

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Richard Kašlík

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**ÚZEMNÍ TECHNICKÁ A SPRÁVNÍ SLUŽBA V
ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**VLIV ZPŮSOBU OVLÁDÁNÍ ZÁVLAHOVÉHO
SYSTÉMU NA SPOTŘEBU VODY**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Stanislava Papežová, CSc.
Bakalant: Richard Kašlík**

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Richard Kašlík

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Vliv způsobu ovládnání závlahového systému na spotřebu vody

Název anglicky

Influence of the method of controlling the irrigation system on water consumption

Cíle práce

Cílem práce je zjistit vliv způsobu ovládnání závlahového systému na spotřebu vody potřebné k zavlažování zahrady u obytného domu. Dále stanovit, zda je zásadní rozdíl mezi jednoduchým ovládnáním závlahového systému a tzv. chytrým ovládnáním, které je připojeno na internet a má k dispozici data z lokální meteorologické a předpovědi počasí.

Metodika

Východiskem pro BP je zajištění několika závlahových systémů jako případových studií a instalace ovládacích systémů společně s impulsními vodoměry a meteorologickými stanicemi. Nezbytné je také propojení s internetem a vzdáleným přístupem pro sledování stavu zalévacích programů, týdenní spotřeby vody a klimatických podmínek v dané lokalitě pomocí nainstalovaných meteorologických stanic propojených s internetem. U systémů bude vždy instalováno čidlo dešťových srážek s okamžitou aktivací, které vyřadí závlahový systém z provozu při srážkovém úhrnu větším jak 3 mm. Data budou vyhodnocována průběžně. Dále bude vypočítána spotřeba vody při jednoduchém ovládnání a porovnávána se spotřebou vody na daných zahradách s inteligentním zaléváním. Sledovacím obdobím bude jedna sezóna, tj. 1. duben až 31. říjen roku 2021.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

závlahový systém, ovládání, spotřeba vody

Doporučené zdroje informací

- HEDLEY, C., B., KNOX, J., W., RAINE, S., R., SMITH, R., 2014: Water: Advanced Irrigation Technologies. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems, 378 – 406 s.
- MASON, B., RUFÍ-SALÍS, M., PARADA, F., GABARRELL, X., GRUDEN, C., 2019. Intelligent urban irrigation systems: Saving water and maintaining crop yields. Agricultural Water Management, 226. 1 – 8 s.
- POKORNÝ, J., REJŠKOVÁ, A., 2008: Water Cycle Management. Encyclopedia of Ecology. Elsevier Inc. 3729 – 3737 s.
- REYES-PAECKE, S., GIRONÁS, J., MĚLO, O., VICUÑA, S., HERRERA, J., 2019. Irrigation of green spaces and residential gardens in a Mediterranean metropolis: Gaps and opportunities for climate change adaptation. Landscape and Urban Planning, 182. 34 – 43 s.
- ZHANG, S., WANG, M., SHI, W., ZHENG, W., 2018. Construction of intelligent water saving irrigation control system based on water balance. IFAC-PapersOnLine, 51(17). 466 – 471 s.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

doc. Ing. Stanislava Papežová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra elektrotechniky a automatizace

Elektronicky schváleno dne 5. 5. 2021

doc. Ing. Miloslav Linda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 6. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv způsobu ovládnání závlahového systému na spotřebu vody" 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 :

.....

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Stanislavě Papežové, CSc.
za vedení této bakalářské práce a firmě FLOOD s.r.o. za poskytnutá data a materiály.

Vliv způsobu ovládání závlahového systému na spotřebu vody

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním dvou způsobů řízení závlahových systémů a jejich vlivu na spotřebu vody. Porovnává se moderní způsob řízení závlahy s využitím aplikace Hunter Hydrowise s přístupem k meteorologickým datům se starším ovládáním Hunter Pro – C, ve kterém je závlaha řízena pouze časem s čidlem dešťových srážek. Cílem práce je zjistit z dostupných měření a výpočtů ze třech soukromých zahrad množství úspory vody pro jednotlivé způsoby ovládání a ty vzájemně porovnat, tj. zjistit procentuální úsporu vody v daných zkoumaných systémech.

Klíčová slova: závlahový systém, spotřeba vody, Hunter Hydrowise, Hunter Pro – C

Influence of the method of controlling the irrigation system on water consumption

Abstract

This bachelor thesis compares the dual method of controlling the irrigation system and their respective influence on water consumption. The first method, which is being studied, is a modern method which employs an application Hunter Hydrowise (with access to meteorological data); the second method of controlling the irrigation system is solely through a rain sensor (Hunter Pro – C). The aim of the thesis is to compare the water consumption through the available data from three private gardens, that is, the aim is to calculate the percentage saving of water consumption within the studied systems.

Keywords: irrigation system, water consumption, Hunter Hydrowise, Hunter Pro - C

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce a metodika	3
3 Popis závlahových systémů	4
3.1 Inteligentní ovládání	6
3.1.1 Aplikace Hydrawise	6
3.1.2 Podrobné nastavení aplikace Hydrawise	8
3.1.3 Porovnávaná ovládací ústředna Hunter Pro-C	16
3.1.4 Meteostanice	18
3.1.5 Senzory	18
3.1.6 Elektromagnetický ventil	20
3.1.7 Postřikovače	20
3.1.8 Kapková závlaha	22
3.2 Popis a umístění sledovaných závlahových systémů	24
3.2.1 Závlahový systém v Bynovci	24
3.2.2 Závlahový systém v Miškovicích	25
3.2.3 Závlahový systém v Kralupech nad Vltavou	26
4 Výpočty	27
4.2.1 Závlahový systém Bynovec	27
4.2.2 Závlahový systém Miškovice	30
4.2.3 Závlahový systém Kralupy nad Vltavou	33
5 Výsledky a diskuse	36
Výsledky	36
5.2.1 Výsledky Bynovec	36
5.2.2 Výsledky Miškovice	37
5.2.3 Výsledky Kralupy nad Vltavou	38
6 Závěr	39
Seznam použitých zdrojů	40
Přílohy	43

