



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta stavební**

**Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství**

**Studie automatizovaného závlahového systému zahrady RD v lokalitě  
Olomouc**

**Garden Irrigation System Study**

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

Vedoucí práce: Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

**Iveta Vašková**

---

**Praha 2016**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Vašková Jméno: Iveta Osobní číslo: 410854

Zadávací katedra: Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie automatizovaného závlahového systému zahrady RD v lokalitě Olomouc

Název bakalářské práce anglicky: Garden Irrigation System Study

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte teoretickou a praktickou část bakalářské práce.

V teoretické části práce definujte význam závlahy z hlediska globálního oteplování a jeho vliv na potřebu závlahové vody. Uveďte základní závlahové veličiny a způsob výpočtu doplňkové závlahy. Popište stručně problematiku automatizovaných závlahových systémů (AZS) a jejich princip, vyjmenujte základní druhy ploch, na nichž se AZS obvykle vyskytují. Uveďte konkrétní reference, s jakými závlahovými systémy jste se během studia setkala. Vyjmenujte základní součásti AZS a popište hydraulické řešení závlahových trubních sítí.

V praktické části práce navrhnete automatizovaný závlahový systém pro stávající zahradu rodinného domku v Konici u Olomouce. Pro zadaný výkres rozmístění postřikovačů Rain Bird stanovte vhodné rozdělení postřikovačů do sekcí s ohledem na parametry vodního zdroje. Navrhnete podzemní trubní rozvody a vytvořte výkres trubní sítě. Proveďte potřebné hydraulické výpočty tlakové trubní sítě. Odborně řešte nedostatečný vodní zdroj. Zvolte vhodnou velikost retenční nádrže a navrhnete odpovídající čerpadlo. Návrh závlahy doplňte o detaily zapojení jednotlivých komponentů zavlažovacího systému.

Stanovte půdní druh a posuďte suchost lokality. Navrhnete jak závlahu travních ploch a výsadeb, tak i záhonu jahod. Vyřešte řízení závlahy, posuďte možnou úsporu vody při inteligentním ovládní vůči konvenčním jednotkám. Vypracujte výkaz výměr a materiálů včetně kalkulace Vašeho řešení.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 22. 2. 2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 22. 5. 2016

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně. Použila jsem pouze literaturu a podklady uvedené v seznamu použitých zdrojů, který je součástí této bakalářské práce.

.....  
Iveta Vašková

## **Poděkování**

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Pavle Schwarzové, Ph.D. za poskytnutí důležitých informací a konzultací a v neposlední řadě také za zorganizování odborných exkurzí.

Dále děkuji Ing. Jakobovi Vejsadovi za poskytnuté konzultace a materiály.

Také děkuji Bc. Adamu Tejklovi za poskytnutá klimatologická data.

### **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou automatizovaných závlahových systémů. Popisuje jejich narůstající důležitost v návaznosti na globální změnu klimatu. Dále možnosti jejich využití a přínos, který mají pro zavlažovanou plochu. V práci je stručně vysvětleno celkové fungování systému a popsány jeho jednotlivé součásti. V praktické části je proveden kompletní návrh závlahy pro konkrétní zahradu. To zahrnuje rozmístění postřikovačů, jejich rozdělení do jednotlivých sekcí, návrh trubního vedení, výpočet potřebného tlaku na čerpadle, řešení potřebného objemu zásobní nádrže podle vláhové potřeby plodin a klimatických podmínek za vegetační období a nakonec projekt obsahuje výkaz výměr. Pro tentýž pozemek je stanoven půdní druh na základě laboratorního pedologického rozboru.

Klíčová slova: automatizovaný závlahový systém (AZS), globální změna klimatu, návrh AZS, vláhová potřeba, pedologie

### **Abstract**

This Bachelor Thesis focuses on automatic irrigation systems. It describes its rising importance due to global climate change. Also it is about application's options and benefits of irrigation. The function of this system is simply explained and its components are described. In practical part, there is the complete garden irrigation project. This project includes the position of sprinklers, its section dividing, pipe location, computation of required pump pressure and tank volume due to irrigation water need, precipitation and temperature, at the end of the project there is a bill of quantities. And last, the soil type is defined for this garden by laboratory testing.

Key words: automatic irrigation system, global climate change, irrigation system project, water need, pedology

## OBSAH

A. ÚVOD A CÍL PRÁCE.....	7
B. TEORETICKÁ ČÁST .....	8
B.1. Historie závlah a jejich význam z hlediska globálního oteplování .....	9
B.2. Základní závlahové veličiny a způsob výpočtu doplňkové závlahy .....	12
2.1. Základní veličiny a jejich definice .....	12
2.2. Výpočet .....	13
B.3. Problematika a princip automatizovaných závlahových systémů .....	14
B.4. Základní součásti AZS .....	17
4.1. Vodní zdroj.....	17
4.2. Hlavní sestava .....	17
4.3. Trubní rozvody .....	18
4.4. Ovládací jednotka .....	19
4.5. Čidla .....	19
4.6. Elektroinstalace .....	19
4.7. Postřikovače.....	19
4.8. Ostatní .....	20
B.5. Konkrétní závlahové systémy .....	20
B.6. Hydraulické řešení závlahových trubních sítí .....	22
C. PRAKTICKÁ ČÁST .....	24
C.1. Pedologie.....	25
C.2. Popis a klima lokality .....	28
C.3. Návrh AZS .....	29
C.4. Řízení závlahy .....	35
C.5. Výkaz výměr a kalkulace.....	36
D. ZÁVĚR.....	38
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	39
SEZNAM PŘÍLOH .....	40

## A. ÚVOD A CÍL PRÁCE

Téma svojí bakalářské práce jsem si vybrala na základě zkušenosti s létem 2015, kdy byly v ČR dlouhodobě nadprůměrné teploty, podprůměrné až nulové srážky a z toho plynoucí extrémní sucho. Tato klimatická situace způsobila různé problémy. Od těch všeobecně závažnějších zemědělských, které měly dopad na všechny například v podobě zdražení produktů, až po ty relativně méně závažné, které ovlivnily jednotlivce. U jednotlivců zmiňuji především zničené zahrady rodinných domů. Trávníky během tropického období postupně sesychaly a na mnohých místech dokonce úplně vymizely. Zahrady vypadaly jako spáleniště a přestaly tak plnit svoji funkci hezkého přírodního prostředí pro relaxaci.

Jedné konkrétní zahradě, na níž k tomuto bohužel došlo, jsem se proto rozhodla věnovat více. Mým cílem a zároveň cílem této práce je navrhnout na tuto zahradu automatizovaný závlahový systém, aby si zahrada zachovala svoje typické vlastnosti i za nepříznivých klimatických podmínek. Závlahový systém je podle mě nejvhodnějším řešením suchých období. Dodává plošně potřebnou závlahu, která se rostlinám nedostává z atmosférických srážek. Srážková výška a doba závlahy jsou nastaveny na míru pro konkrétní lokalitu. Navíc tím, že je závlaha rovnoměrná a zaléváno může být i v nočních nebo časných ranních hodinách, je ušetřeno velké množství vody oproti běžnému manuálnímu zalévání. To je nejen v období sucha velice důležité. Pomocí inteligentní ovládací jednotky lze i kontinuálně vyhodnocovat průběh současných teplot a srážek a v závislosti na těchto hodnotách závlahu regulovat, aby nedocházelo ke zbytečnému přemokření. I přemokření je totiž problematické, rostlina pak nemůže dýchat a uhne stejně jako při nedostatku vody. Proto je nutné věnovat správnému nastavení AZS náležitou pozornost. Při dešti tvoří závlahový systém pouze doplnění, kdežto při dlouhodobé absenci srážek, která byla i v létě 2015, je závlaha nezbytná a srážky plně nahrazuje.



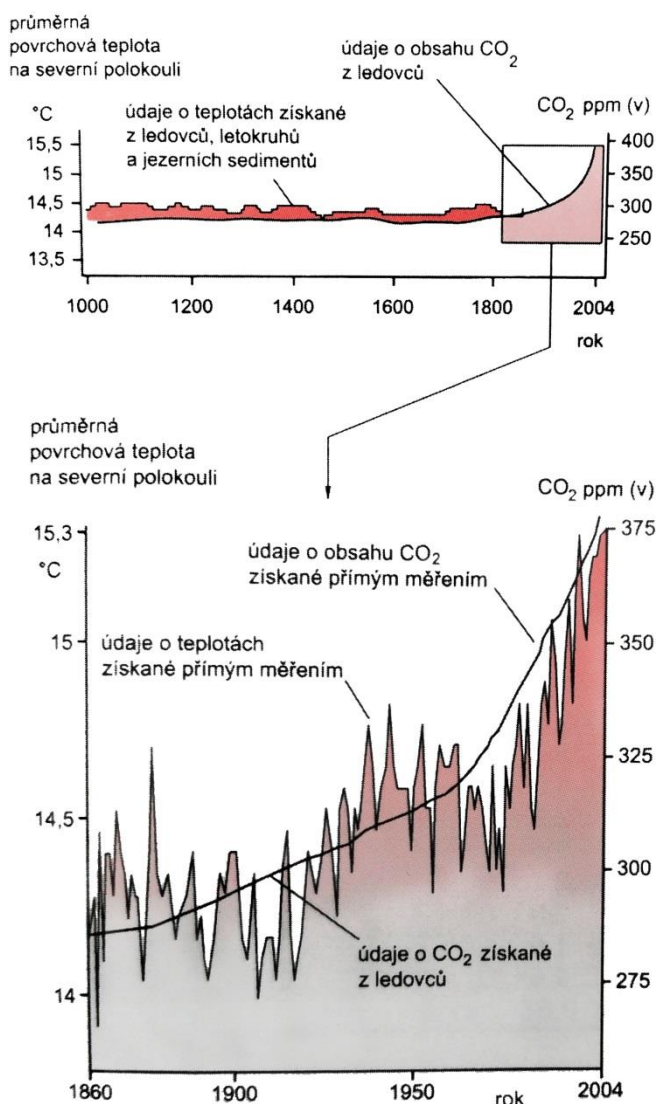
## B. TEORETICKÁ ČÁST

## B.1. Historie závlah a jejich význam z hlediska globálního oteplování

Závlahy mají své kořeny v poměrně dávné minulosti. Nejstarší souvislé znalosti o závlahách pocházejí z Egypta, kde byly již v 5. tisíciletí př. n. l. stavěny hráze a zavlažována půda v údolí Nilu. Do Evropy byly z Egypta závlahy rozšířeny podstatně později, v dobách Starověkého Řecka a Říma, tedy zhruba v 7. století př. n. l. [1] V období středověku docházelo k celkovému úpadku a i závlahy vymizely. Až teprve v současné době začíná být opět vnímána jejich důležitá funkce při pěstování rostlin.

Význam závlah značně roste především v zemědělství v důsledku globální změny klimatu. Pro mnohé plodiny je závlaha zcela nezbytná. V tropických oblastech je zalévání podmínkou obživy, v zemích mírnějšího klimatu úrodu zintenzivňuje. Stále častěji jsou závlahové systémy součástí městské zeleně, sportovních ploch a v neposlední řadě i soukromých zahrad. Vzhledem k neobvykle rychlému nárůstu průměrných teplot lze očekávat významné zvýšení potřeby závlah na veřejných i neveřejných plochách.

