejmenší a sonda č. 3 nejvyšší hydraulickou vodivost.



## 9. Výsledky a vyhodnocení hydraulické účinnosti drenážního systému fotbalového hřiště v Mrákotíně

Pro stanovení hydraulické vodivosti  $K$  [m.d-1] byla odvozena rovnice (1)

$$(1) K = \frac{r}{2} \times \ln \frac{y_1 + \frac{r}{2}}{y_2 + \frac{r}{2}} / t_2 - t_1$$

za předpokladu úplného vyprázdnění sondy  $y_2 \rightarrow 0$ ;  $t_1 \rightarrow 0$  přejde rovnice (2) na vztah (2)

$$(2) K = \frac{r}{2} \times \ln \frac{y_1 + \frac{r}{2}}{\frac{r}{2}} / t_2$$

Parametry rovnic (1) a (2) jsou patrné ze schématu sondy pro stanovení hydraulické vodivosti půdy (viz obr. č.11).

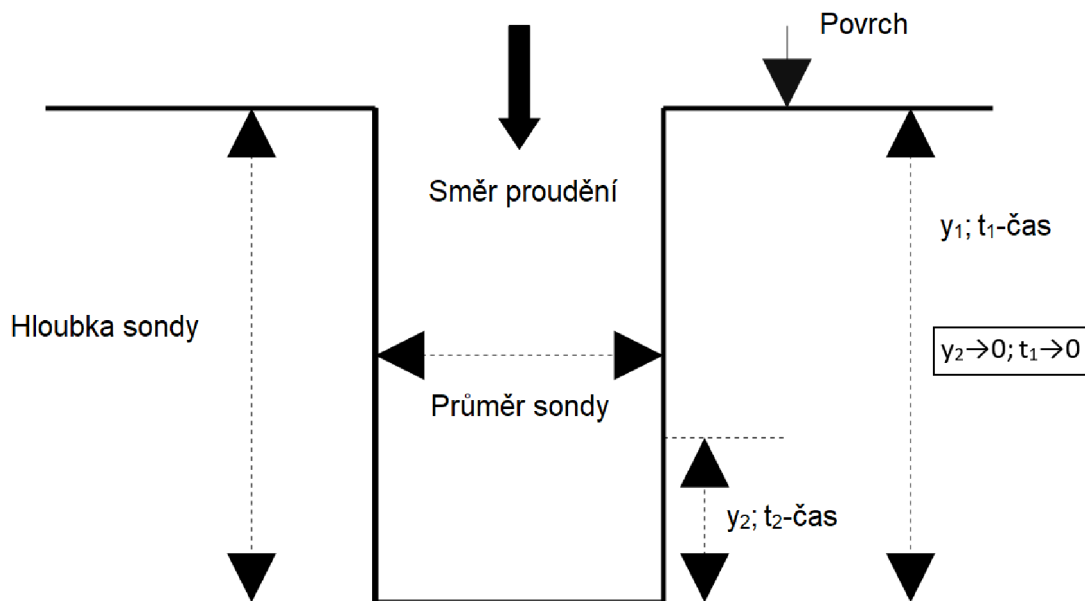
Kde

$r$ = [cm]	...	poloměr sondy
$y$ = [cm]	...	hloubka sondy
$t$ = [min]	...	čas
$\ln$	...	přirozený logaritmus

Sonda č.	Průměr sondy [cm]	Hloubka sondy [cm]	$\Delta t$ [min]	$K$ [m/d]
1.	10	9	58,14	1,3
2.	15	15	146	0,8
3.	9	8	19,2	3,4
4.	8	10	76,5	0,9
5.	12	8	53	1,4

Tab. č. 1 Parametry terénního experimentálního měření povrchových vrstev, (autor, 2022)

Průměrná hydraulická vodivost půdy je 1,56 [m/d]. v přepočtu  $1,8 \cdot 10^{-5}$  [m/s]. Dle normy (ČSN 73 5910) zahrnující navrhování výstavbu a rekonstrukci travnatých hřišť by hodnota koeficientu nasycené hydraulické vodivosti  $K$  neměla klesnout pod hranici  $8,7 \cdot 10^{-6}$  [m/s]., tedy z hlediska normy je parametr  $K$  v pořádku.