1 Úvod

Dnešní závlahové systémy a technologie zajišťující závlahy ušly za posledních 50 let překotným vývojem i díky rozvoji používaných materiálů a vývoji výpočetní techniky. Závlahové systémy se tak již nebudují jen pro závlahu zemědělských oblastí, ale i pro zavlažování veřejné zeleně ve městech, sportovištích, zahradách u obytných domů, zelených střeších, terasách s výsadbami a vertikální zahrady. Veškeré závlahové systémy musí být nějakým způsobem ovládány. V poslední době se klade důraz na chytré řízení závlah, snižování potřeby vody a její efektivní distribuci pro co nejvyšší využití rostlinami. S postupující klimatickou změnou a zvyšujícími se nároky závlahových systémů na zdroje vody, které jsou již dnes enormní, zvyšuje se i tlak na posun v technologiích k efektivnějšímu řízení závlah v zemědělství, rezidenčních či komerčních závlah a tím i menší spotřebě vody. Kupříkladu zemědělství k zavlažování spotřebuje 70 % světového odběru vody (Mason et al. 2019). Spotřebu vody v rezidenční zástavbě lze rozdělit do dvou okruhů. První je vnitřní spotřeba vody (mytí, praní, vaření a konzumace nápojů), druhý okruh je venkovní spotřeba vody (zalévání, bazény), což může představovat až 70 % spotřeby vody v domácnostech (Reyes-Paecke et al. 2019). Zavlažování ve městech má vliv i na zdraví člověka a kvalitu života, přispívá totiž ke kvalitní městské zeleni, která poskytuje dlouhou ekosystémovou službu. Vzhledem k tomu, že klimatická změna je znatelně cítit i v našich klimatických podmínkách, je nezbytné řešit závlahu ve městech. Bohužel se tak často neděje z ekonomických důvodů, které se z krátkodobého hlediska zdají být silnější (Reyes-Paecke et al. 2019). Dobrým i špatným příkladem tohoto problému jsou dva konkrétní pražské zelené tramvajové pásy. Dobrým příkladem je tramvajový pás v ulici Sokolovská, který je zbudován včetně zavlažování a je zelený po celou sezónu. Tím přispívá lokálně k lepším klimatickým podmínkám v ulici, snižuje prašnost a zvyšuje estetické vnímání ulice. Oproti tomuto pásu můžeme jako špatný příklad uvést tramvajový pás v horní části Evropské ulice, který byl zbudován v roce 2015 bez zavlažování a v letních měsících se z něj stává zcela vyprahlý stepní pás. Travní kryt pak ztrácí svoji ekologickou hodnotu, řádně nefunguje ani jako ochrana před erozí a estetika tohoto tramvajového pásu v letních měsících je nevalná. Zde však musím zmínit společný projekt „Genofondy pro města a krajinu“. Podílejí se na něm Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze – Ruzyni, Zemědělský výzkum Troubsko, OSEVA vývoj a výzkum ze Zubří, SEED SERVICE z Vysokého Mýta a Dopravní podnik hl. m. Prahy (DPP) a jedná se o projekt hledání vhodné odolné rostlinné směsi na tramvajové pásy, dopravní stavby a pásové zelené pruhy, vzhledem k extrémním klimatickým podmínkám

v ulicích města. Tato směs by měla mít menší nároky na údržbu a zálivku („Hledá se vhodná směs rostlin pro zatravňování tramvajových tratí" b.r.).

2 Cíl práce a metodika

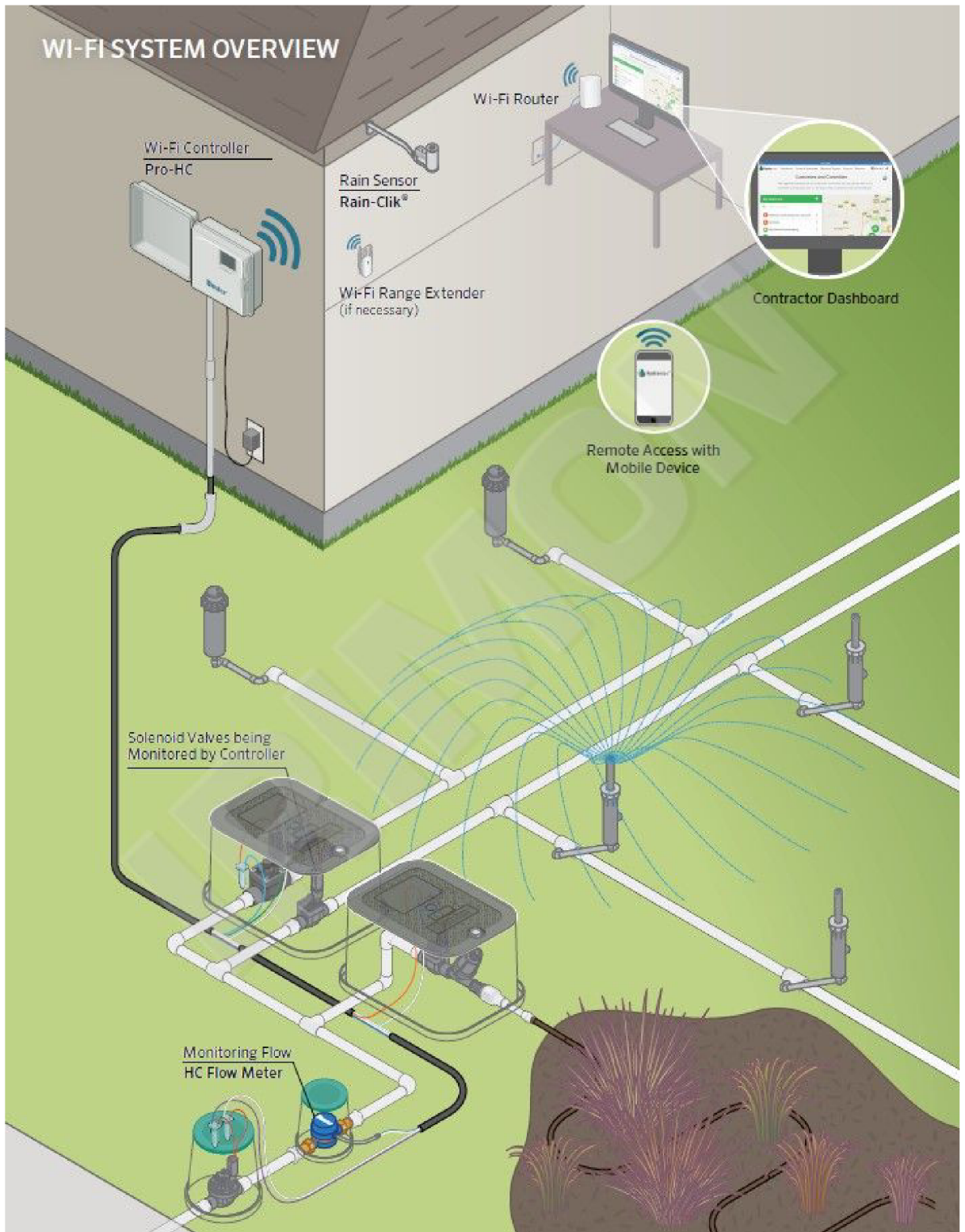
Cílem této práce je posouzení vlivu způsobu ovládání závlahového systému na spotřebu vody. A to konkrétně na rozdíl ve spotřebě vody mezi ovládáním staršího typu Hunter Pro – C, který nezohledňuje vlivy počasí na nastavený závlahový cyklus a závlahový systém odstaví z provozu, pouze když sepne dešťový senzor, a inteligentnímu typu ovládání Hunter Hydrawise. Inteligentní typ ovládání zohledňuje různé vlivy počasí na chování závlahového cyklu, dále zohledňuje předpověď počasí a lokální meteorologické podmínky. Přední výrobci závlahových systémů Hunter a Rain Bird shodně tvrdí, že inteligentní typ ovládání má ušetřit až 20% vody za sezónu. Předpokládaný výsledek této práce je vyšší úspora vody při ovládání závlahového systému aplikací Hydrawise oproti ovládání Pro – C.