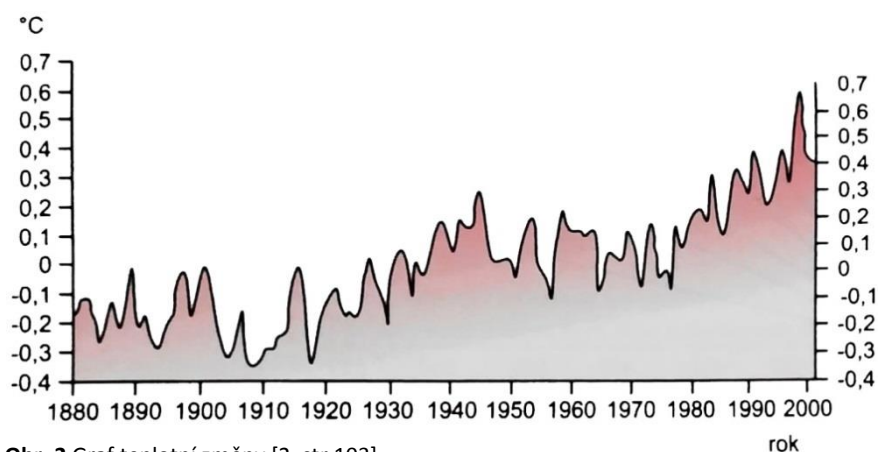
Dnešní charakter globální změny klimatu se od minulosti značně odlišuje. Změna není způsobena přirozeným cyklem Země, jako tomu bývalo dříve, ale především průmyslovou érou, intenzivní těžbou a spalováním fosilních paliv. Těmito činnostmi dochází k prudkému nárůstu oxidu uhličitého v atmosféře, viz obr. 1. V minulosti kolísala koncentrace oxidu uhličitého v rozmezí od 180 do 280 ppm (v) a nikdy ani špičkově nepřesáhla 300 ppm (v). V roce 1993 byla dosažena hodnota 356 ppm (v) a v roce 2007 již dokonce 381 ppm (v). „Zvýšení koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší za poslední krátké období asi 250 let je větší než šířka pásma, ve kterém se koncentrace pohybovala v období předcházejících nejméně 650 tisíc let. Přitom převážná část tohoto přírůstku koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší asi o 100 ppm (v) byla dosažena v posledních



Obr. 1 Dlouhodobý průběh průměrné povrchové teploty a množství CO<sub>2</sub> v atmosféře[2, str 59]

padesáti letech, a úplně nejvíce v posledních deseti letech.“[2, str. 60] Průběh je zaznamenán na obr. 1. Tento rapidní nárůst zapříčinil stoupání průměrné globální teploty přibližně o 0,02°C ročně za období 1970 – 2000. [2]

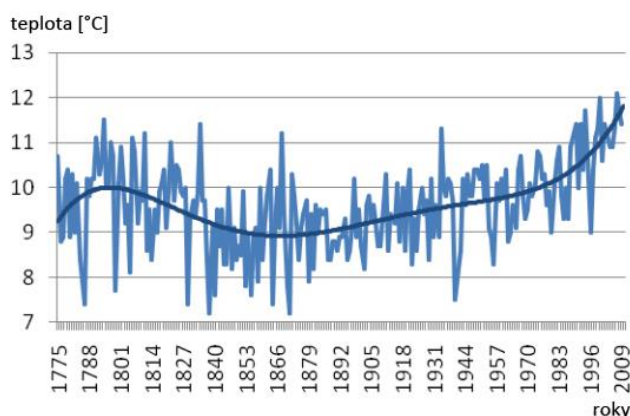
Na obr. 2 je zobrazena řada změn průměrných ročních teplot. V oblasti ČR roste teplota o něco pomaleji, přesto ale dost znatelně. Ve stanici Praha Klementinum byla zaznamenána změna průměrné roční teploty z 9,1°C na 10,4 °C za posledních 150 let (1861 – 2010).



Vývoj teploty v pražském Klementinu je na obr. 3. Podle údajů naměřených v pražském Klementinu dochází kromě zvyšování teplot také ke snižování

Obr. 2 Graf teplotní změny [2, str 103]

průměrných ročních úhrnů srážek. Klesající trend začíná přibližně ve stejné době jako růst teplot. Průběh srážkových úhrnů je vyneseno na obr. 4. V globálním měřítku oteplování probíhá nerovnoměrně, na pevninách dochází k většímu růstu teplot než na povrchu oceánů, což má významný vliv na atmosférické srážky. Relativní vlhkost vzduchu závisí na jeho teplotě, čím vyšší je

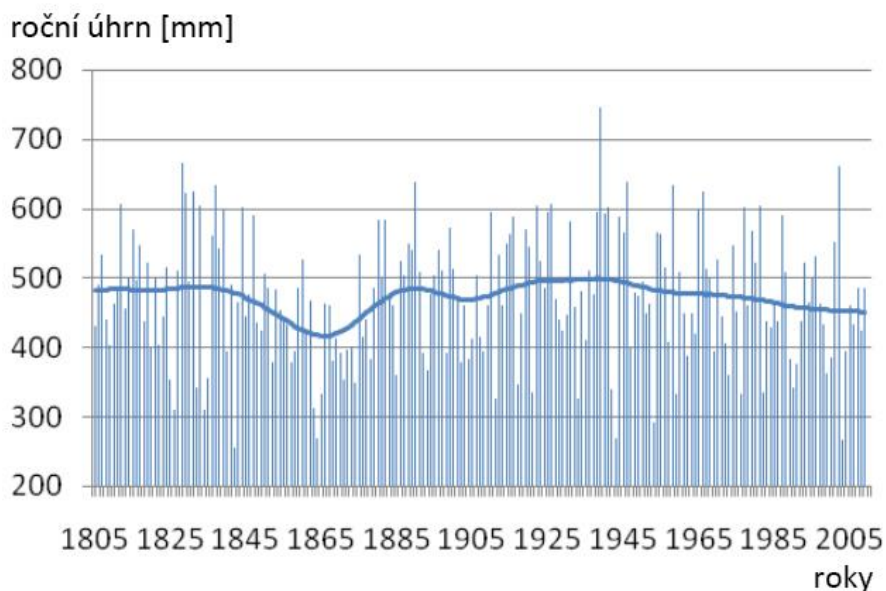


Obr. 3 Graf průběhu teplot [3]

teplota, tím nižší je relativní vlhkost vzduchu při stejné absolutní vlhkosti. Z toho plyne, že při stejné absolutní vlhkosti je relativní vlhkost nad pevninou menší než nad oceánem a pravděpodobnost srážek je tedy nad pevninou malá. Navíc tím, že je ve vnitrozemí nedostatečné množství srážek, je suchý povrch a tedy i nízká hodnota výparu, což způsobuje menší nasycení vzduchu vodní párou a tím další snížení pravděpodobnosti srážek. Změna klimatu také způsobuje rychlejší koloběh vody v přírodě, což zapříčiňuje čtenější výskyt extrémních jevů, mimo jiné i sucha. [2]

Vzhledem k tomu, že se jedná o změnu způsobenou převážně lidskou činností, měla by být člověkem i řešena. V první řadě by měla být omezena příčina problému, tedy produkce skleníkových plynů, především oxidu uhličitého a metanu. O tomto snížení emisí bylo již v minulosti jednáno na Summitu Země v Riu de Janeiro r. 1992. Bohužel

realita se značně liší od předpokladů Summitu a řešení příčin není dlouhodobě úspěšné. [2] Přicházejí dále na řadu otázky, jakým způsobem se vypořádat s následky, když nejde odstranit příčina. Jako jedno z možných dílčích řešení se nabízejí závlahy. Pomocí nich lze dodat jednotlivým rostlinám potřebnou závlahu, kterou postrádají kvůli nízké intenzitě nebo úplné absenci atmosférických srážek. Navíc vhodná instalace a naprogramování celého systému zajišťuje efektivní využití závlahové vody a značné úspory oproti manuálnímu zalévání. Je minimalizována ztráta vody výparem, nerovnoměrná závlaha, tedy možné lokální přemokření nebo naopak vysušení. Množství závlahové vody je závislé jednak na biologických potřebách konkrétních rostlin a jednak na klimatických podmínkách, především srážkách, teplotě a výparu. Při vyšších teplotách je vyžadována větší srážková výška, jelikož dochází k rychlejší evapotranspiraci a je využitý menší podíl celkového objemu dodané vody, než při teplotách nižších. Z hlediska globálního nárůstu teplot a zároveň snižování průměrného srážkového úhrnu je nutno do budoucna očekávat stále se zvyšující potřebu závlahové vody pro stejné rostliny.



Obr. 4 Graf průběhu srážek [3]

## B.2. Základní závlahové veličiny a způsob výpočtu doplňkové závlahy

### 2.1. Základní veličiny a jejich definice

Závlahové množství [Mz] „je množství vody, které je nutno přivést pěstované plodině za vegetační období na jednotku zavlažované plochy. Je určeno k doplnění přirozené vlhkosti půdy a na úhradu všech ztrát vzniklých při závlaze na zavlažované ploše. Základní jednotkou je  $m^3/ha$  nebo mm.“ [1]

Celková vláhová potřeba [Vc] „je množství vody potřebné na transpiraci a evaporaci, které zajišťuje předpokládaný vývoj a vzrůst zemědělské plodiny v daných klimatických podmínkách při zabezpečení ostatních růstových činitelů po celé vegetační období.“ [4] Základní jednotkou je  $m^3/ha$  nebo mm.

Závlahová dávka [Md] je množství vody, které se dodá jednorázově v souvislém časovém úseku na jednotku plochy. Základní jednotkou je  $m^3/ha$  nebo mm.

Závlahový cyklus „je časový úsek, za který se na zavlažovaný pozemek dodá jedna závlahová dávka.“ [1]

Ztrátový součinitel [Kz] vyjadřuje ztráty vody na zavlažované ploše. Hodnota se liší podle způsobu závlahy. Jde o bezrozměrné číslo. Hodnoty viz tab. 1.

ZPŮSOB ZÁVLAHY	$K_z$
Postřih	1,15 – 1,25
Podmok	1,25 – 1,45
Přeron	1,45 – 1,65
Výtopa	1,65 – 2,50

Tab. 1 Koeficient ztrát pro způsob závlahy [4]

Srážky za vegetační období [ $S_v$ ] „v průměrném roce jsou stanoveny za vegetační období dané plodiny z průměrných měsíčních srážek nejméně za třicetileté období souvislé řady let.“ [4] Základní jednotkou je  $m^3/ha$  nebo mm.

Součinitel využitelnosti srážek [ $\alpha$ ] je stanoven podle půdních poměrů, sklonitosti terénu, intenzity srážek, teplot apod. Při dobrém vsaku v rovinném území je navrhován podle druhu půdy. [4]

DRUH PŮDY	$\alpha$
Hlinitá	0,75
Jílovitá	$\leq 0,70$
Písčítá	0,60
Velmi těžká	0,50

Tab. 2 Součinitel využitelnosti srážek podle druhu půdy [4]

## 2.2. Výpočet

Výpočet doplňkové závlahy je prováděn dle normy ČSN 75 0434 Meliorace, Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. Závlahové množství je závislé především na vláhové potřebě plodin, na využitelných srážkách ve vegetačním období a na zásobě vody v půdě na začátku vegetačního období. Existují tři způsoby stanovení závlahového množství. Nejjednodušší, avšak zároveň nejméně přesné řešení, je orientační odhad podle směrných hodnot. Tyto hodnoty  $M_z$  jsou uvedeny v příloze A zmiňované normy. Závlahové množství je zde určeno empiricky u každé z plodin pro čtyři nejčastěji zavlažované oblasti. Mezi ně patří Polabí, jižní Morava, Dunajská nížina a Východoslovenská nížina. Další možností je výpočet závlahového množství pomocí bilanční rovnice. Vstupními daty do této rovnice jsou:

- ztrátový součinitel  $k_z$  stanovený dle tab. 1
- celková vláhová potřeba  $V_c$
- součinitel využitelnosti srážek  $\alpha$
- dlouhodobý průměr srážek za vegetační období  $S_r$
- zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období  $W_z$
- využitelné množství vztlínající podzemní vody  $W_k$
- redukční součinitelé  $r_1, r_2, r_3$

Redukční součinitel  $r_1$  slouží pro úpravu  $V_c$ , součinitel  $r_2$  pro úpravu  $\alpha$ , hodnoty obou součinitelů závisí na nadmořské výšce dle tab. 3. Redukční součinitel  $r_3$  je k úpravě  $W_z$  a je stanoven na základě sklonu terénu a druhu půdy dle tab. 4.

Bilanční rovnice má tvar:  $M_z = k_z (r_1 V_c - r_2 \alpha S_r - r_3 W_z - W_k)$

Nadmořská výška [m]	$r_1$	$r_2$
≤ 200	1,00	1,00
300	0,88	0,88
400	0,81	0,82
500	0,78	0,78
600	0,75	0,70
700	0,73	0,64

Tab. 3 Redukční součinitelé podle nadmořské výšky [4]

Druh půdy	$r_3$ při sklonu terénu v %		
	≤ 2	2 - 5	5- 10
Lehké	1,00	0,93	0,86
Středně těžké	1,00	0,87	0,74
Těžké	1,00	0,72	0,44

Tab. 4 Redukční součinitel podle druhu půdy [4]

Třetí způsob pro stanovení závlahového množství je retrospektivní vláhové bilancování, což je metoda využívaná především pro přesnější a složitá řešení vyžadující optimalizaci vztahů mezi potřebou a zdrojem vody. Toto řešení je podrobně popsáno v kapitole 3.3 ČSN 75 0434. Spočívá v určování průměrného plného a sníženého ročního závlahového množství, jeho časového rozdělení do závlahových dávek a určování průměrné zabezpečení závlahové vody podle objemu. Vše je určováno v dlouhodobých

časových řadách. Pro určení je potřeba sledovat mnoho jevů a veličin, mezi které patří zásoba vody v půdě, zásoba vody v půdě ze zimního období, přírůstek zásoby vody, součinitel vsaku denních srážek, závlahová dávka, aktuální evapotranspirace, odtok srážkové vody průsakem a kapilární vztlínání podzemní vody, minimální zásoba půdní vláh. [4]

### **B.3. Problematika a princip automatizovaných závlahových systémů**

Automatizované závlahové systémy zavlažují nejčastěji postřikem, případně lokálně kapkovacím potrubím. Postřik je nejvhodnější způsob, jelikož je nejvíce podobný přirozenému dešti. Kromě toho, že dodává rostlinám vodu, také zlepšuje mikroklima celé zahrady nebo parku. Princip spočívá v tom, že plocha je zavlažována postupně po sekcích. Každá celá sekce je zavlažována rovnoměrně, avšak různé sekce mohou být nastaveny na různou závlahovou dávku v jednom cyklu. Například pokud některá sekce zabírá jen stinnou oblast, bude u ní stačit podstatně kratší čas závlahy než u prosluněné části pozemku, kde jsou nároky rostlin na vodu vyšší. Pomocí takto přesně určených dávek dochází ke značné úspoře vody oproti manuálnímu kropení. Systém navíc díky čidlům propojeným s ovládací jednotkou okamžitě reaguje i na klimatické podmínky, což přináší další úsporu. Vedle ušetření zdrojů představuje automatizovaný závlahový systém samozřejmě výhodu i z hlediska časového. Dále je zalévání po sekcích výhodné také v tom, že u méně kapacitního zdroje, který by nebyl schopný dodat potřebnou dávku na celou plochu současně, může být voda doplňována průběžně do zásobní nádrže, odkud je teprve rozváděna do systému.