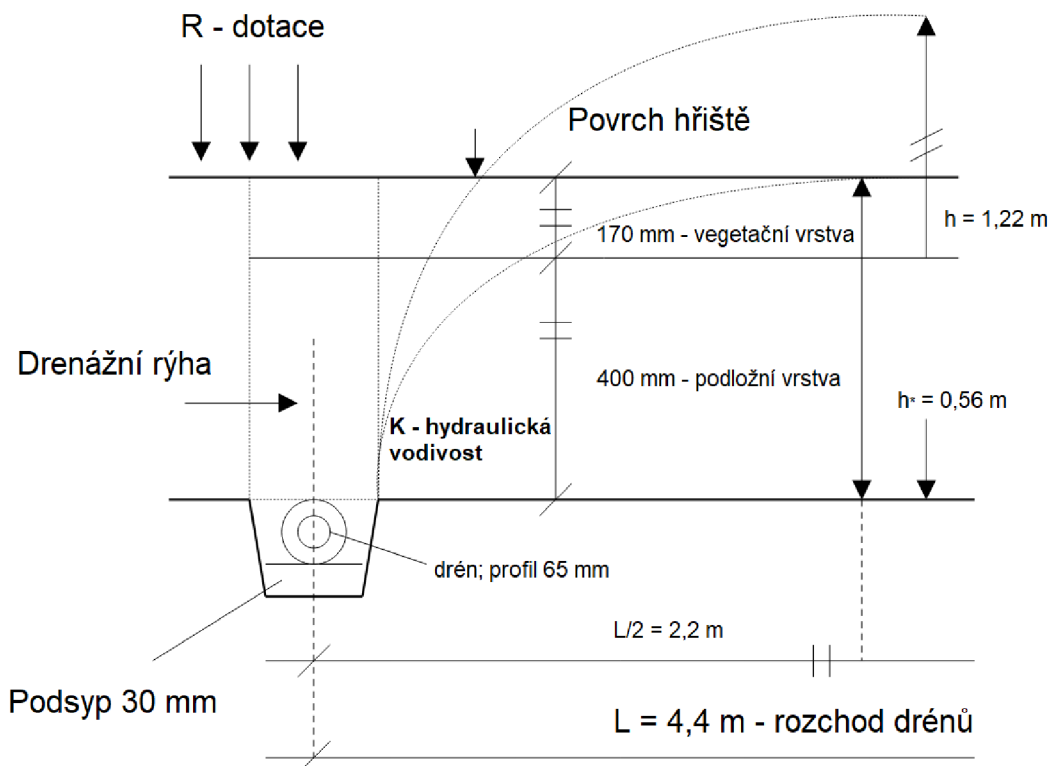
Obr. č. 12: Schéma sondy pro stanovení hydraulické vodivosti povrchových a podložních vrstev (autor, 2022)

Pro vyhodnocení hydraulické účinnosti drenážního systému fotbalového hřiště byla použita modifikovaná Hooghoudtova rovnici (HOOGHOUDT, 1940).

Ve tvaru

$$(2) \quad h = \left[ \frac{R \times L^2}{4 \times K} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Parametry rovnice jsou patrné viz. (obr. č. 13. Řez skladbou vrstev). Dotace R do fotbalového hřiště byla uvažována 2 – letá přivalová srážka o hodnotě  $R = 20 \text{ mm/hod}$ . Po dosažení průměrné hodnoty hydraulické vodivosti povrchových a podložních vrstev z experimentálního měření v březnu 2022 (viz. tab. č. 2). Bez úpravy povrchu dojde podle rovnice (2) k zaplavení povrchu;  $h = 1,22 \text{ m}$  pro  $K_{\text{prům.}} = 1,56 \text{ [m.d-1]}$  (viz obr. č. 13). Při určitých vhodných úpravách (rozrušení povrchu, kypření) kdy je možné uvažovat  $K \rightarrow 7,4 \text{ [m.d-1]}$  bude povrch fotbalového hřiště, podle rovnice (2) nezaplaven;  $h^* = 0,56 \text{ m}$  (viz obr. č. 13).



Obr. č. 13: Řez skladbou vrstev (autor, 2022)

## 10. Návrh úprav drenážního systému na fotbalovém hřišti v Mrákotíně

Návrh celkové rekonstrukce drenážního systému byl zhotoven na základě naměřených dat, vypočítaných výsledků a dalších ovlivňujících faktorů.