Metodika tohoto výzkumu spočívá ve sledování tří vybraných závlahových systémů s instalovaným chytrým ovládáním a meteorologickou stanicí, která je propojena s ovládáním závlahového systému. Dalšími komponentami závlahového systému jsou: impulsní vodoměr s digitálním výstupem a dešťové čidlo s okamžitou aktivací při srážkové výšce větší než 3 mm. Impulsní vodoměr i dešťový senzor jsou připojeny k ovládací ústředně závlahového systému. Měření proběhlo od 1.4.2021 do 31.10.2021. Pro výpočet potřeby vody na sledovaných závlahových systémech při řízení starším ovládáním bude změřena spotřeba vody při jednom kompletním spuštění závlahového cyklu s nulovou úpravou závlahového cyklu chytrým ovládáním. Budou zaznamenány dny, kdy závlahový systém vyřadí z činnosti dešťové čidlo. Pokud bude dešťové čidlo deaktivováno v čase běhu závlahového cyklu, bude počítáno, že závlahový cyklus neproběhl celý. Z těchto hodnot bude vypočtena spotřeba vody závlahovým systémem při stejných časových závlahových cyklech za den po dobu sledovacího období. Tj. spotřeba vody za jeden závlahový cyklus vynásobena počtem dní ve sledovaném období. Od výsledného údaje bude odečtena úspora vody, kdy byl závlahový systém vyřazen dešťovým čidlem z provozu. Výsledná hodnota bude hodnota spotřeby vody při řízení závlahového systému starším typem ovládací ústředny. Tato hodnota bude porovnána se spotřebou vody při řízení závlahového systému inteligentním ovládáním a bude vypočtena úspora vody v m³/rok a procentuální úspora vody na sledovaných závlahových systémech při rozdílných způsobech ovládání.

3 Popis závlahových systémů

Sledované závlahové systémy mají shodně nainstalovaný inteligentní ovládací systém od výrobce Hunter s řídicí aplikací Hydrowise. Jsou vybaveny analogovým vodoměrem s pulzním výstupem pro měření průtoku v závlahovém systému a dešťovým čidlem s okamžitou aktivací od dosažení srážkové výšky 3 mm. Který okamžitě vypne závlahový systém při dosažení srážek větších jak 3 mm. Senzor deště i vodoměr s impulsním výstupem jsou kabelem propojeny s ovládací ústřednou. Lze připojit i bezdrátová čidla, u kterých se k ústředně kabelem připojuje přijímač signálu. Inteligentní ústředna závlahového systému je připojena bezdrátově na domácí wifi a je propojena s meteorologickou stanicí, přes web: <https://www.wunderground.com/>. Meteorologická stanice je instalována v místě závlahového systému. Ovládání ústředny je možné pomocí dotykového displeje, ale je vhodnější přes aplikaci Hydrowise v mobilním zařízení, nebo přes webové rozhraní aplikace Hydrowise.

Voda do závlahového systému je přiváděna potrubím ze zdroje k hlavnímu elektromagnetickému ventilu s cívkou 24 V AC, který ovládací ústředna otvírá pouze v naprogramovaný čas závlahových cyklů. Za hlavním ventilem je instalován analogový vodoměr s pulzním výstupem pro měření. Dále je voda rozvedena hlavním řadem, který se větví do armaturních šachet. Armaturní šachtice jsou osazeny elektromagnetickými ventily s cívkou 24 V AC. Každá sekce má svůj elektromagnetický ventil, který je propojen vodiči na ovládací ústřednu. Každý elektromagnetický ventil má dva vodiče. Jeden vodič je vždy společný se všemi ventily a připojuje se do ústředny na svorkovnici s označením C. Druhý vodič z elektromagnetického ventilu se připojuje samostatně na očíslovanou svorkovnici. Za sekčními elektromagnetickými ventily již následuje sekce, která je osazena postřikovači, kapkovou závlahou či mikro závlahou.



Obrázek 1 Schéma závlahového systému (IRIMON, b.r.)