#### Zazimování AZS

Po skončení sezóny, což bývá obvykle na konci října, je nutné závlahový systém zazimovat. To znamená celý systém dokonale odvodnit. Kdyby zůstala v potrubí nebo postřikovačích voda, která by zamrzla, systém by tímto byl značně, možná i nenávratně poškozen. U některých částí rozvodů lze vypouštění provést gravitačně. Tento způsob však není funkční pro postřikovače se zpětnou klapkou nebo části bez spádu či s opačným spádem. Proto je nejčastěji používanou metodou zazimování profukování celého systému pomocí kompresoru. Díky stlačitelnosti vzduchu by měl stačit na kompresoru nižší tlak než je při provozu na čerpadle. Stlačený vzduch postupně v systému nahradí všechnu vodu, vhodné je otevírat jednotlivé sekce od nejbližší po nejvzdálenější od kompresoru, čímž je zajištěno, že nikde nezůstanou žádné zbytky vody. Znamka toho, že jsou všechny části odvodněné, je to, že už z trysek vychází jen samotný vzduch bez vodní příměsi. Pro zachování záruky co nejdelší životnosti systému je nejlepší volbou svěřit zazimování specializované firmě.

## Postup zazimování běžných zahrad RD

1. Uzavření hlavního manuálního uzávěru závlahové vody. Zajištění, aby se v zimě nemohla do systému dostat voda – demontování otočné páky hlavního ventilu nebo zaplombování ventilu.
2. Připojení kompresoru k připravenému vypouštěcímu ventilu – je součástí hlavní sestavy.
3. Spuštění libovolné sekce závlahy pomocí ovládací jednotky, dokud zbytkový tlak v systému neklesne až na nulu.
4. Nastavení výstupního tlaku na kompresoru na 2,5 – 3,5 baru a následné zapnutí kompresoru. Nižší tlak eliminuje riziko poškození postřikovačů.
5. Postupné otevírání jednotlivých sekcí, buď ovládací jednotkou, nebo manuálně. Nejprve otevřít nejbližší sekci a postupovat k nejvzdálenější, další otevřít vždy až když začne z postřikovačů vycházet jen samotný vzduch bez příměsi vody.
6. Postup profukování jednotlivých sekcí 2x – 3x opakovat.
7. Zazimovat stejným způsobem tlakový rozvod s rychlospojnými ventily.
8. Zazimovat ostatní části systému – elektromagnetické ventily, dešťové čidlo, čerpací stanici, filtr. [5]

Obecně lze říci, že automatizovaný závlahový systém představuje pro rostliny velký přínos, pro majitele/zahradníky mnohá usnadnění v oblasti péče o zahradu a naproti tomu přináší jen pár možných problémů, jimž se dá ovšem snadno předejít pravidelnou údržbou. Ta je časově mnohem příznivější než manuální zalévání. Důležitou a téměř jedinou relativně častou součástí údržby je čištění filtrů, u síťových je to obzvláště důležité, aby nedošlo k jejich poškození. Dále je vhodné občas kontrolovat trysky, zda nedošlo k jejich ucpání nebo jestli se například nedostala překážka do těla a nebrání tak zasunutí postřikovače. Také je nutné zajistit na konci sezóny zazimování systému a na jaře opětovné zprovoznění, obojí nabízejí firmy, které instalují závlahy.

Automatizovaný závlahový systém je důležitý pro zajištění estetiky travní plochy. Proto je podstatné, aby z něj bylo vidět co možná nejméně a součásti systému nekazily celkový dojem. Většina komponentů závlahového systému je buď pod terénem, nebo v šachticích. U dobře provedeného systému zasunuté postřikovače musíme v trávníku pečlivě hledat, abychom nějaké objevili. Na obr. 5 jsou postřikovače dokonale lícující s terénem. Kromě estetického účelu je schování i praktické, na veřejných plochách se tím eliminuje poničení systému v důsledku vandalismu. V zahradách má podzemní systém výhodu v tom, že nikde neleží hadice, ty jednak kazí vizuální dojem a jednak mají velice špatný vliv na místa, na kterých jsou položeny, tráva zde bývá značně poškozena.

Zavlažované plochy můžeme obecně rozdělit do dvou skupin – velké instalace na hřištích a podobně a menší instalace například na soukromých zahradách. Závlahové systémy jsou dnes instalovány na velkém množství sportovních ploch, kde jsou nedílnou součástí hřišť. Například golfová hřiště by bez závlahy vůbec nemohla plnit svoji funkci. Je zde



nutný trávnick ve špičkové kvalitě, kterou zajistí jen pravidelná rovnoměrná závlivka. Vzhledem k rozsáhlým plochám a časté zátěži by manuální řešení bylo nereálné. Obdobné je to i u fotbalových hřišť. Další často zavlažované plochy jsou veřejné parky, pro které závlaha sice není vyloženě existenční, avšak na estetiku má podstatný vliv. Mimo parky bývá zavlažována i jiná městská zeleň a tou jsou travní tramvajové pásy.



**Obr. 5** Postřikovače Rain Bird Eagle na golfovém hřišti Černý Most

## **B.4. Základní součásti AZS**

### **4.1. Vodní zdroj**

Každý závlahový systém začíná u zdroje vody. Voda pro závlahu může být jak z přirozeného zdroje, akumulární dešťové jímky, tak i z vodovodního řadu. Vše má své výhody i nevýhody. Přirozeně se vyskytující voda, například studniční a dešťová, je oproti vodovodní podstatně teplejší, voda v řadu má jen asi 8°C. Na studenou vodu rostliny samozřejmě reagují hůře. Na druhou stranu ve vodovodním řadu je kontinuálně kontrolovaná kvalita vody a tím je na rozdíl od studny zajištěno, že se zde nevyskytnou žádné pro rostliny nežádoucí a škodlivé látky. U vodovodního řadu také odpadá problém s dalšími nečistotami, zejména mechanickými. I tady je sice nutné používat filtraci, například pro případ, že by se po odstávce vody do potrubí nějaké částice dostaly, avšak u studen a povrchových odběrů může být zapotřebí i odlučovač šterku a filtr s vyšší filtrační schopností. Při využívání vodovodního řadu je ale nutné osazení zpětné klapky nebo potrubního oddělovače. Potrubní oddělovač je armatura, která bezpečně ochrání rozvody pitné vody před kontaminací způsobenou zpětným tlakem, zpětným průtokem nebo zpětným nasátím. Výhodou vlastního přírodního zdroje vody je cena, avšak spolu s ostatními náklady to není úplně jednoznačné, proto je třeba vždy posoudit, co se dlouhodobě vyplatí více pro každý individuální případ. Pokud je zdrojem vody studna nebo jímka, u zdroje se nachází čerpadlo, pomocí kterého je zajištěn přísun vody do celého systému. Čerpadlo musí být navrženo na kritický postřikovač, aby i na nejvzdálenější a nejvíce převýšené trysce zůstal po započítání veškerých ztrát potřebný provozní tlak. Při využívání vodovodního řadu je vhodné u správce vodovodní sítě zařídit podružný vodoměr a tím se vyhnout placení stočného u vody, která bude zužitkována pro závlahu. U povrchového zdroje – přírodní nádrže navíc může být dalším problémem biologické znečištění, jako jsou řasy a sinice, proto tento zdroj vody není příliš výhodný. Dešťová jímka má tu hlavní nevýhodu, že se nedá využívat samostatně, nýbrž musí být v kombinaci s dalším zdrojem. Největší nároky rostlin na závlahu přicházejí ve stejných obdobích, kdy je největší problém dostatečné akumulace vody v jímce, tedy v bezdeštných obdobích.

### **4.2. Hlavní sestava**

Nedílnou součástí závlahového systému je hlavní sestava. Jde o několik vzájemně propojených prvků. Prvním komponentem je hlavní uzávěr, nejčastěji manuální kulový ventil. Ten je využíván například při zazimování systému, případně jiné nutné odstávce. To jde ruku v ruce s vypouštěcím ventilem, který je také součástí hlavní sestavy. Pokud je zdrojem vody vodovodní řad, bývá osazen redukční ventil pro udržení stabilního tlaku, ten bývá ve vodovodním řadu v závislosti na špičkových odběrech proměnlivý, dalším nutným prvkem je v tomto případě také potrubní oddělovač nebo zpětná klapka.

Nezbytnou součástí hlavní sestavy je filtr. Slouží k zachycování jemných mechanických nečistot z vody, čímž je zabráněno případnému ucpání systému a poškození trysek. Často používaný filtr je diskový a síťový (Obr. 6). Hlavní výhodou diskového filtru spočívá v tom, že při zanesení nemůže dojít k protržení na rozdíl od filtrů síťových. U diskových je větší filtrační plocha a jsou využívány u vod s větším obsahem mechanických nečistot, to jsou obvykle vody ze studní.

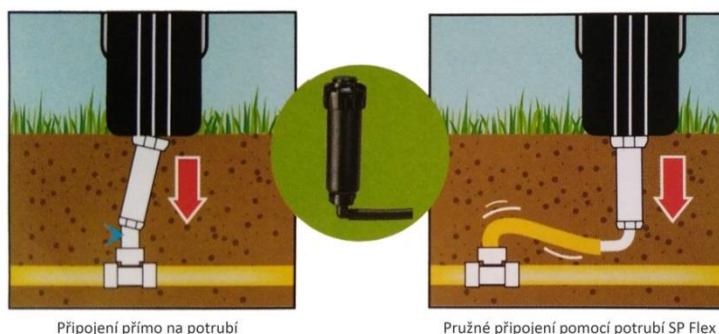


Obr. 6 Filtrační vložky [7]

Pro tyto je minimální požadovaná jemnost filtru 100 mesh. [6] Jednotka mesh udává počet ok připadajících na 1 palec (25,4 mm) síta tkaného z drátu, jehož otvory odpovídají průměru drátu. Na čistější vodu, například z vodovodního řádu, je dostačující filtr síťový, minimální požadovaná jemnost u tohoto zdroje vody je 75 mesh. [6] Čištění filtrů probíhá obvykle manuálně. Na trhu jsou i filtry s automatickým proplachem, ty nacházejí uplatnění především u hodně znečištěných vod nebo velkých systémů. Konkrétní filtr je nutno vybírat podle potřebného průtoku, tlaku a také na základě intenzity znečištění vody. Za filtrací se nachází hlavní elektromagnetický ventil, který je řízen pomocí ovládací jednotky. „Jednotka hlavní elektromagnetický ventil zapne pouze po dobu závlahy, po skončení zavlažování ventil uzavře. Díky tomu je celý závlahový systém pod tlakem pouze několik desítek minut po dobu závlahy a má tak daleko delší životnost. Potrubí po skončení závlahy je sice zavodněné, ale bez tlaku. Hlavní elektromagnetický ventil tedy snižuje riziko následků z poškození systému a nekontrolovatelného vytékání vody z poškozeného místa.“ [8]

### 4.3. Trubní rozvody

Trubní rozvody jsou provedené z vodovodních PE trubek, volba mezi HD-PE (vysokohustotní) a LD-PE (nízkohustotní) je prováděna zpravidla podle velikosti profilu, vysokohustotní materiál je používán u větších a zatíženějších profilů. Průměr a tloušťka stěny jsou vybírány podle průtoku a tlaku v jednotlivých úsecích. K provedení odboček a rozvětvení jsou využívány různé tvarovky, např. T kusy. Pro pružné zapojení postřikovačů lze použít potrubí SP Flex (Obr. 7), které odolává nárazům od pojezdové techniky a slouží tak i v situacích, kdy by běžné potrubí mohlo prasknout.