Fotbalové hřiště v Mrákotíně je vybaveno drenážním systémem, který byl vybudován v roce 2005 firmou PARK, v.o.s. Drenážní rýhy jsou tvořeny souběžně s podélnou osou hřiště, a rozchod drénů je 4,4m se spádem 0,3 % od brankových čar ke středu hřiště, kde je uložen svodný drén každé poloviny hřiště. Zaústění je do kontrolní šachty v západní části pod středem hřiště, do sběrné zasakovací jímky. Průměr flexibilního potrubí je 65 mm a svodných drénů 100 mm (PARK, 2005). Při návrhu rekonstrukci budeme vycházet z výkresu společnosti PARK (viz. pří. č.1). Prvním krokem bude příprava staveniště. Bude provedeno odstranění trávníku a vegetační vrstvy pouze nad drenážní rýhou. Rozchod drénů je 4,4 m, aby rekonstrukce mohla být prováděna ručně nebo za použití vhodné techniky. Odstraněná vrstva bude převezena do severní části areálu a po dokončení prací znovu

použita. Rekonstrukce bude spočívat v obnově drenážních rýh, jednalo by se o obnovu materiálu pouze v drenážní rýze. Drenážní rýhy budou očištěny od starého materiálu, kterým bylo drcené kamenivo bez příměsí prachu a jílu. Následujícím krokem by mělo být zkontrolování průtočnosti drenážního potrubí, jestli není zaneseno nečistotami nebo není na nějakých místech ucpané. Tato kontrola se provádí pomocí drenážního tlakové čističe nebo pomocí drátu. Obě tyto metody jsou popsány (viz. podkapitola Údržba drenážního systému). Následovat bude kontrola sklonových poměrů. Dále bude provedeno zhodnocení stavu drenážního potrubí, pokud bude prasklé nebo nějakým způsobem poničené, je nutné ho vyměnit za nové. Nové trubky musí být plynule napojeny, aby nedocházelo k lokální sedimentaci splavenin nebo k zadrhávání hadice při čištění. Výměnu trubek je nutné provést ihned po vyjmutí poškozených trubek, aby nedocházelo k vplavování zeminy ze stěn výkopu do drénu a k jeho zanesení v další části systému (TNV 75 4922, 2016). Na tuto kontrolu bude navazovat zkontrolování napojení jednotlivých sběrných drénů na svodný drén, který se nachází uprostřed plochy fotbalového hřiště (viz. pří. č.1). Po provedení všech těchto kroků a vyhodnocení údržby, bude vše zaevidováno do evidenčního systému stavby. Následně se drenážní rýha zahrne novým materiálem, kterým bude štěrkopísek o frakci 4-8mm. Díky této úpravě se určitě zvýší propustnost této vrstvy. Celý povrch se citlivě zhutní, nemělo by se používat těžké techniky, aby nedošlo k poškození drenážního potrubí. Na konec se na upravená místa naveze a položí předchozí vegetační vrstva zatravní se. Rekonstrukce drenážní rýhy se bude provádět pravidelně 1 za 10 let. Zbytek opatření podle potřeby, vše bude uvedeno v provozním řádu.

Další etapa rekonstrukce spočívá ve výběru méně propustných míst po konzultaci se správcem hřiště panem Štěpánem, který je držitelem několik certifikátů ohledně trávníkářství, jsme dospěli k závěru. Tato místa budou vždy po zimním období vhodně nakypřena a tím se zvýší hydraulická vodivost ( $K - \text{až } 7,0 \text{ m/den}$ ) což by příznivě ovlivnilo vodní režim fotbalového hřiště (podle Hooghoudtovy rovnice by při srážce s dotací  $0,48 \text{ m/den}$  nebyl povrch zaplaven souvislou vrstvou vody).

Do úprav odvodňovacího systému bude zahrnuta také výstavba podzemní zásobní nádrže v jižní části pozemku pod nohejbalovým hřištěm. Bude se jednat o nádrž z čistého polyetylenového granulátu o objemu  $30 \text{ m}^3$ . Do nádrže bude ústít nasbíraná voda ze

svodného drénu, která bude následně sloužit k závlaze fotbalového hřiště v suchých obdobích nebo k mytí požární techniky SDH Mrákovín.