3.1 Inteligentní ovládání

3.1.1 Aplikace Hydrawise

Tato aplikace („Hydrawise | Smart Wi-Fi Irrigation Control" b.r.) kompletně řídí závlahový systém a je propojena s webem weatherunderground.com („Local Weather Forecast, News and Conditions | Weather Underground" b.r.), kde získává data o naměřených meteorologických podmínkách z propojených meteostanic. Závlaha takto může agregovat data o počasí až ze 3 meteostanic. V aplikaci jsou nastaveny závlahové cykly detailně pro každou sekci závlahového systému zvlášť. Pro každou sekci závlahového systému se nastavuje délka doby spuštění po minutových krocích, ale lze upravit procentuálně a v případě potřeby o 100 % prodloužit či zkrátit. Sekce se přiřazuje k uživateli vytvořeným závlahovým cyklům tak, aby se spustila v konkrétní hodinu nebo den v týdnu. Pro každou sekci se přiřazuje dešťové čidlo, které může mít vliv na spuštění sekce. Pro detailnější nastavení spouštěných závlahových cyklů je v aplikaci část „automatické korekce“, kde se detailně nastavuje vliv počasí na spuštění závlahy, přičemž systém před každým spuštěním závlahy porovná naměřená data z propojené meteostanice s hodnotami korekcí a dle toho uzpůsobí délku závlahového cyklu pro každou sekci zvlášť nebo rovnou nespustí celý závlahový cyklus. Dobu závlahy může systém jak zkrátit, tak prodloužit. V automatických korekcích se nastavuje, kdy nemá systém při poklesu pod nastavenou hodnotu zalévat, mezi jakými hodnotami teploty má systém zalévat méně a o kolik procent, také o kolik procent má prodloužit zalévání při dosažení nastavené teploty. Systém také lze nastavit tak, že nemusí prodlužovat dobu zálivky, ale automaticky zařadí cykly navíc. Toto nastavení s přidáním cyklů se mi v praxi neosvědčilo. V automatických korekcích se dále nastavuje hodnota rychlosti větru, při které bude vypnuta závlaha po dobu trvání větru či překročení nastavené rychlosti větru. Dále se nastavuje zastavení zavlažování z důvodu srážkového úhrnu za 24 hodin a celkovém srážkovém úhrnu, kde se nastavuje jak výška srážkového úhrnu, tak délka období, za kterou se úhrn sčítá. Poslední položka v automatických korekcích je „prediktivní zavlažování“ které je založeno na předpovědi počasí a procentuální předpovědi výskytu srážek. Toto nastavení se také v praxi neosvědčilo z důvodu nepřesnosti předpovědí, proto je vždy vypnuto. Dále jsou k ovládací ústředně připojeny dva senzory, které lze v aplikaci přiřazovat k jednotlivým sekcím a mohou ovlivňovat jejich spuštění. V našem případě je k ústředně vždy připojeno dešťové čidlo, které ihned vyřadí závlahový systém z provozu při srážkovém úhrnu vyšším než 3 mm. Na druhou pozici pro čidla je připojen vodoměr s impulsním výstupem pro

sledování spotřeby vody v aplikaci Hydrawise. Aplikace také umí zasílat notifikace, které si uživatel může vytvořit například pro vodoměr, aby byl upozorněn při překročení obvyklé spotřeby vody, což může značit poruchu s větším únikem vody ze závlahového systému. V aplikaci se také nastaví hodnoty pro zalévání pro případ, kdy by vypadl přístup k internetu, aby závlaha nezůstala nefunkční. Nastavují se procenta hodnoty délky závlahových cyklů, kdy 100 % je nastavená délka zalévání jednotlivých sekcí. Pro každou sekci zvlášť je možné jednotlivé hodnoty automatické korekce vypnout.



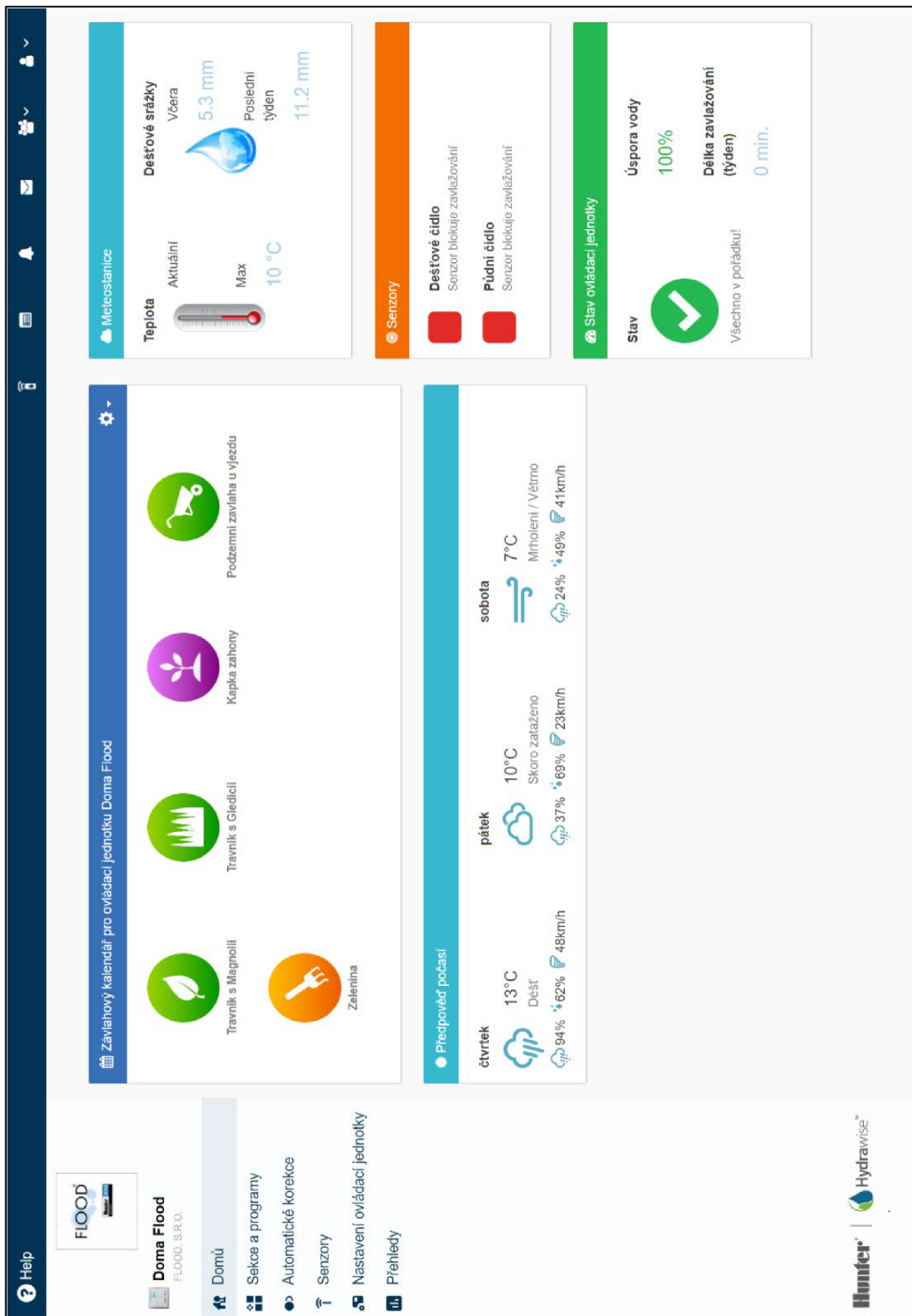
Obrázek 2 Ovládací ústředna Hunter HCC se softwarem Hydrawise (zdroj: vlastní archiv)