Obr. 7 Detail připojení

#### 4.4. Ovládací jednotka

Ovládací jednotka ideálně bývá umístěna v interiéru – garáž, zahradní domek a podobně, s připojením na zdroj 230 V. Pro případ podmínek bez zdroje elektrické energie je k dispozici i bateriová ovládací jednotka na 9 V s odolnějším provedením pro venkovní použití. Bývá umístěna v šachtici spolu s elektromagnetickými ventily. Z ovládací jednotky jsou vedeny elektrorozvody k jednotlivým elektromagnetickým ventilům v šachticích. Jeden elektromagnetický ventil přísluší vždy k jedné skupině postřikovačů – sekci. V ovládací jednotce je naprogramováno jakým způsobem a za jakých podmínek má být zaléváno. Na trhu je mnoho druhů ovládacích jednotek pro různý počet sekcí. Obvykle disponují několika volitelnými programy. Doba zalévání je nastavitelná od minuty až po několik hodin s minutovým krokem. Zavlažování lze zapnout pouze pro liché dny a podobně. Ovládací jednotka ve spolupráci s čidly samozřejmě reaguje na aktuální klimatické podmínky a například při dešti systém dočasně odstaví.

#### 4.5. Čidla

Čidla jsou vzájemně propojena s ovládací jednotkou, která vyhodnocuje naměřená data o současném klimatickém stavu a podle nich vyšle signál k otevření nebo uzavření elektromagnetických ventilů. U závlahových systémů je používáno především čidlo srážek, čidlo rychlosti větru, čidlo vlhkosti a teplotní čidlo.

#### 4.6. Elektroinstalace

Komunikace čidel a elektromagnetických ventilů s ovládací jednotkou je zajištěna pomocí elektrorozvodů. Toto vedení je řešeno pomocí vícevodičových kabelů, například CYKY. Elektromagnetické ventily jsou umístěny v šachticích a jejich počet odpovídá počtu sekcí. Do šachtice je z ovládací jednotky vždy přiveden kabel, který má o jeden vodič více, než jaký je počet ventilů v příslušné šachtici. Velikost průřezu vodiče závisí na délce vedení. Propojení čidla a ovládací jednotky bývá provedeno dvoužilovým kabelem.

#### 4.7. Postřikovače

Postřikovače jsou koncovým prvkem závlahového systému. Dělí se na rotační (obr. 9), rozprašovací (obr. 8), úderové a kombinaci rozprašovacího postřikovače s rotační hlavicí.

Rotační postřikovače jsou využívány na středně velké plochy, mají střední až dlouhý dostřik a zavlažují rotujícím vodním paprskem v podobě vodní stěny. Jejich provozní tlak je zpravidla kolem 3,5 – 4 barů, kromě postřikovačů s dlouhým dostřikem (20 – 30 metrů), například Rain Bird řady Eagle vyžadují tlak vyšší, spodní hraniční hodnota pro provoz je 4,1 baru, optimální je 6 barů. Pro větší vzdálenosti dostřiku, například na sportovních plochách nebo



Obr. 8 Rozprašovací postřikovač

v zemědělství, jsou navrhovány úderové postřikovače. Fungují na principu skokového posunu vodního paprsku po kružnici zajištěného úderovým mechanismem.

Pracovní tlak je ve stejném rozmezí jako u rotačních postřikovačů, závisí na

poloměru dostřiku. **Obr. 9** Rotační postřikovače



Pro delší dostřik je

nutný vyšší tlak. Rozprašovací postřikovače nacházejí své využití především na malých a členitých plochách, tvoří souvislý vodní vějíř, buď plnokruh nebo jeho část podle nastavené výseče. Provozní tlak rozprašovacích postřikovačů bývá nižší, obvykle 2,1 baru, zatímco srážková výška je u rozprašovacích postřikovačů větší než u rotačních.

#### **4.8. Ostatní**

Kromě postřikovačů může být závlivka dodávána také mikrozávlahou, pro zahradní použití je praktické nadzemní kapkovací potrubí. Využití nachází u keřových výsadeb, jahod, rajčat a podobně. Toto potrubí je založeno na principu vnitřního labyrintu, který významně zpomaluje výtok vody. Doplnkovou součástí automatizovaného závlahového systému může být a v případě zahrad často bývá rychlospojný ventil. Ten se nachází v šachtici a slouží pro snadné připojení hadice, aby mohlo být zaléváno i manuálně.

#### **B.5. Konkrétní závlahové systémy**

Během studia jsem se setkala především se závlahovým systémem společnosti Rain Bird. Jedná se o výrobce z USA, jehož hlavním distributorem pro ČR je firma Ittec, s.r.o. se sídlem v Modleticích u Prahy. Sortiment Rain Bird je rozsáhlý, najdeme v něm všechny potřebné součásti závlahového systému, od postřikovačů a prvků pro mikrozávlahu, přes příslušenství jako jsou ventilové šachtice, různé ventily či tvarovky až po ovládací jednotky a kabely. Nabízené postřikovače pokrývají široký rozptyl dostřikové vzdálenosti, což umožňuje efektivní řešení i členitějších ploch. Obecně je Rain Bird využíván především pro veřejné a sportovní plochy.

Tento systém je instalován například v areálu Golf Resort Černý Most na východním okraji Prahy. Zde se nacházejí velké postřikovače z Rain Bird sortimentu, a to rotační postřikovače řady Eagle s dlouhým dostřikem. Na menších plochách jsou doplněny rotačními postřikovači Rain Bird 5000 se středním dostřikem. Více informací o tomto

golfovém hřišti je v příloze č. 1, kterou jsem vypracovala na základě exkurze konané v rámci předmětu YZAS na podzim roku 2015. Rain Bird můžeme vidět i na některých menších instalacích, zmíním závlahu zahrady univerzitní školky ČVUT Lvíčata.

Mezi další přední závlahový sortiment, taktéž z USA, patří značka Hunter, jejímž zastoupením pro ČR je firma Irimon, s.r.o. se sídlem v Praze. Hunter má relativně podobnou nabídku jako Rain Bird. Častěji je využíván i pro menší zahradní realizace. Závlahový systém Hunter můžeme vidět například na veřejné ploše parkového charakteru patřící k Národní technické knihovně v Praze v Dejvicích. Tato travní plocha je na obr. 10.

První zmiňované výrobky, tedy Rain Bird, využívám i pro praktickou část svojí závěrečné práce, ve které se zabývám návrhem závlahového systému pro zahradu rodinného domu.



**Obr. 10** Park u Národní technické knihovny

## B.6. Hydraulické řešení závlahových trubních sítí

Podmínkou správné funkce závlahového systému je dostatečné množství vody (vyhovující vydatnost zdroje nebo postačující velikost zásobní nádrže) a potřebný tlak na postřikovačích. Dimenzování trubních sítí vychází z Bernoulliho rovnice pro reálnou kapalinu. Tato rovnice má tvar:

$$h_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + Z \quad [9]$$

První člen vyjadřuje geodetickou výšku, druhý člen tlakovou výšku a třetí člen rychlostní výšku, člen Z se vyskytuje pouze na jedné straně rovnice a zahrnuje ztráty.

Při návrhu tlakové trubní sítě je potřeba spočítat tlakovou změnu v systému, aby mohlo být podle ní navrženo vhodné čerpadlo. U trubních rozvodů závlahových systémů mají významný vliv na pokles tlaku ztráty třením, místní ztráty na armaturách a na trysce, případně u členitých terénů může hrát roli i geodetická výška – ta ovšem může mít i nadlepšovací efekt v případě, že jde potrubí od zdroje k postřikovačům směrem dolů. Dá se říci, že v takovém úseku částečně zastane práci čerpadla gravitace. Zde je počítáno s hydrostatickým tlakem, ten je určen výškou vodního sloupce, na každý metr převýšení je změna tlaku o 0,1 baru.

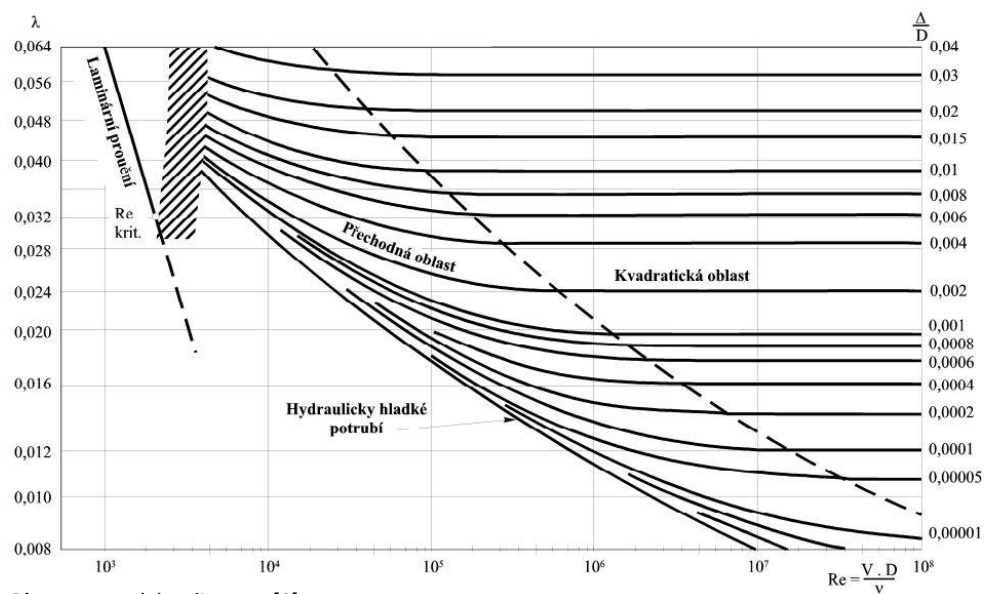
Trubní sítě je nutno vždy dimenzovat na tzv. kritickou cestu, to znamená na postřikovač, ke kterému vede cesta s největší tlakovou ztrátou. Obvykle je to ten nejvzdálenější od zdroje, ale nemusí to být pravidlem. Výpočet ztrát třením je řešen po úsecích od koncového postřikovače směrem ke zdroji. Pro každý úsek je na základě průtoku navržena příslušná velikost trubky taková, aby byla dodržena doporučená rychlost vody do  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a následně jsou podle tabulkových hodnot určeny ztráty třením pro daný průtok na metr délky konkrétního potrubí. Tyto ztráty jsou postupně nasčítány po celé trase až ke zdroji, přičemž ale při rozvětvení trubní sítě je v uzlu přičítána jen větev s nejvyšší hodnotou ztrát. V případě, kdy nejsou k dispozici tabulky, probíhá výpočet ztrát třením pomocí Darcy – Weisbachovy rovnice, jejíž tvar je následující:

$$Z_t = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad [9]$$

V této rovnici L značí délku potrubí, D jeho vnitřní průměr,  $\lambda$  je součinitel tření, vyjadřující přeměnu mechanické energie na teplo a jeho hodnota je získávána z Moodyho diagramu (viz obr. 11), do něhož tvoří vstupy relativní drsnost potrubí  $\frac{\Delta}{D}$  a Reynoldsovo číslo Re.

Dále do výpočtu vstupují místní ztráty. Jednak místní ztráty flexibilní, ty jsou stanoveny metodou náhradních délek jako 20 % již určených ztrát třením, a dále místní ztráty na armaturách, které jsou tabulkově udávány výrobcí. Například u ventilu se stanovují podle

průtoků a v případě mezilehlé hodnoty průtoku je příslušná ztráta interpolována. Konkrétní výpočet je uveden v praktické části této práce.



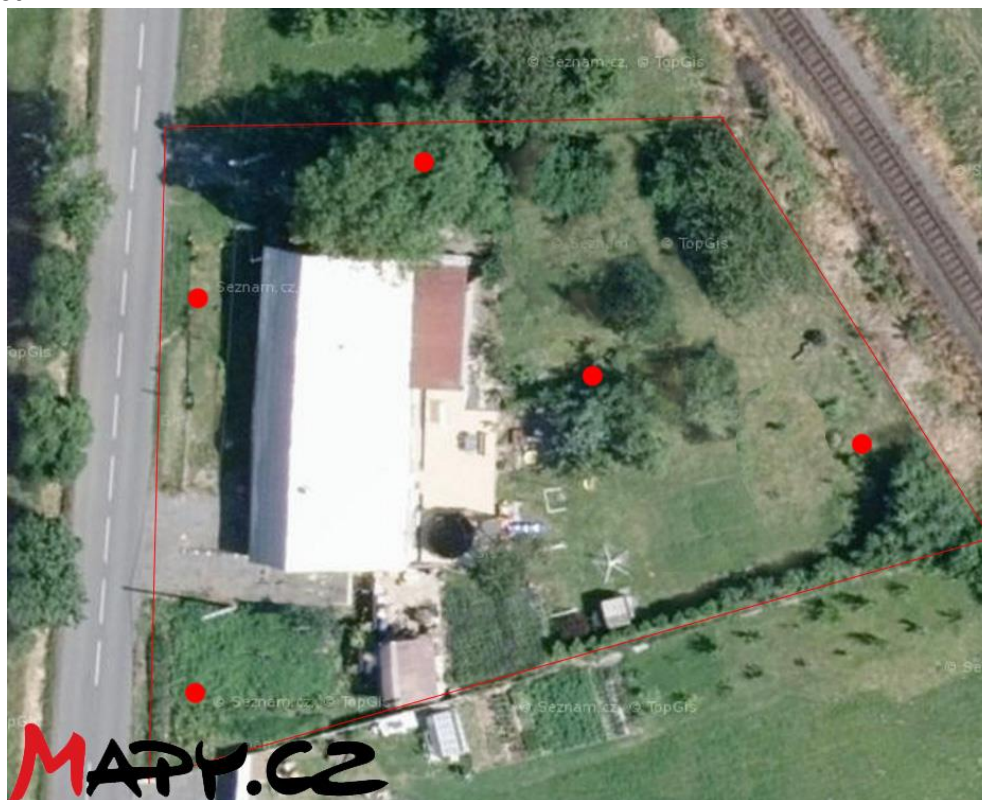
Obr. 11 Moodyho diagram [9]



## C. PRAKTICKÁ ČÁST

## C.1. Pedologie

Pro efektivní závlahu je důležité nejen provedení systému, ale také znalost toho, co zavlažujeme. Mimo vláhové potřeby rostlin je významný také půdní druh. Každá půda nakládá s dodanou vodou trochu odlišně a potřebuje pro stejné výsadby různé závlahové množství.