V rámci udržitelnosti co nejdelší životnosti hřiště, drenážního systému a jeho prvků bude v provozním řádu hřiště uvedeno, jak o hřiště pečovat a kdy provádět výše zmíněná opatření. Vždy před novou sezonou po zimním období bude vykonávána vizuální údržba a kontrola systému a hrací plochy. Násbírané informace a hodnocení se budou zapisovat do evidenčního dokumentu. Tato kontrola bude spočívat v hodnocení travnatého povrchu, jestli se zde nachází nějaká vlhká nebo zamokřená místa, sledování změn ve zbarvení porostu nebo půdy, kontrola stavu vyústí nebo zanesení šachtic a odtok drénů. Následně pročištění drénů podle příslušných metod a nakypření kritických míst.

Přibližné investiční náklady na rekonstrukci a úpravy drenážního systému mezi které zahrnujeme dopravu strojů, terénní úpravy, sejmutí ornice a trávníku, rekonstrukce rýh, výměna poškozených částí drenážního potrubí, čištění drénů, materiál, podzemní zásobní nádrž na vodu se vyšplhaly na celkem 551 655 Kč. Částka je vyšší, protože je v ní zahrnuta podzemní nádrž a údržba drenážních rýh, která se bude provádět 1 za 10 let. Každoroční kontroly a čištění se budou pohybovat v rámci tisíců korun.

## 11. Diskuse

Experiment provedený na ploše fotbalového hřiště v Mrákotíně na začátku března v roce 2022 nemusí ale může dávat pravdivý obraz hrací plochy. Nasbíraná konkrétní data z roku 2022 jsou ale nesmírně cenné k vytvoření určité představy nebo obrázku o stavu, v jakém se hřiště nachází právě teď. Stav fotbalového hřiště po zimě nebo za několik let může být lepší ale samozřejmě i horší. Navrhovaná opatření (pročištění sběrných drénů, vhodné nakypření kritických míst, výstavba podzemní zásobní nádrže, toto vše v každém případě zlepší vodní režim fotbalového hřiště. Pokud se ale o hřiště nebude pečovat a nebudou se provádět výše zmíněné kontroly a údržba, stav se bude zhoršovat.

Důležité je také zmínit, jestli bude v Mrákotíně fotbal pokračovat a hřiště bude mít nadále své využití. Jak už bylo řečeno, momentální situace moc dobré vyhlídky do budoucna nemá. S mládeží se nepracuje a současní hráči už mají svůj věk a schází se jich málo. Obec by se měla pokusit oživit sportovní nadšení u místních obyvatel a zařídit třeba mládežnické oddíly. Fotbalové hřiště mimo jiné využívá i sbor mrákotínských dobrovolných hasičů, který disponuje i mládežnickými oddíly, což je alespoň nějaká naděje na udržitelnost. Pokud by se fotbalový oddíl v Mrákotíně zrušil nebo aby hřiště mělo větší využití, mohlo by se pronajímat jiným týmům z blízkého okolí. Podle mého názoru patří fotbalové hřiště mezi ty kvalitnější v okrese a zájem o pronájem by určitě byl velký. Finance za pronájem by se mohly investovat do fotbalové mládeže v Mrákotíně a také do údržby fotbalového hřiště.

## 12. Závěr

V této bakalářské práci, byť by se dle názvu měla zabývat odvodněním fotbalového hřiště a rekonstrukcí drenážního systému, jsem se nechtěl zaměřit pouze na tuto konkrétní oblast. Chtěl jsem v rámci práce popsat problematiku v širších souvislostech tak, aby práce pojednávala komplexně o vybraném území.

Díky těmto okolnostem je v práci sepsáno několik kapitol, které se hlavního tématu dotýkají pouze okrajově, ale v celkovém pohledu jsou velmi důležité.

Úvod je věnován problematice odvodňování a popisu historie této vědní disciplíny. Na tuto disciplínu navazuje seznámení s konkrétní metodou odvodňování a tou je drenážní systém. Dále byl proveden popis dané lokality v historickém kontextu a z hlediska přírodních podmínek. Tyto informace pochází z především z literárních zdrojů a jsou doplněny mými osobními znalostmi, jelikož z místa pocházím a žiji zde.