3.1.2 Podrobné nastavení aplikace Hydrawise

Nastavení aplikace Hydrawise pro ovládací ústřednu se provádí přímo v aplikaci přes webové rozhraní anebo v mobilním zařízení. Jako první se instalovaná ústředna připojí k místní wifi síti a propojí se pomocí sériového čísla s aplikací Hydrawise. Místní wifi připojení je nutností pro správné fungování aplikace Hydrawise. Pokud je ztraceno připojení na internet, ústředna se přepne do off-line módu a zalévá dál dle nastavených programů, jen není ovlivněna meteorologickými daty a podrobným nastavením automatických korekcí (viz. níže). Zálahový cyklus v off-line nastavení ovlivňuje pouze nainstalované čidlo deště. Dále se všechna nastavení provádějí přímo v aplikaci a ústředna si je sama nahraje do své vnitřní paměti.

Základní moduly aplikace Hydrawise:

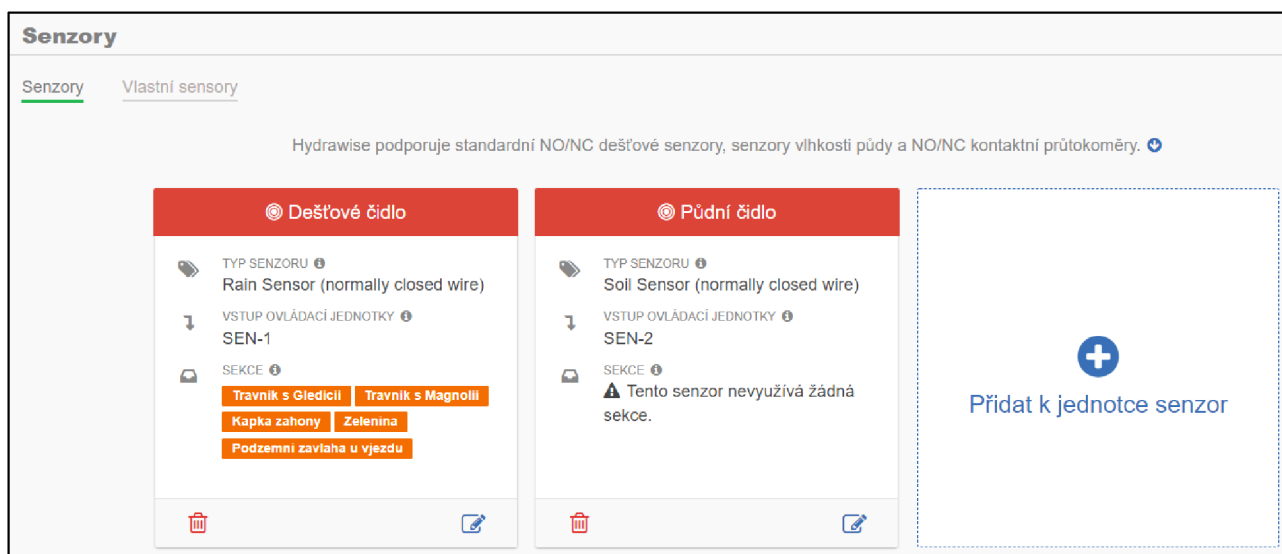
- **Domů** – domovská obrazovka – výchozí obrazovka;
- **Sekce a programy** – nastavení jednotlivých sekcí a programů řízení závlahy;
- **Automatické korekce** – podrobné nastavení chování závlahy dle meteorologických dat;
- **Senzory** – nadefinování připojených senzorů k ústředně;
- **Nastavení ovládací ústředny** – nastavení údajů o zákazníkovi, nastavení wifi, nastavení lokace ústředny a připojené meteostanice;
- **Přehledy** – přehled závlahových kalendářů, přehled o počasí, přehled o spotřebované vodě systémem i jednotlivými sekcemi, historie počasí dle dlouhodobého měření, diagnostika elektrických obvodů a uložené záznamy uživatelem.