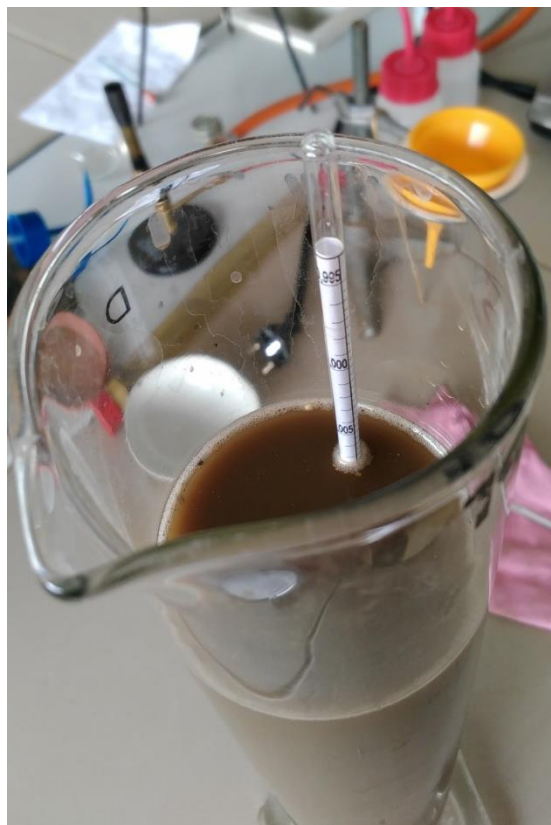


Obr. 12 Místa odběru půdních vzorků

Půdní druh je stanoven pomocí pedologického rozboru porušených půdních vzorků. Pro zjištění půdního druhu na zájmové ploše jsem odebírala vzorky z pěti různých míst vyznačených na obr. 12, aby byl výsledek reprezentativní pro celou oblast. Veškeré vzorky jsem odebírala z horních 20 centimetrů horizontu A – povrchový horizont pod organickou hmotou. Prvotní příprava spočívala v důkladném vysušení při pokojové teplotě. Toto sušení trvalo několik dní. Poté přišel na řadu samotný rozbor v pedologické laboratoři. Nejprve bylo potřeba suchou půdní hmotu rozdužit třením v třecí misce. Rozdužený materiál jsem dále prosela na sítu s velikostí ok 2 mm pro odloučení půdního skeletu nad 2 milimetry. Ze vzniklé jemnozeme jsem navážila tři vzorky o hmotnostech 40 gramů a dvakrát 10 gramů. Misku s 10 g vzorkem jsem umístila do sušárny, abych mohla později přepočítat hmotnost jemnozeme na sušinu. Velký vzorek (40 g) jsem umístila do varné nádoby a přidala k němu 40 ml hexametrafosforečnanu sodného, který funguje jako dispergační činidlo. Tuto směs jsem vařila asi 15 minut za stálého míchání a přilévání destilované vody, aby nedošlo ke spálení. Po vychladnutí se uvařená směs postupně dekantačním způsobem přelávala do litrového válce tak, aby ve varné nádobě zůstaly pouze píscité složky a ve válci ty jemné. To, že už ve varné nádobě není žádná

jemná frakce, se pozná podle toho, že další přidaná destilovaná voda zůstává čirá. V tomto okamžiku se písčité zbytky i s nádobou přemístily do sušárny, kde se sušily při 105°C.

Mezitím jsem litrový válec dolila chlazenou destilovanou vodou, počáteční teplota připravené suspenze byla 20°C. Na začátku měření jsem suspenzi promíchala a bezprostředně po míchání vložila do válce hustoměr. Zachyceno na obr. 13. Hodnotu na hustoměru jsem odečítala v pevně stanovených intervalech. Při odečtech jsem měřila také aktuální teplotu suspenze. Časy pro měření od počátku jsou 30 sekund, 1 minuta, 2 minuty, 5 minut a s každým dalším měřením se prodlužují, poslední odečet je 24 hodin od počátku.

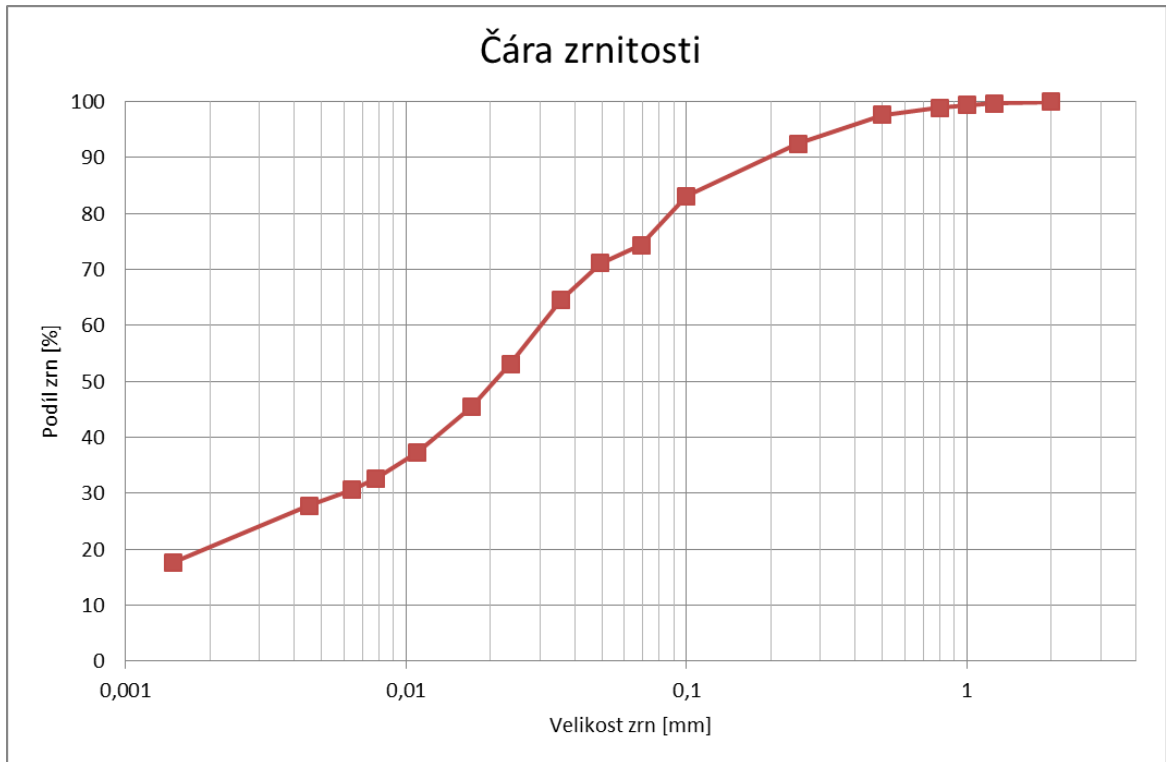


Obr. 13 Hustoměr v suspenzi

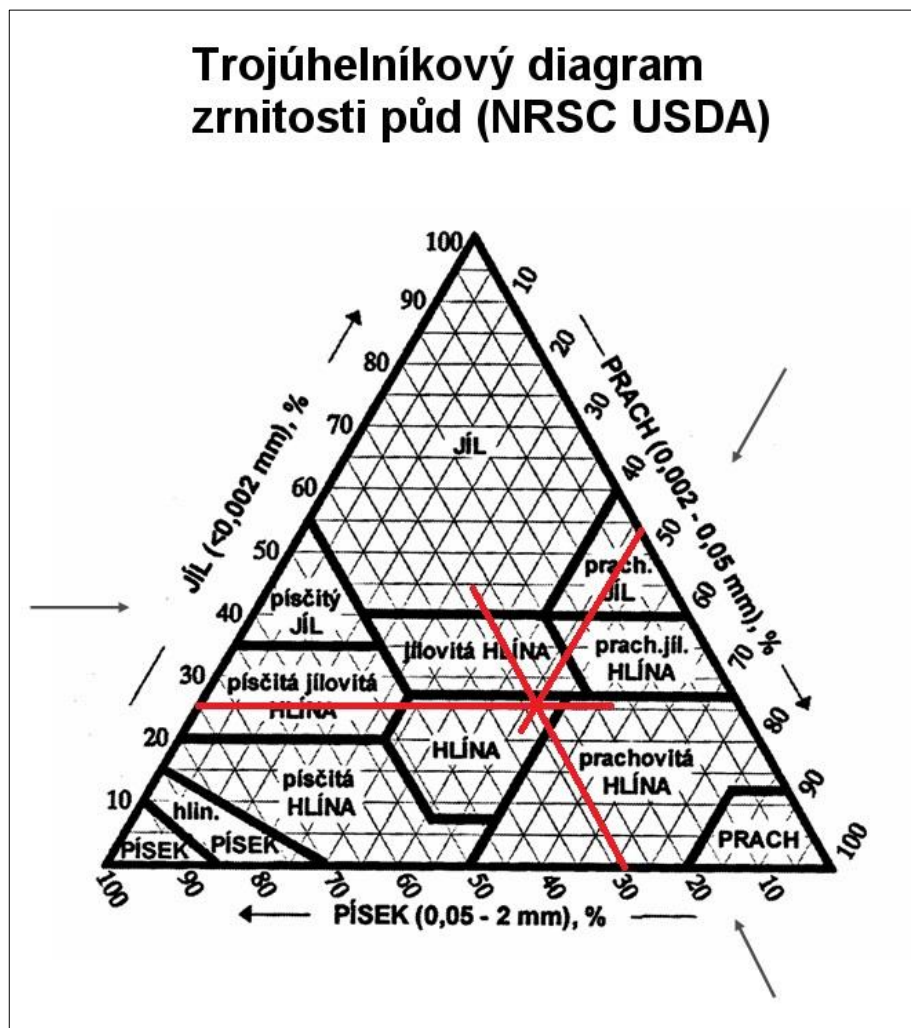
Poslední částí rozboru bylo stanovení měrné hmotnosti pevných částic pomocí pykometru. Zbýlý 10 g vzorek jemnozeme jsem pár minut povařila v porcelánové misce společně s 10 ml roztoku hexametafosforečnanu sodného a poté jsem směs převedla do pykometru postupným sestříkáním destilovanou vodou pomocí nálevky. Pyknometr jsem po vytemperování na 20°C uzavřela tak, aby uvnitř nezůstal žádný vzduch. Takto naplněný pyknometr jsem zvažila, zaznamenala hodnotu a pyknometr vyprázdnila. Dále jsem zjistila, kolik váží tentýž pyknometr naplněný roztokem destilované vody a 10 ml hexametafosforečnanu sodného. Pak jsem vypočetla přímo měrnou hmotnost pevných částic zeminy.

Ze získaných hustoměrných hodnot a dopočtené měrné hmotnosti jsem pomocí vzorců vycházejících ze Stokesova zákona spočítala odpovídající velikosti částic a jejich hmotnostní zastoupení. Vysušená písčítá zrna jsem rozdělila přímou analýzou na sadě sít s různě velkými oky a po prosetí zvažila podíly jednotlivých frakcí. Z údajů získaných hustoměrnou zkouškou a proséváním na sítích jsem zpracovala čáru zrnitosti, která je na obr. 14.

Půdní druh jsem určila na základě podílů zrn jílu, prachu a písku pomocí trojúhelníkového diagramu. Jednotlivé podíly jsou zaznamenány na obr. 15, půdní druh byl stanoven jako hlína.



Obr. 14 Čára zrnitosti



Obr. 15 Trojúhelníkový diagram pro zatřídění půdy

## C.2. Popis a klima lokality

Zájmová oblast se nachází v obci Konice, která leží asi 25 kilometrů západně od Olomouce. Z dostupných klimatologických dat jsou pro tuto lokalitu nevhodnější údaje z meteorologické stanice v Olomouci.