V další části této práce byla provedena analýza současného stavu fotbalového hřiště v Mrákotíně, na kterém byl rovněž proveden pokus jednosondové metody. Na základě analýzy, nasbíraných výsledků a mého osobního názoru není potřeba výstavba nového drenážního systému, což bylo mým prvním nápadem. Pro správnou funkci odvodňování postačí návrh rekonstrukce a drobné úpravy stávajícího drenážního systému, kterým hřiště disponuje.

Zároveň s ohledem na současný stav, kdy je vody nedostatek, hlavně v letních měsících, je potřeba využívat každou nasbíranou vodu. Z těchto důvodů byla v rámci úprav a rekonstrukce navržena podzemní zásobní nádrž, ve které bude voda z drénu uschována a používána pro závlahu sušších období a při nedostatku srážek.

Díky zpracování této bakalářské práce jsem získal spoustu nových znalostí o dané problematice a dostal další nápady, jak využít další prostory kolem fotbalového areálu v Mrákotíně, které bohužel chátrají. Zjistil jsem také, že v krajině musíte brát zřetel na mnoho okolních faktorů a nezaměřovat se pouze na jednu část, je potřeba komplexně zhodnotit danou situaci.

## 13. Seznam použité literatury

### Seznam literatury

BENETTIN, J.; DVOŘÁK, J.; FÍDLER, J.; KABINA, P., 1987: Odvodňovanie, 1st ed.; vydavateľstvo kníh a časopisov, Bratislava.

BERAN, J., 2009: Základy vodního hospodářství, 2. vyd. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

BŘENDA, I., 1979: Odvodnění zemědělských půd, Vodní hospodářství., č. 8.

DUFKOVÁ, J., 2009: Závlahy a odvodnění: teoretické základy a praktická cvičení, 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.

DVOŘÁČKOVÁ, K., 2005: Květena a vegetace. In Dačicko, Slavonicko, Telčsko: Vlastivěda moravská. 1. vyd. Muzejní a vlastivědná společnost, Brno.

ERIKKSON, J., 1979: Soil Function and Drainage, Proceedings of the international Workshop, Wageningen.

HEUPERMAN, A. F., KAPOOR, A. S., DENECKE H. W., 2002: Biodrainage: principles, experiences and applications, Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome.

HOOGHOUDT S. B., 1940: Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige rootheden van de grond. Deel 7. Versl. Landb. Onderzoek 46 (14), B:515-B:707 (in Dutch). The Netherlands.

HOLÝ, M. A KOL., 1984: Odvodňovací stavby, SNTL, Praha.

HUDSON W. N., 1993: Field Measurement of Soil Erosion and Runoff, FAO soils bulletin, 68. vyd., Rome.

JŮVA, K., TLAPÁK, V., DVOŘÁK, J., 1987: Odvodňování zemědělské půdy, SZN, Praha.

KESSLER, J., 1973: Field drainage criteria. Drainage principles and application. Vol. II. Wageningen.

KLUTE, A., 1986: Methods of soil analysis Part 1, Physical and Mineralogical Methods, Soil Science Society of America, Madison.

KULHAVÝ Z., EICHLER J., DOLEZAL F., SOUKUP M., 2002: DRAINET-hydraulický model drenážního systému. „ Soil and Water 1/2002“, vědecké práce VÚMOP Praha.



KULHAVÝ, F., 2014: Quo vadis hydromeliorace?, Časopis Vodní hospodářství 5/2014.

KUTÍLEK M., 1978: Vodohospodářská pedologie, SNTL, Praha.

KVÍTEK, T., GERGEL, J., ONDR, P., ZÁMIŠOVÁ, K., 2006: Zemědělské meliorace. 1. vyd. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice.

LIEBSCHER, P., 2014: Rybníky České republiky, Academia, Praha.

LUTHIN, J.N., 1966: Drainage engineering, New York-London-Sydney.

NAZ, S. B.; BOWLING, L. C., 2008: Automated identification of Tile Lines from Remotely Sensed Data, Transactions of the ASABE. 51(6)

NĚMEC, A., 1907: Dosavadní zkušenosti v oboru meliorací v Království Českém, Publikace ústředního sboru Rady zemědělské pro Království České, Sešit 2, Praha.