Obrázek 3 Úvodní – souhrnná obrazovka aplikace Hydrowise se zobrazenými sekcemi závlahového systému, daty z meteostanice, senzorů a přehledem o předpovědi počasí s aktuální úsporou vody (zdroj: vlastní archiv)

Nastavení ovládací ústředny – nastavení údajů o zákazníkovi a přiřazení nové ústředny pod správcovský profil instalační firmy. Také si v základním nastavení ústředny můžeme nastavit chování ústředny, pokud je off-line. Zda má zavlažovat dle pevně nastavených časů bez ohledu na data z meteostanic, které nejsou dostupné, či nezavlažovat vůbec. Dále se zde nastavuje zpoždění ventilu za hlavním ventilem a pauza mezi sekcemi. Nastavení zpoždění ventilu za hlavním ventilem je důležité u větších zahrad, u kterých trvá delší čas natlakování hlavního řadu. Pauza mezi sekcemi je důležitá pro závlahy s méně vydatným zdrojem vody, u kterého se musí brát zřetel na jeho doplnění. V další záložce nastavení ovládací jednotky musíme zvolit na mapě umístění ústředny. To provedeme zadáním přesné adresy do stavového řádku a aplikace zobrazí umístění ústředny na zobrazované světové mapě. Ústředna se tímto také propojí s webem weatherundeground.com a na zobrazené mapě bude vytvořena virtuální meteostanice. Pokud je fyzicky instalována meteostanice, která odesílá data na zmíněnou webovou stránku o počasí, je zobrazena i tato meteostanice. Vybrat jdou maximálně 3 meteostanice zároveň, ze kterých si aplikace Hydrawise načítá data. V další záložce můžeme nastavit míru off-line nastavení. Toto nastavení časově ovlivňuje nastavený závlahový kalendář dle zvolených procent prodloužením či zkrácením závlahového času dle nastavených hodnot (100 % je nastavená délka závlahy jednotlivých sekcí v dalších krocích).

Senzory – zadání senzorů a jejich přiřazení na odpovídající slot v ústředně. Zde lze vybírat z přednastavených senzorů deště, impulzních vodoměrů, půdních vlhkostních čidel či senzorů od konkurenčních výrobců. Senzor si také můžeme nadefinovat vlastní. K jednotkám s aplikací Hydrawise lze připojit fyzicky 2 senzory.



Obrázek 4 Připojené senzory k ovládací ústředně a jejich nadefinování (zdroj: vlastní archiv)

Automatické korekce – zde nastavujeme chování závlahového systému pro jednotlivé veličiny (teplota, srážky, síla větru a předpověď srážek), tj. za jakých podmínek se závlahový cyklus upraví (doba zalévání, vypnutí zalévání, či nezalévat z důvodu předpovědi budoucích srážek). Toto nastavení automaticky ovlivňuje nastavení všech sekcí. Lze ho následně upravit či vypnout pro jednotlivé sekce, pokud například zaléváme ve skleníku, kde je žádoucí, aby závlahu neovlivňovaly srážky, venkovní teplota, intenzita větru či předpověď počasí. Toto nastavení automatických korekcí je důležité pro celkové chování systému a tím i úspory vody. Je také vhodné v tomto detailním nastavení zohlednit místní klimatické podmínky.

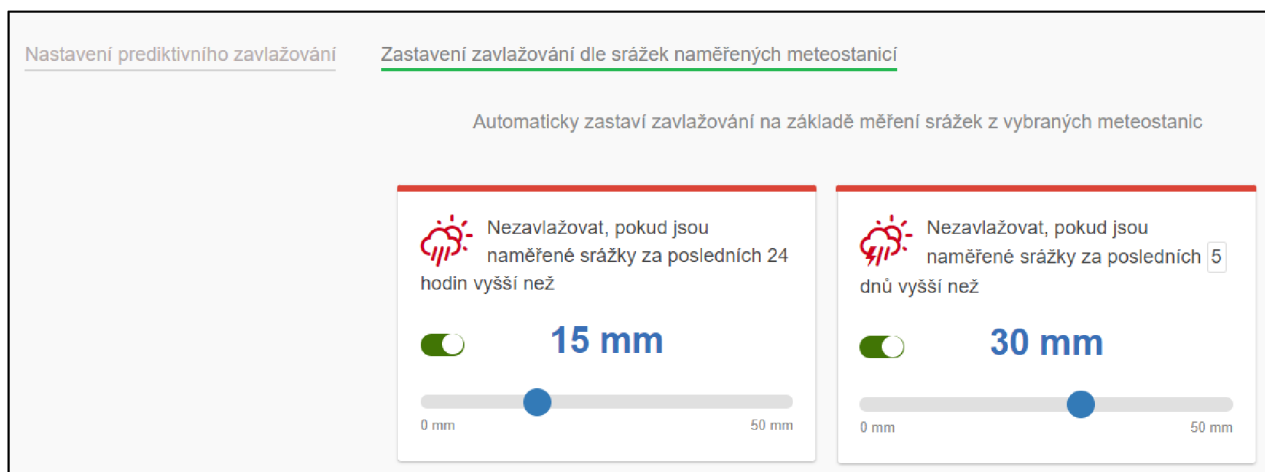
Nastavení prediktivního zavlažování Nastavení zavlažování dle srážek naměřených meteostanicí

Prizpůsobte zavlažování aktuální předpovědi počasí. Zvolte podmínky, při kterých budou aplikovány automatické korekce.

The interface contains the following settings:

- Temperature (Low):** "Nezavlažovat, pokud bude teplota podle dnešní předpovědi nižší než 17 C". Slider from 0 C to 40 C.
- Temperature (High):** "Zavlažovat o 40 % méně, pokud je předpověď teploty pro dnešní den nižší než 24 C". Slider from 0 C to 40 C.
- Temperature (High) & Humidity:** "Zavlažovat o 30 % více, pokud je předpověď teploty pro dnešní den vyšší než 30 C a vlhkost vzduchu nižší než 100 %". Slider from 0 C to 40 C. Includes a humidity toggle switch.
- Precipitation Probability:** "Nezavlažovat, pokud je pravděpodobnost srážek podle předpovědi vyšší než 95 %". Slider from 0 % to 100 %.
- Wind Speed:** "Nezavlažovat, pokud bude rychlost větru podle předpovědi vyšší než 57 km/h". Slider from 0 km/h to 100 km/h.
- Smart Irrigation:** "Použít předpověď teploty k řízení chytré závlahy - frekvence zavlažování je automaticky měněna". Toggle switch is on.
- Predictive Precipitation:** "Použít předpověď srážek k prediktivnímu zavlažování". Toggle switch is off.