Pro posouzení suchosti lokality a zjištění konkrétních srážkových deficitů v jednotlivých měsících vegetačního období byla použita metoda Hemerky. Výpočet byl proveden jednak pro průměrný rok z údajů ročního normálu a jednak pro směrodatně suchý rok z údajů z roku 2015, který byl klimaticky extrémní jak srážkově, tak i teplotně. Výpočty jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6.

Metoda vychází z tabulkových hodnot ideálních srážek (IS [mm]) a teplot (t [°C]) pro danou rostlinu. Tyto teploty se porovnají se skutečně naměřenými a pro každé  $\Delta t = \pm 1^\circ\text{C}$  se upraví IS o  $\pm 5$  mm, upravené ideální srážky se následně porovnají se skutečnými srážkami a rozdíl se vynásobí ztrátovým součinitelem  $K_z = 1,2$  (dle ČSN 75 0434 pro závlahu postřikem). Vyjde deficit, tedy závlahové množství, které je nutno dodat závlahou. [10]

měsíc		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
teplota OL	[°C]	8,7	14,2	17,2	19,2	19,2	13,6	10,0
ideální teplota	[°C]	9	14	17	19	18	14	12
rozdíl teplot	[-]	-0,3	0,2	0,2	0,2	1,2	-0,4	-2
IS - trávník	[mm]	55	70	85	95	85	55	
IS - jahodník	[mm]	45	75	80	80	55	45	40
oprava IS - t.	[mm]	53,5	71	86	96	91	53	
oprava IS - j.	[mm]	43,5	76	81	81	61	43	30
srážky OL	[mm]	31	68	64	82	65	41	40
Mz - trávník	[mm]	27,3	3,6	26,0	16,4	31,5	14,8	
Mz - jahodník	[mm]	15,3	9,6	20,0	-1,6	-4,5	2,8	-12

Tab. 5 Výpočet Mz dle Hemerky v průměrném roce

měsíc		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
teplota OL	[°C]	9,1	13,8	18,5	22,1	22,8	14,8	10,7
ideální teplota	[°C]	9	14	17	19	18	14	12
rozdíl teplot	[-]	0,1	-0,2	1,5	3,1	4,8	0,8	-1,3
IS - trávník	[mm]	55	70	85	95	85	55	
IS - jahodník	[mm]	45	75	80	80	55	45	40
oprava IS - t.	[mm]	55,5	69	92,5	110,5	109	59	
oprava IS - j.	[mm]	45,5	74	87,5	95,5	79	49	33,5
srážky OL	[mm]	31	46	43	36	53	11	38
Mz - trávník	[mm]	29,4	27,6	59,4	89,4	67,2	57,6	
Mz - jahodník	[mm]	17,4	33,6	53,4	71,4	31,2	45,6	-5,4

Tab. 6 Výpočet Mz dle Hemerky ve směrodatně suchém roce

### C.3. Návrh AZS

Pro zájmovou travní plochu, zahradu rodinného domu, byly vybrány 4 skupiny trysek. Výběr byl proveden na základě výkresu rozmístění postřikovačů (příloha 2) a z toho plynoucích nutných poloměrů dostřiku na jednotlivých dílčích plochách.

Na nejmenší plochu byly zvoleny rozprašovací trysky Rain Bird řady HE-VAN v kombinacích velikostí od 10 do 15, aby bylo dosaženo co nejvíce rovnoměrné závlahy. Tyto trysky mají nastavitelnou výšeč od 0° do 360°. „Patentovaná technologie Flow Control Technology zajišťuje kvalitnější zavlažování v těsné blízkosti postřikovače a rovnoměrnou distribuci vody v celém rozsahu postřikované výšeče.“ [11] Tyto trysky jsou používány v kombinaci s tělem postřikovače 1800, v tomto konkrétním případě s provedením SAM-PRS pro lepší optimalizaci provozu systému z hlediska tlaků.



Obr. 16 Trysky HE-VAN [11]

Na plochu, kde už jsou potřeba naopak střední dostřiky kolem 10 – 13 metrů byly navrženy rotační postřikovače Rain Bird 5000 se zpětným ventilem SAM a s tryskami Rain Curtain 2, 4 a 6. S ohledem na vodní zdroj a na tlakové ztráty je tato plocha rozdělena do čtyř sekcí. Stejná řada postřikovačů je použita také na pravidelné obdélníkové ploše, jen tentokrát s využitím MPR trysek s vyrovnanou srážkovou výškou a pevně nastavenou výšečí.



Obr. 17 Rotační trysky [11]

Poslední plocha využívá postřikovače 1800 s kombinací rotačních trysek R-VAN s nastavitelnou výšečí 45° - 270° a trysek RN s pevně nastavenou výšečí, v tomto případě plnokruh. Trysky jsou barevně rozlišené podle poloměru dostřiku (obr. 17). Rozdělení postřikovačů do sekcí je barevně rozlišeno ve výkresu trubní sítě v příloze 3. Závlaha záhonu

jahod je řešena pomocí dvou linek nadzemního kapkovacího potrubí Drip line XF se sponem 33 cm, každá linka má délku 97 metrů. V šachtě je za ventilem umístěn regulátor tlaku PSI-M50, který zajišťuje konstantní výstupní tlak v mikrozávlaze.

Elektrické rozvody jsou provedeny pomocí kabelů CYKY s průřezem vodiče 1,5 mm. Čidlo srážek je bezdrátové Rain Bird řady WR2 s jednotkou čidla umístěnou u hlavní ovládací jednotky na vnitřní části zdi ve výklenku. Umístění čidla je na ploché části střechy domu.

Pro každou sekci jsou vypočítány tlakové ztráty pomocí postupu popsaného v kapitole B. 6. Pro trubní rozvody byl navržen materiál PE-MD, PN8. Průměr potrubí je vždy volen pro konkrétní úsek v závislosti na průtoku a je uveden spolu s výpočty v tabulkách na následujících stranách. Ztráty na průtokovém spínači, filtraci a ventilu jsou taktéž závislé na průtoku. Jsou určeny podle hodnot daných výrobcem.

Číslování úseků na každé sekci je vyznačeno v příloze 4.

I	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,45	0,13	12,3	20	0,361	0,11	0,0011	0,0141
	2	0,90	0,25	7,6	20	0,722	0,38	0,0038	0,0291
	3	0,89	0,25	2,5	20	0,722	0,38	0,0038	0,0096
	4	1,79	0,50	0,8	20	1,444	1,30	0,0130	0,0104
	hl. řad	1,79	0,50	10,1	32	0,508	0,107	0,00107	0,0108
	<b>Tab. 7</b> Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. I								<b>Σ 0,064</b>

II	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,90	0,25	9,9	20	0,722	0,38	0,003827	0,0379
	2	2,24	0,62	8,4	25	1,023	0,49	0,004933	0,0414
	hl. řad	2,24	0,62	10,1	32	0,64	0,1606	0,001606	0,0162
	<b>Tab. 8</b> Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. II								<b>Σ 0,096</b>

III	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,89	0,25	15,5	20	0,722	0,38	0,003827	0,0593
	2	1,78	0,49	1,5	20	1,444	1,30	0,013023	0,0195
	3	2,67	0,74	10,0	25	1,299	0,75	0,007543	0,0754
	hl. řad	2,67	0,74	16,2	32	0,813	0,2449	0,002449	0,0397
	<b>Tab. 9</b> Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. III								<b>Σ 0,194</b>

IV	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,45	0,13	7,9	20	0,36	0,11	0,0011	0,0091
	2	1,34	0,37	12,7	20	1,16	0,88	0,0088	0,1113
	3	0,45	0,13	7,0	20	0,36	0,11	0,0011	0,0080
	4	1,79	0,50	4,8	20	1,44	1,30	0,0130	0,0625
	5	2,24	0,62	9,5	25	1,02	0,49	0,0049	0,0469
	6	0,45	0,13	0,9	20	0,36	0,11	0,0011	0,0010
	7	2,69	0,75	2,0	32	1,30	0,75	0,0075	0,0151
	hl. řad	2,69	0,75	16,2	32	0,813	0,2449	0,002449	0,0397
	<b>Tab. 10</b> Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. IV								<b>Σ 0,284</b>

V	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,13	0,03	1,0	20	0,115	0,02	0,000165	0,0002
	2	0,10	0,03	1,5	20	0,115	0,02	0,000165	0,0002
	3	0,23	0,06	3,5	20	0,182	0,04	0,000355	0,0012
	4	0,27	0,08	2,3	20	0,231	0,05	0,000533	0,0012
	5	0,27	0,08	1,4	20	0,231	0,05	0,000533	0,0007
	6	0,77	0,21	3,8	20	0,72	0,38	0,003827	0,0145
	7	0,42	0,12	3,8	20	0,36	0,11	0,001146	0,0044
	8	0,42	0,12	1,3	20	0,36	0,11	0,001146	0,0015
	9	1,61	0,45	3,8	20	1,44	1,30	0,013023	0,0495
	10	0,42	0,12	1,3	20	0,36	0,11	0,001146	0,0015
	11	2,03	0,56	2,7	25	1,02	0,49	0,004933	0,0133
	12	0,21	0,06	2,3	20	0,182	0,04	0,000355	0,0008
	13	0,13	0,04	4,4	20	0,115	0,02	0,000165	0,0007
	14	0,27	0,08	1,1	20	0,231	0,05	0,000533	0,0006
	15	0,42	0,12	3,2	20	0,36	0,11	0,001146	0,0037
	16	0,96	0,27	2,4	20	0,909	0,57	0,005744	0,0138
	17	1,36	0,38	2,0	20	1,155	0,88	0,008761	0,0175
	18	3,60	1,00	0,4	32	1,016	0,36	0,003639	0,0015
	hl. řad	3,60	1,00	6,5	32	1,016	0,36	0,003639	0,0237
								<b>Σ</b>	0,1039

Tab. 11 Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. V

VI	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,32	0,09	7,8	20	0,289	0,08	0,000781	0,0061
	2	0,64	0,18	7,7	20	0,577	0,26	0,00259	0,0199
	3	0,67	0,19	7,8	20	0,577	0,26	0,00259	0,0202
	4	1,98	0,55	7,7	25	1,444	1,30	0,013023	0,1003
	5	0,32	0,09	7,8	20	0,289	0,08	0,000781	0,0061
	6	2,62	0,73	2,0	25	1,299	0,75	0,007543	0,0151
	hl. řad	2,62	0,73	21,0	32	0,813	0,2449	0,002449	0,0514
								<b>Σ</b>	0,1928

Tab. 12 Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. VI

VII	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,20	0,06	7,6	20	0,182	0,04	0,000355	0,0027
	2	0,61	0,17	6,9	20	0,577	0,26	0,00259	0,0179
	3	0,81	0,23	5,3	20	0,722	0,38	0,003827	0,0203
	4	1,04	0,29	0,6	20	0,909	0,57	0,005744	0,0034
	5	0,83	0,23	5,8	20	0,722	0,38	0,003827	0,0222
	6	1,87	0,52	1,8	25	0,812	0,33	0,003277	0,0059
	hl. řad	1,87	0,52	49,7	32	0,64	0,1606	0,001606	0,0798
								<b>Σ</b>	0,1300

Tab. 13 Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. VII



VIII	úsek	Qi [m <sup>3</sup> /h]	Qi [l/s]	l [m]	DN [mm]	v [m/s]	Zt [bar/100m]	Zt [bar/m]	Zt [bar/úsek]
	1	0,41	0,11	7,1	20	0,361	0,11	0,001146	0,0081
	2	0,61	0,17	5,2	20	0,577	0,26	0,00259	0,0135
	3	0,84	0,23	1,8	20	0,722	0,38	0,003827	0,0069
	4	0,23	0,06	4,6	20	0,182	0,04	0,000355	0,0016
	5	0,41	0,11	5,6	20	0,361	0,11	0,001146	0,0064
	6	0,64	0,18	2,9	20	0,577	0,26	0,00259	0,0075
	7	0,44	0,12	2,7	20	0,361	0,11	0,001146	0,0031
	8	1,08	0,30	3,7	20	0,909	0,57	0,005744	0,0213
	9	1,92	0,53	1,2	25	0,812	0,33	0,003277	0,0039
	hl. řad	1,92	0,53	49,7	32	0,64	0,1606	0,001606	0,0798
								<b>Σ</b>	0,1189