PARK, v.o.s., 2005: Zatravnění fotbalového hřiště s automatickou závlahou v Mrákově, Třebíč.

QUITT, E., 1971: Klimatické oblasti Československa, Geografický ústav ČSAV, Brno.

RENÉ, M., 2001: Vývoj dvojslídnych granitů v oblasti mezi Mrákovem a Řásnou. In Geologický výzkum Moravy a Slezska v roce 2000. Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, Praha.

RITZEMA, H. P., 2006: Subsurface flows to drains, In: H. P. Ritzema (Ed) Drainage Principles and Applications. ILRI Publ.16, Wageningen, The Netherlands.

TICHÁ, K., 2005: Zvířena. In Dačicko, Slavonicko, Telčsko: Vlastivěda moravská. 1. vyd. Muzejní a vlastivědná společnost, Brno.

VERNER, K. A KOL., 2011: Horniny a geologický vývoj na území Geoparku Vysočina. In Sborník konference: Výzva a hrozby ekoturismu a geoturismu pro ochranu biodiverzity a geodiverzity. 1. vyd. Geopark Vysočina, Telč.

VRBA, J., 1917: Právní prameny pro praxi inženýrskou, Spolek posluchačů kulturních inženýrů, Praha.

ZEJDA, R., 2010: Městys Mrákov, 1. vyd. Akcent, Třebíč.

ZIMÁK, J., 2005: Systematická Mineralogie, Univerzita Palackého, Olomouc.

## Internetové zdroje

MĚSTYS MRÁKOTÍN, Úvodní strana, 2011: (online) [cit. 2022.23.02]. Dostupné z: <https://www.mestysmrakotin.cz/zivot-v-mestysi/d-1230/p1=52>

PIPELIFE.CZ, Drenážní systémy, 2015: (online) [cit. 2022.10.02]. Dostupné z: [https://www.pipelife.cz/content/dam/pipelife/czech-republic/ke-stazen%c3%ad/katalogy/drenaze/DRENAZNI\\_SYSTEMY.pdf](https://www.pipelife.cz/content/dam/pipelife/czech-republic/ke-stazen%c3%ad/katalogy/drenaze/DRENAZNI_SYSTEMY.pdf)

AQUATECHN.COM, Pravidla pro provoz a údržbu drenážního systému a dešťové vody, 2020: (online) [cit. 2021.20.11]. Dostupné z: <https://aquatechn.com/cs/kanalizaciya/drenazh/obsluhivanie-drenazha-i-livnevki.html>

FOTBAL.CZ, Soutěže Jihlava, 2022: (online) [cit. 2022.13.02]. Dostupné z: <https://souteze.fotbal.cz/turnaje/hlavni/32723f77-9b96-42cc-9003-037c1a02ddeb>

GEOMORFOLOGIE.CZ, 2018: Geomorfologické členění ČR. (online) [cit. 2022.12.03]. Dostupné z: [http://www.geomorfologicka-ceskoslovenska.bluefile.cz/?page\\_id=48](http://www.geomorfologicka-ceskoslovenska.bluefile.cz/?page_id=48)

ZEMMAT.CZ, Česká vysočina, 2020: (online) [cit. 2022.12.03]. Dostupné z: <https://www.zemmat.cz/%C4%8Dr/p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD-podm%C3%ADnky-%C4%8Dr/%C4%8Desk%C3%A1-vyso%C4%8Dina>

TURISTIKA.CZ, Českomoravská vrchovina, 2005: (online) [cit. 2022.23.02]. Dostupné z: <https://www.turistika.cz/mista/ceskomoravska-vrchovina/detail>

GEOLOGY.CZ, Vyvřelé horniny, 2007: (online) [cit. 2022.04.02]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?granit>

PEDOLOGIE.CZU.CZ, Kambizem, 2004: (online) [cit. 2022.04.02]. Dostupné z: [https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniTyp&id\\_category\\_Node=167](https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniTyp&id_category_Node=167)

IS.MUNI.CZ, 2016: Charakteristika biogeografických podprovincií a bioregionů v České republice, (online) [cit. 2022.10.02]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1423/jaro2009/HEN414/um/7510928/7510937/charakteristiky\\_bioregionu.pdf](https://is.muni.cz/el/1423/jaro2009/HEN414/um/7510928/7510937/charakteristiky_bioregionu.pdf)