Obrázek 5 Nastavení automatických korekcí (zdroj: vlastní archiv)



Obrázek 6 Nastavení automatických korekcí – srážkový úhrn (zdroj: vlastní archiv)

1. Časové řízení závlahy: zavlažování s pevně danou frekvencí (např. týdenní kalendář) a úpravami závlahového kalendáře v závislosti na teplotě a srážkách. Toto je nejčastěji využívaný systém řízení závlahového systému a byl použit pro potřeby výzkumu této bakalářské práce.
2. Chytré (ET): upravuje automaticky frekvenci zavlažování podle evapotranspirace (Souhrn výparu z půdního povrchu a transpirace rostlinami (ztráty vody vypařováním z rostlin)) a srážek. Hodnoty evapotranspirace jsou vypočítány z meteorologických měření místními veřejnými meteorologickými stanicemi či vlastní stanicí.
3. Virtuální Solar Sync™: Automaticky upraví délku programu v závislosti na denní hodnotě evapotranspirace. Hodnoty evapotranspirace jsou vypočítány z dlouhodobých meteorologických měření pro danou oblast.

Šestým krokem je nastavení délky zavlažování pro každou individuální sekci. Délka zavlažování se udává v celých minutách a také v tomto kroku můžeme ovlivnit zavlažování příslušné sekce, a to vypnutím jednotlivých částí automatických korekcí.

← Zpět
Upravit sekci

Podrobnosti sekce ▶
Časové řízení ▶
Vsakovací cykly a pauzy ▶
Rychlé dočasné úpravy

Způsob zavlažování

Zadat čas a frekvenci zavlažování

Použít připravený závlahový kalendář

Délka zavlažování

Délka závlahy, po kterou tato sekce poběží při každém spuštění.

Frekvence zavlažování

Zadejte, jak často má být tato sekce spuštěna.

Každý startovací čas Závlahový interval

Prediktivní zavlažování™

Upraví zavlažování v závislosti na těchto automatických korekcích

Nezávlahovat pokud:

- Nezávlahovat když bude předpověď teploty pod 17°C
- Nezávlahovat když bude pravděpodobnost deště větší než 95 %
- Rychlost větru nad 57 km/h
- Nezávlahovat, pokud srážky za poslední den jsou vyšší než 15 mm
- Nezávlahovat pokud srážky za poslední 5 dní jsou vyšší než 30 mm

Úpravy zavlažování:

- Zavlažovat o 40% méně, pokud bude teplota pod 24°C
- Zavlažovat déle, když je horko
- Zavlažovat častěji, když je horko

[Upravit procentuální měsíční nastavení](#)

Zrušit

< Předchozí

Další >

✓ OK

Obrázek 7 Nastavení délky zavlažování sekce (zdroj: vlastní archiv)

Sedmým krokem nastavení je povolení vsakovacích cyklů sekce a pauz mezi cykly jednotlivé sekce. Toto nastavení je primárně nastaveno v aplikaci jako vypnuté. Pokud toto nastavení zapneme, délka závlahy sekce se automaticky rozdělí dle nastavené maximální délky jednoho cyklu v minutách (počet cyklů si aplikace určí sama). Závlaha sekce proběhne po dobu nastavenou pro jeden cyklus. Dále pokračuje ústředna v zálivce další sekci. Po vypršení nastavené pauzy mezi cykly u dané sekce a ukončení zalévání další sekce (či dalšího cyklu u následující sekce) se program vrátí k první sekci a jejímu doplňujícímu cyklu. Takto si aplikace přepíná mezi jednotlivými cykly sekcí, dokud nevyčerpá veškerý čas nastavený pro zalévání sekcí. Toto nastavení je tím pádem vhodné pro zalévání na stinných místech zahrad či na plochách s jílovitými půdami, kde je nižší vsakovací rychlost.

[← Zpět](#) Upravit sekci

Podrobnosti sekce ▶ **Časové řízení** ▶ **Vsakovací cykly a pauzy** ▶ **Rychlé dočasné úpravy**

Vsakovací cykly a pauzy
Zabraňují přebytečnému odtoku vody vložením pauz do závlahového cyklu. ⓘ

Nepovolit vsakovací cykly a pauzy
 Povolit vsakovací cykly a pauzy

Délka cyklu
Zadejte maximální délku cyklu pro sekci

min.

Vsakovací pauza
Zadejte vsakovací pauzu mezi dvěma cykly

min.

Obrázek 8 Nastavení cyklů a pauz mezi cykly (zdroj: vlastní archiv)

[← Zpět](#) Upravit sekci

Podrobnosti sekce ▶ **Časové řízení** ▶ **Vsakovací cykly a pauzy** ▶ **Rychlé dočasné úpravy**

Rychlé dočasné úpravy
Procentuální úprava délky zavlažování pokud je sekce příliš suchá nebo podmáčená.

Prodloužit o 20 %

Zkrátit zavlažování Normální Prodloužit zavlažování

Obrázek 9 Úpravení délky závlahy jednotlivé sekce (zdroj: vlastní archiv)