Tab. 14 Výpočet ztrát třením při provozu sekce č. VIII

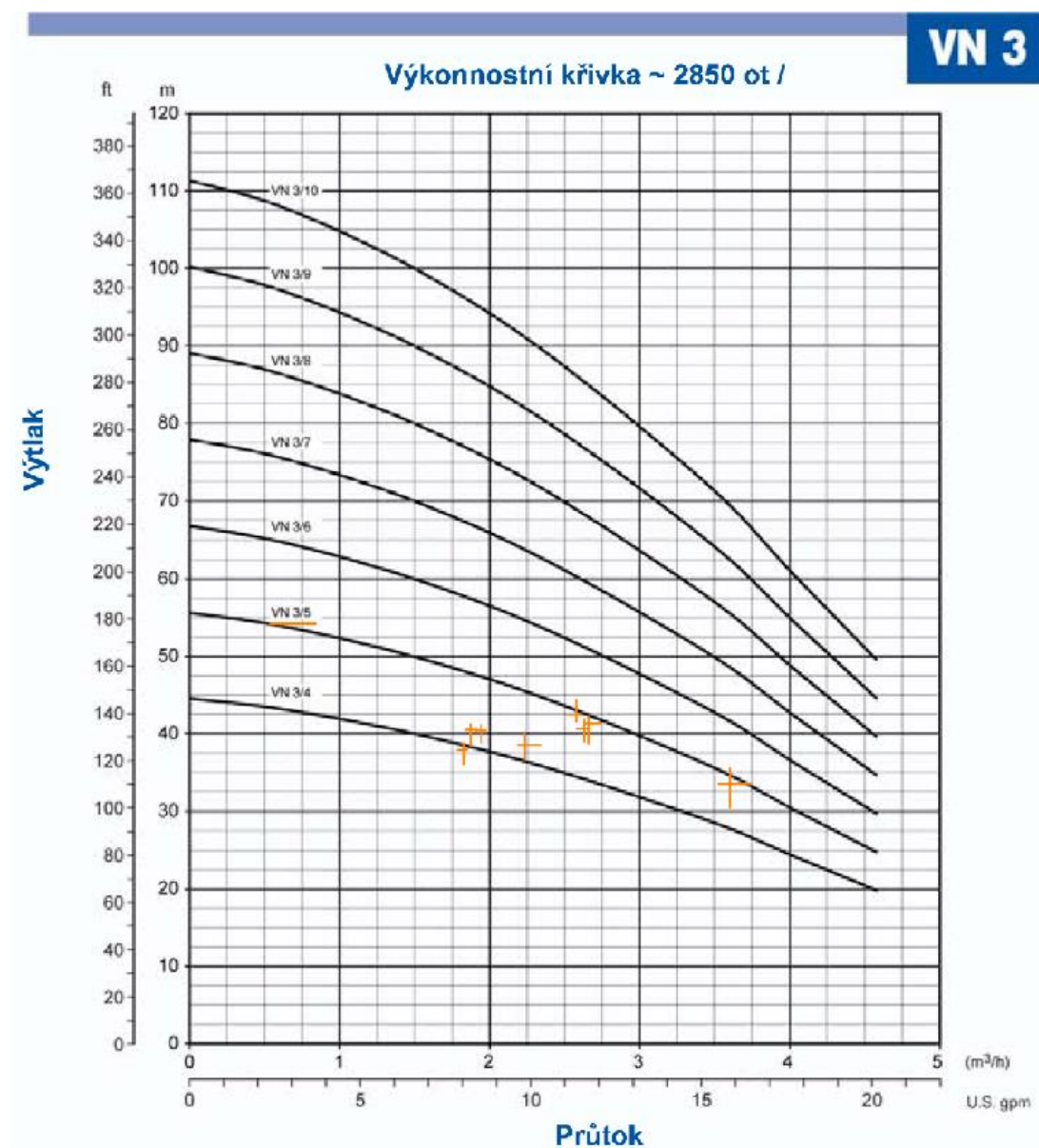
č. sekce	1	2	3	4	5	6	7	8
Zt	0,064	0,096	0,194	0,284	0,104	0,193	0,130	0,119
Zm	0,013	0,019	0,039	0,057	0,021	0,039	0,026	0,024
Brio 2000MT	0,18	0,22	0,30	0,30	0,40	0,30	0,19	0,20
Tryska	3,0	3,0	3,0	3,0	2,1	3,1	3,1	3,1
Filtrace 1"	0,05	0,06	0,07	0,07	0,12	0,07	0,05	0,05
Ventil 100 DV	0,275	0,286	0,297	0,297	0,320	0,296	0,277	0,278
Převýšení	-0,080	-0,100	-0,100	-0,085	0,000	0,000	0,000	0,000
Přev. z nádrže	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<b>Σ [bar]</b>	3,752	3,831	4,050	4,173	3,315	4,247	4,023	4,021

Tab. 15 Výpočet celkových tlakových ztrát na jednotlivých sekcích

Průtok [m <sup>3</sup> /h]	1,79	2,24	2,67	2,69	3,60	2,62	1,87	1,92
Výtlak [m]	37,52	38,31	40,50	41,73	33,15	42,47	40,23	40,21

Tab. 16 Výsledné hodnoty pro návrh čerpadla

Na základě výsledků výpočtů tlakových ztrát bylo pro závlahový systém navrženo jednofázové ponorné čerpadlo Pumpa VN 3/5 s výkonem motoru 0,75 kW. Výkonnostní křivka čerpadla se zakreslením pracovních bodů čerpadla při spuštění jednotlivých sekcí je na obr. 18.



**Obr. 18** Výkonnostní křivka čerpadla Pumpa VN 3 [12]

Vodním zdrojem je kovaná studna o průměru 70 cm s vydatností  $Q_s = 0,9 \text{ m}^3/\text{h}$ . Pro přímý odběr je tato vydatnost nedostatečná, proto je nezbytná ještě akumulční nádrž pro vyrovnání přítoku a odběru, případně i na doplnění závlahového systému z vodovodního řadu, když se studna vyčerpá, nebo když je v období většího sucha zcela nevyhovující. K výpočtu potřebné velikosti zásobní nádrže byla jako vstupní data použita vydatnost studny, závlahové množství v nejvíce suchém období a srážková výška jednotlivých sekcí. Z těchto údajů bylo provedeno bilancování přítoků a odběrů pro stanovení potřebného zásobního objemu.

Podle výpočtu v kapitole C.2 je maximální měsíční potřeba 89,4 mm. Do výpočtu uvažují zalévání 3x týdně, takže potřebná jednorázová dávka je následující:

$$\frac{89,4}{4} \cdot \frac{1}{3} = 7,5 \text{ mm}$$

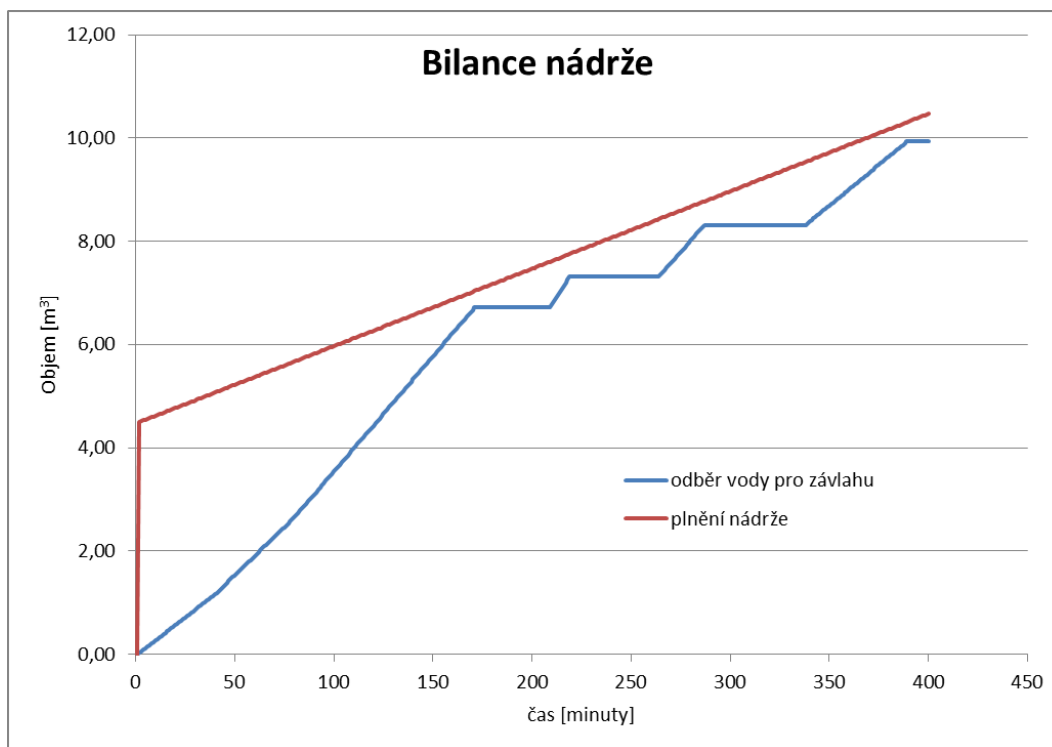
Srážková výška (Sr [mm/h]) na jednotlivých sekcích byla zjištěna pomocí průtoku každou tryskou a plochy, kterou tato tryska pokrývá. Podílem nutné dávky a srážkové výšky byl pak dopočítán potřebný čas provozu každé sekce. Objem vody spotřebovaný za jeden cyklus je  $V = T \cdot Q$ . Všechny tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 17.

sekce	Sr [mm/h]	T [h]	T [min]	Q [m3/h]	V [m3]
I	11,4	0,66	39,5	1,79	1,18
II	11,7	0,64	38,5	2,24	1,44
III	11,1	0,68	40,5	2,67	1,80
IV	9,0	0,83	50,0	2,69	2,24
V	46,0	0,16	9,8	3,60	0,59
VI	19,7	0,38	22,8	2,62	1,00
VII	19,0	0,39	23,7	1,87	0,74
VIII	17,0	0,44	26,5	1,92	0,85

Tab. 17 Doba provozu sekcí a spotřebovaný objem vody

Mezi zaléváním jednotlivých ploch uvažují pauzy, během kterých dojde k doplnění zásobní nádrže. Celkový čas provozu systému včetně těchto pauz  $\Sigma T = 6,5$  hodiny. Celkový spotřebovaný objem vody  $\Sigma V = 9,83 \text{ m}^3$ . Přítok =  $\Sigma T \cdot Q_s = 5,85 \text{ m}^3$ . Potřebný objem nádrže je rozdílem spotřebovaného objemu a přítoku a je roven  $4 \text{ m}^3$ . Bilance je vykreslena na obr. 19.

Z dostupných nádrží tomuto objemu nejlépe odpovídá samonosná nádrž TITAN AQUA KINGSPAN 4500I.



Obr. 19 Graf přítoku a odběru vody z akumulční nádrže

## C.4. Řízení závlahy

Pro řízení závlahového systému byla zvolena ovládací jednotka Hydrawise. Oproti běžným ovládacím jednotkám sleduje mnohem více veličin, na základě kterých kontinuálně upravuje závlahu. Jiné jednotky obvykle sledují jen teplotu, vítr a srážky pomocí čidel a mají pevně nastavený program a hodnoty, při kterých vypnout/zapnout. Hydrawise kromě těchto běžných údajů vyhodnocuje například i půdní vlhkost, pracuje s typem půdy a sklonem terénu, čímž je zabráněno dalšímu nadbytečnému zalévání a je navýšena úspora vody. Tato jednotka navíc umožňuje různé časy spouštění jednotlivých sekcí, což je přínosné u nedostatečného zdroje, jaký je i v mém případě. Zásobní nádrž se může plnit průběžně v pauzách mezi provozem sekcí a díky tomu je její celkový potřebný objem menší než u souvislého provozu. Další výhodou Hydrawise spočívá v tom, že je tato jednotka napojena na letištní meteorologickou stanici (případně i síť stanic) a upravuje nastavený program závlahy podle předpovědi počasí. Do programu lze nastavit, při jaké pravděpodobnosti srážek už má být systém odstaven. Tím je zamezeno jednak plýtvání vodou a jednak přemokření rostlin. Dále je tato jednotka praktická v tom, že funguje přes Wi-Fi připojení a je tak možné kontrolovat a měnit program závlahy i vzdáleně pomocí mobilního zařízení.

Pro kritický měsíc (červenec ve směrodatně suchém roce) je potřebné závlahové množství 90 mm, což při zalévání 3x týdně odpovídá srážkové výšce 7,5 mm. Pro tuto hodnotu byla zjištěna pomocí výpočtu na předchozí straně potřebná doba provozu jednotlivých sekcí, která je uvedena v tabulce 18, doba včetně pauz je v tabulce 19.