BUKÁČEK, M., 2011: Podnebí kraje Vysočina, (online) [cit. 2022.11.02]. Dostupné z: <https://www.gynome.cz/gisvysociny/index.php?!n=cz&id=3&cat=c&typ=menu>

AKVEDUK.UA, 2019: Historie drenážních systémů, (online) [cit. 2022.14.03]. Dostupné z: <https://akveduk.ua/en/history-of-drainage-systems/>

JONES, B. A., 2022: Drainage, Encyclopedia Britannica, (online) [cit. 2022.14.03]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/drainage>

EXPRESSDRAINAGESOLUTIONS.CO.UK., 2022: Drain Pipe Materials, (online) [cit. 2022.11.03]. Dostupné z: <https://www.expressdrainagesolutions.co.uk/advice-centre/technical/your-guide-to-different-drain-pipe-materials/>

VESELÝ, J., cit. dle POŽÁR, M., 2006: Historie kopané v Mrákotíně, (online) [cit. 2022.16.03]. Dostupné z: <https://www.mestysmrakotin.cz/zpravodaj-4-2006/d-1139>

## Legislativní zdroje

TNV 75 4922 Údržba odvodňovacích zařízení, Odvětvová technická norma vodního hospodářství. Hydroprojekt, Praha, 1995.

ČSN 73 5910 (735910) A Navrhování, výstavba a rekonstrukce travnatých hřišť uzavřeného tvaru, Český normalizační institut, Praha, 1996.

## Zdroje obrázků a tabulek

Obrázek č. 1: Poloha Mrákotína, (online) [cit. 2022.02.03], Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.3660563&y=49.1957531&z=12&source=muni&id=5150&ds=1>

Obrázek č. 2: Historický snímek Mrákotínského náměstí, v pozadí kostel svatého Jiljí, (online) [cit. 2022.04.03], Dostupné z: <https://www.mestysmrakotin.cz/z-historie/gs-1008/p1=1803>

Obrázek č. 3: Odlomený kus prvního monolitu, (online) [cit. 2022.06.02], Dostupné z: [https://www.krasnecesko.cz/fotolok\\_vypis.php?id=5429&obr=2](https://www.krasnecesko.cz/fotolok_vypis.php?id=5429&obr=2)

Obrázek č. 4: Ortofoto snímek fotbalového hřiště v Mrákotíně, (online) [cit. 2022.05.01], Dostupné z: <https://sginahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=700053&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

Obrázek č. 5: Stav hřiště ze severní strany březen 2022 (Zdroj: autor, 2022)

Obrázek č. 6: Stav hřiště z jižní strany březen 2022 (Zdroj: autor, 2022)

Obrázek č. 7: Vodní toky a plochy v okolí Mrákotína, (online) [cit. 2022.04.02], Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Soil&keywordList=inspire>

Obrázek č. 8: Geologické poměry v okolí Mrákotína, (online) [cit. 2022.04.02], Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Soil&keywordList=inspire>

Obrázek č. 9: Pedologické poměry v okolí Mrákotína, (online) [cit. 2022.04.02], Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Soil&keywordList=inspire>

Obrázek č. 10: Klimatické oblasti podle Quittovi klasifikace, (online) [cit. 2022.04.03], Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>

Obrázek č. 11: Roční úhrn srážek a průměrné roční teploty v Kraji Vysočina, (online) [cit. 2022.04.03], Dostupné z: <https://www.kr-vysocina.cz/srazky-a-teploty-na-uzemi-kraje-vysocina-v-roce-2020/d-4105186>

Obrázek č. 12: Schéma sondy pro stanovení hydraulické vodivosti povrchových a podložních vrstev (Zdroj: autor, 2022)

Obrázek č. 13: Řez skladbou vrstev (Zdroj: autor, 2022)

Tabulka č. 1: Parametry terénního experimentálního měření povrchových vrstev (Zdroj: MS Excel, autor práce, 2022)

## Přílohy

Příloha č. 1: Drenážní systém fotbalového hřiště v Mrákotíně (Zdroj: PARK v.o.s., 2005)