Sekce	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Čas [min]	39,5	38,5	40,5	50	9,8	22,8	23,7	26,5

Tab. 18 Doba trvání závlahy na jednotlivých sekcích

Sekce	I	II	III	IV	P 1	V	P 2	VI	P 3	VII	VIII
Čas [min]	39,5	38,5	40,5	50	38	9,8	45	22,8	51	23,7	26,5

Tab. 19 Doba trvání závlahy na jednotlivých sekcích + pauzy

## C.5. Výkaz výměr a kalkulace

MODEL	POPIS POLOŽKY	JEDN. CENA	POČET	CELK. CENA
		Kč	ks	Kč
<b>OVLÁDACÍ SYSTÉM, OVLÁDACÍ KABELY</b>				
HWC-012-EU INDOOR	Wi-Fi ovládací jednotka pro 12 sekci/ 24V	<b>11 850,00</b>	1	11 850,00
HYDRAWISE - APP	Aplikace pro ovládání syst. Hydrawise, stažení z GooglePlay/ APP Store	<b>ZDARMA</b>	1	0,00
WRC-RFC-868	WR2 Bezdrátové čidlo srážek /mrazu	<b>4 180,00</b>	1	4 180,00
CYKY 2x1,5	kabel pro uložení ve vnitř., venk.prostorách/ zemi/ betonu (cena/1 m)	<b>7,00</b>	30	210,00
CYKY 3x1,5	kabel pro uložení ve vnitř., venk.prostorách/ zemi/ betonu (cena/1 m)	<b>9,00</b>	65	585,00
CYKY 4x1,5	kabel pro uložení ve vnitř., venk.prostorách/ zemi/ betonu (cena/1 m)	<b>14,00</b>	25	350,00
<b>OVLÁDACÍ VENTILY, ŠACHTICE</b>				
100-DV-F	elmag. ventil 1" s reg. průtoku, 24V AC solenoid	<b>975,00</b>	10	9 750,00
VB-STD-H	ventilová šachtice, 590x490x307mm	<b>1 150,00</b>	5	5 750,00
KV 1"IG V	kulový ventil 1" vnitřní závit, s vypouštěním/PN10	<b>259,00</b>	1	259,00
KV 1"IG	kulový ventil 1" vnitřní závit, bez vypouštění/PN10	<b>184,00</b>	1	184,00
<b>POSTŘIKOVAČE A PŘÍSLUŠENSTVÍ</b>				
HE-VAN 10	nastav. trysky z plast. hm. k typ. řadě 1800	<b>65,00</b>	2	130,00
HE-VAN 12	nastav. trysky z plast. hm. k typ. řadě 1800	<b>65,00</b>	5	325,00
HE-VAN 15	nastav. trysky z plast. hm. k typ. řadě 1800	<b>65,00</b>	5	325,00
1804-SAM-PRS	vys. postř., t.ř.1804, s regul. tlaku, zpětný ventil, pouze pouzdro	<b>204,00</b>	12	2 448,00
R-VAN 18	rotační tryska pro UNI, 1800, PRO-S, RPS-Spray, R = 4,0 - 5,5 m, 45°-270	<b>249,00</b>	3	747,00
R-VAN 1724	rotační tryska pro UNI, 1800, PRO-S, RPS-Spray, R = 5,2 - 7,3 m, 45°-270	<b>249,00</b>	6	1 494,00
RN 13-18 F	rotační tryska, rotary pro UNI, 1800, R=5,5 m, 360°	<b>249,00</b>	1	249,00
RN 17-24 F	rotační tryska, rotary pro UNI, 1800, R=7,3 m, 360°	<b>249,00</b>	1	249,00
1804-SAM	vys. postř., t.ř.1804, zpětný ventil, pouze pouzdro	<b>127,00</b>	11	1 397,00
MPR Nozzle 30'	sada MPR trysek pro 5004Plus- dostřik 9,14 m	<b>1,00</b>	4	4,00
5004-PC-SAM	vys. rotační postřikovač s přev. mech. vč. SAM, plast. vys. 100 mm	<b>526,00</b>	20	10 520,00
<b>MIKROZÁVLAHA A PŘÍSLUŠENSTVÍ</b>				
PSI M50	regulátor tlaku - 3,5 atm výstup (0,45 - 5 m3/hod)	<b>495,00</b>	1	495,00
RB DRILINE XF 16-21-33	kapkovací potrubí 16mm, 2,3 l/h, 33cm, s komp. tlaku, role 100 m	<b>1 950,00</b>	2	3 900,00
R34-16	přechodka 16 mm x 3/4" AG	<b>13,00</b>	2	26,00
BF-TOP (Eng Plug)	koncovka pro 16 mm potrubí	<b>11,00</b>	2	22,00
BF-22-16	kolínko 16x16mm, vkládané	<b>13,00</b>	1	13,00
BF-32-16	T spojka 16x16mm, vkládaná	<b>13,00</b>	1	13,00
<b>POTRUBÍ A TVAROVKY K PE POTRUBÍ</b>				
25x1,8 PE80, PE-MD SOFT	Potrubí, PN8, SDR17, role 100m	<b>1 655,00</b>	3	4 965,00
32x2,0 PE80, PE-MD SOFT	Potrubí, PN8, SDR17, role 100m	<b>2 137,00</b>	1	2 137,00
40x2,4 PE80, PE-MD SOFT	Potrubí, PN8, SDR17, role 100m	<b>3 269,00</b>	1	3 269,00
503 AST Pas 25x1/2"	ASTORE 25x1/2" navrtávací pas/PN6	<b>32,00</b>	7	224,00
503 AST Pas 25x3/4"	ASTORE 25x3/4" navrtávací pas/PN6	<b>32,00</b>	5	160,00
503 AST Pas 32x3/4"	ASTORE 32x3/4" navrtávací pas/PN6	<b>32,00</b>	5	160,00
503 AST Pas 40x3/4"	ASTORE 40x3/4" navrtávací pas/PN6	<b>39,00</b>	1	39,00
SPX FLEX30	Flexibilní potrubí 30 m	<b>900,00</b>	1	900,00
AST PAG 25x1"	ASTORE 25x1" AG přech. přímá, vnější z. /PN16	<b>37,00</b>	1	37,00
AST PAG 32x1"	ASTORE 32x1" AG přech. přímá, vnější z. /PN16	<b>41,00</b>	9	369,00
AST PAG 40x1"	ASTORE 40x1" AG přech. přímá, vnější z. /PN16	<b>83,00</b>	7	581,00
SBE-075 koleno 3/4"	hadicová spojka pro flexibilní potrubí SPX	<b>16,00</b>	18	288,00
SBE-075 rovná 3/4"	hadicová spojka pro flexibilní potrubí SPX	<b>16,00</b>	25	400,00
AST PIG 25x3/4"	ASTORE 25x3/4"IG přech.přímá, vnitř.z./PN16	<b>34,00</b>	24	816,00
AST PIG 32x3/4"	ASTORE 32x3/4"IG přech.přímá, vnitř.z./PN16	<b>49,00</b>	1	49,00
SBE-050 koleno 1/2"	hadicová spojka pro flexibilní potrubí SPX	<b>16,00</b>	23	368,00
AST Red 32x25	ASTORE 32x25 redukováná spojka/PN16	<b>73,00</b>	9	657,00
AST Red 40x32	ASTORE 40x32 redukováná spojka/PN16	<b>120,00</b>	2	240,00
AST Koleno 25	ASTORE 25 koleno/PN16	<b>62,00</b>	6	372,00
AST Koleno 32	ASTORE 32 koleno/PN16	<b>76,00</b>	7	532,00
AST T 25	ASTORE 25 T-kus/PN16	<b>83,00</b>	15	1 245,00
<b>FILTRACE, ČERPAČÍ STANICE A PŘÍSLUŠENSTVÍ</b>				
Filtr RAINBIRD ILCRBY100S	filtr SÍTOVÝ 1" s vněj. závitěm, 130 mikronů, PN8	<b>685,00</b>	1	685,00
BRIO 2000MT	Univerz. ovl. jedn. s autom. restartem při nedostatku vody ve zdroji	<b>1 535,00</b>	1	1 535,00
VN 3/5	Ponorné čerpadlo 0,75 kW, 230 V	<b>10 354,00</b>	1	10 354,00
TITAN AQUA KINGSPAN	Titan aqua kingspan 4500 l, 230 kg, 2400 x 1800 x 3010 mm	<b>25 400,00</b>	1	25 400,00

Čerpadlo a příslušenství pro dopuštění nádrže ze studny je stávající

**PŘEHLED CELKOVÝCH NÁKLADŮ**

OVLÁDACÍ SYSTÉM, OVLÁDACÍ KABELY	17 175 Kč
OVLÁDACÍ VENTILY, ŠACHTICE	15 759 Kč
POSTŘIKOVAČE A PŘÍSLUŠENSTVÍ	17 888 Kč
MIKROZÁVLAHA A PŘÍSLUŠENSTVÍ	4 469 Kč
POTRUBÍ A TVAROVKY K PE POTRUBÍ	17 808 Kč
FILTRACE, ČERPACÍ STANICE A PŘÍSLUŠENSTVÍ	37 974 Kč
<b>Celkem bez DPH:</b>	<b>111 073 Kč</b>
<b>DPH 21%:</b>	<b>23 325 Kč</b>
<b>Celková částka vč. DPH:</b>	<b>134 398 Kč</b>

Veškeré jednotkové ceny jsou z Ittec ceníku 2016 (platný od 1. 3. 2016) a jsou bez DPH.

## D. ZÁVĚR

Pro vybranou zahradu RD byl navržen automatizovaný závlahový systém s inteligentní ovládací jednotkou Hydrowise. Díky této jednotce nebude docházet k plýtvání vodou a pořizovací náklady na tuto jednotku se brzy vrátí ve formě ušetřeného objemu vody, který by byl v případě jiného ovládání použit k závlaze. Využívání vody je celkově řešeno úsporně, je snaha o to, aby byl minimální možný odběr z vodovodního řadu. Závlahový systém je rozdělen do více sekcí, aby byly v systému nízké průtoky a mohla být jako zdroj vody využita stávající studna s docela slabou vydatností. Voda z řadu bude do zásobní nádrže dopouštěna pouze při nedostatečném plnění této nádrže ze studny. Podle klimatických hodnot extrémního měsíce a podle laboratorně stanoveného půdního druhu byl vypočítán odpovídající průběh zalévání v suchém období a stanovena potřebná velikost zásobní nádrže. Pořizovací cena samotného systému (bez výkopových prací apod.) vychází 135 000,-. S ohledem na dlouhodobou životnost řešení (v řádu desítek let) se jeví vstupní investice jako přijatelná. Po instalaci systému zůstává jedinou nákladovou položkou jeho provoz, který je v tomto případě v řádu stovek korun ročně. Ten už musí být placen každou sezónu, proto je výhodnější systém navrhnout tak, aby byl jeho provoz co nejlevnější i za cenu vyšších pořizovacích nákladů.

Trávník bude s použitím AZS bezesporu v lepší kondici než nyní a při správném nastavení systému přežije i období sucha. Zahrada tak může plnit svoje funkce nezávisle na klimatických podmínkách, bude si zachovávat svoje vlastní klima.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KRÁLOVÁ H., [online]. *Vodní hospodářství krajiny I, část II – závlahy*, Brno, 2005. [vid. 11. 5. 2016].  
Dostupné z: <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BS04-Vodni%20hospodarstvi%20krajiny%20I/M02-Zavlahy.pdf>
- [2] KADRNOŽKA J., *Globální oteplování Země. Příčiny, průběh, důsledky, řešení*. Brno: Vysoké učení technické - Nakladatelství VUTIUM, 2008. ISBN 978-80-214-3498-1
- [3] *CCweb studie pro MŽP* [online]. ČHMÚ. [vid. 11. 5. 2016]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap10.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf)
- [4] ČSN 75 0434. *Meliorace, POTŘEBA VODY PRO DOPLŇKOVOU ZÁVLAHU*. MDT 631.67. Praha: ÚNMZ 1994
- [5] IRIMON. *Zazimování automatických závlahových systémů* [online]. 2015. [vid. 11. 5. 2016]. Dostupné z: [http://zavlahy.irimon.cz/clanek\\_zahrady\\_4](http://zavlahy.irimon.cz/clanek_zahrady_4)
- [6] *Hunter závlahové systémy* [online]. IRIMON. [vid. 11. 5. 2016] Dostupné z: [http://zavlahy.irimon.cz/clanek\\_automacka\\_zavlahy\\_nejcastejsi\\_chyby](http://zavlahy.irimon.cz/clanek_automacka_zavlahy_nejcastejsi_chyby)
- [7] *AZ zahrada* [online]. [vid 11. 5. 2016] Dostupné z: <http://az-shop.cz/zavlahy/filtry-a-filtracni-jednotky>
- [8] NOVÝ O., *Technické řešení závlahových systémů objektů zahradní architektury*. Brno: 2013. Bakalářská práce. Ing. Vladimír Veverka
- [9] BOOR, B., KUNŠTÁTSKÝ, J., PATOČKA, C., *Hydraulika pro vodohospodářské stavby*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1968, 520 s.
- [10] SCHWARZOVÁ, Pavla. *VK1 Závlahové stavby*. [přednáška]. Praha: ČVUT, 15. 4. 2015
- [11] *Výrobky pro zavlažovací systémy*. Rain Bird, 2015.
- [12] VN series NAUTI. Pumpa, 2015.



# SEZNAM PŘÍLOH

1. Golf Resort Černý Most
2. Výkres rozmístění postřikovačů
3. Výkres trubní sítě
4. Číslování úseků
5. Detaily zapojení a schéma dopouštění nádrže