Sekce a programy

Sekce Startovací časy Přednastavené závlahové kalendáře

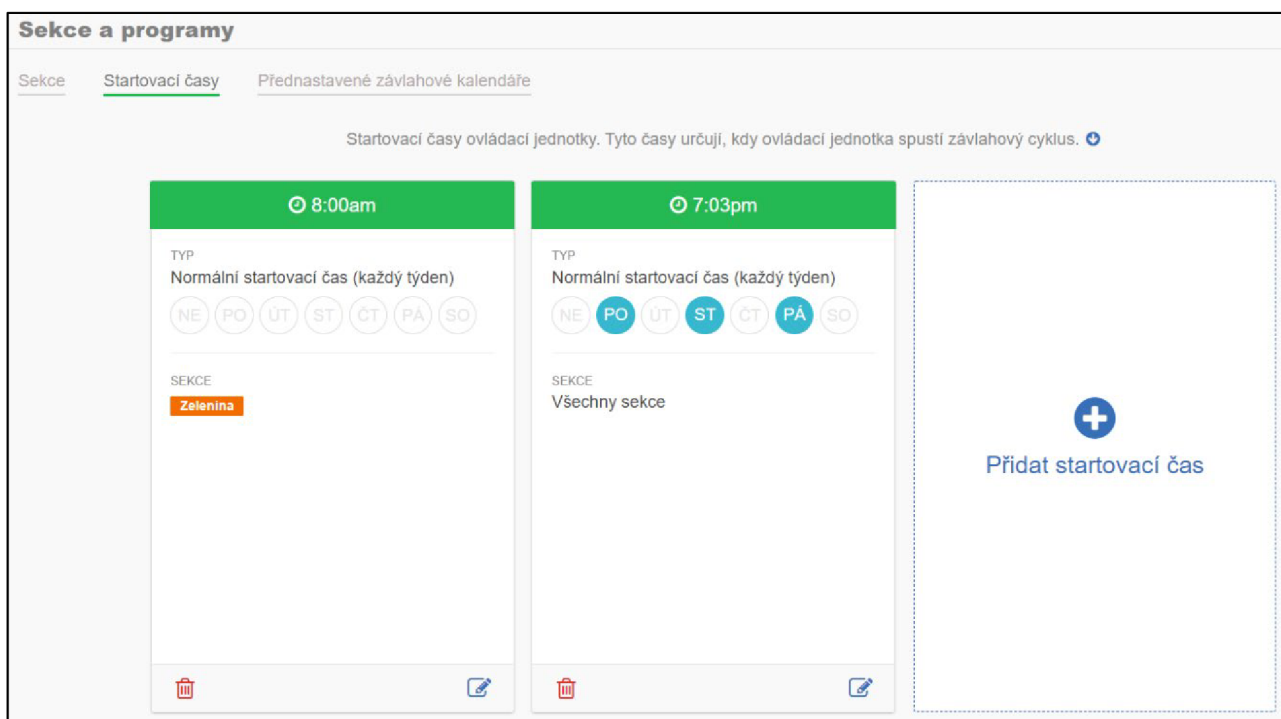
Niže jsou vypsány všechny sekce. Pokud má být sekce spuštěna, bude zavlažovat v nejbližším [Startovacím čase](#)

Hlavní ventil / spouštění čerpadla: Není přiřazen ⓘ

Sekce 1	Sekce 2	Sekce 3
<p>Travník s Magnolii Sekce 1</p> <p>Způsob zavlažování Časové řízení</p> <p>Délka zavlažování 2 min</p> <p>Frekvence Každý startovací čas</p> <p>Prediktivní zavlažování™ Nezavlažovat když bude předpověď teploty pod 17°C Zavlažovat o 40% méně, pokud bude teplota pod 24°C Zavlažovat déle, když je horko Nezavlažovat když bude pravděpodobnost deště větší než 95 % Rychlost větru nad 57 km/h Nezavlažovat, pokud srážky za poslední den jsou vyšší než 15 mm Nezavlažovat pokud srážky za poslední 5 dní jsou vyšší než 30 mm</p> <p>Vsakovací cykly a pauzy Povoleno</p> <p>Senzory Dešťové čidlo</p>	<p>Travník s Gledicií Sekce 2</p> <p>Způsob zavlažování Časové řízení</p> <p>Délka zavlažování 7 min</p> <p>Frekvence Každý startovací čas</p> <p>Prediktivní zavlažování™ Nezavlažovat když bude předpověď teploty pod 17°C Zavlažovat o 40% méně, pokud bude teplota pod 24°C Zavlažovat déle, když je horko Nezavlažovat když bude pravděpodobnost deště větší než 95 % Rychlost větru nad 57 km/h Nezavlažovat, pokud srážky za poslední den jsou vyšší než 15 mm Nezavlažovat pokud srážky za poslední 5 dní jsou vyšší než 30 mm</p> <p>Vsakovací cykly a pauzy Povoleno</p> <p>Senzory Dešťové čidlo</p>	<p>Kapka zahony Sekce 3</p> <p>Způsob zavlažování Časové řízení</p> <p>Délka zavlažování 0 min</p> <p>Frekvence Každý startovací čas</p> <p>Prediktivní zavlažování™ Nezavlažovat když bude předpověď teploty pod 17°C Zavlažovat o 40% méně, pokud bude teplota pod 24°C Zavlažovat déle, když je horko Nezavlažovat když bude pravděpodobnost deště větší než 95 % Rychlost větru nad 57 km/h Nezavlažovat, pokud srážky za poslední den jsou vyšší než 15 mm Nezavlažovat pokud srážky za poslední 5 dní jsou vyšší než 30 mm</p> <p>Vsakovací cykly a pauzy Povoleno</p> <p>Senzory Dešťové čidlo</p>

Obrázek 10 Zobrazení vytvořených sekci s jejich nastavením (zdroj: vlastní archiv)

Devátým krokem nastavení závlahového systému s časovým ovládáním je samotné spuštění závlahového cyklu, tj. nastavení dne a hodiny, respektive dnů a hodin, kdy se závlahový systém spouští. Ke každému takto vytvořenému bodu spuštění závlahového systému se přiřazují sekce ať už jednotlivě (pokud zaléváme zahradu po sekcích z důvodu stinných částí, které nepotřebují zalévat často) nebo k tomuto bodu přiřadíme automaticky všechny vytvořené sekce závlahového systému. Pokud je k jednomu času spuštění přiřazeno víc jak jedna sekce, jsou sekce spuštěny postupně za sebou. V tomto modulu také můžeme využít předdefinování závlahových kalendářů. Po jejich nadefinování je pak můžeme lehce přiřadit k jednotlivým sekcím. Toto nastavení můžeme využít v případě, že bychom měli na zahradě sekce, které chceme zalévat výrazně jinak během sezóny.



Obrázek 11 Nastavení spouštění závlahového systému (zdroj: vlastní archiv)

3.1.3 Porovnávaná ovládací ústředna Hunter Pro–C

Starší typ ovládací ústředny Hunter Pro-C podporuje pouze jeden senzor, který jde připojit na svorkovnici a ovlivňuje spouštění závlahových cyklů. V největší míře se používají dešťové senzory, dešťové senzory doplněné o aktivaci při klesnutí teploty k 3°C anebo půdní vlhkostní čidlo. Výběr senzoru je dán typem závlahového systému. Jednotka Pro-C funguje pouze na časovém spouštění závlahového systému.

Nastavení jednotky Pro-C probíhá v pěti krocích. Prvním krokem je nastavení odpovídajícího datumu, roku, času a jejich formátu.

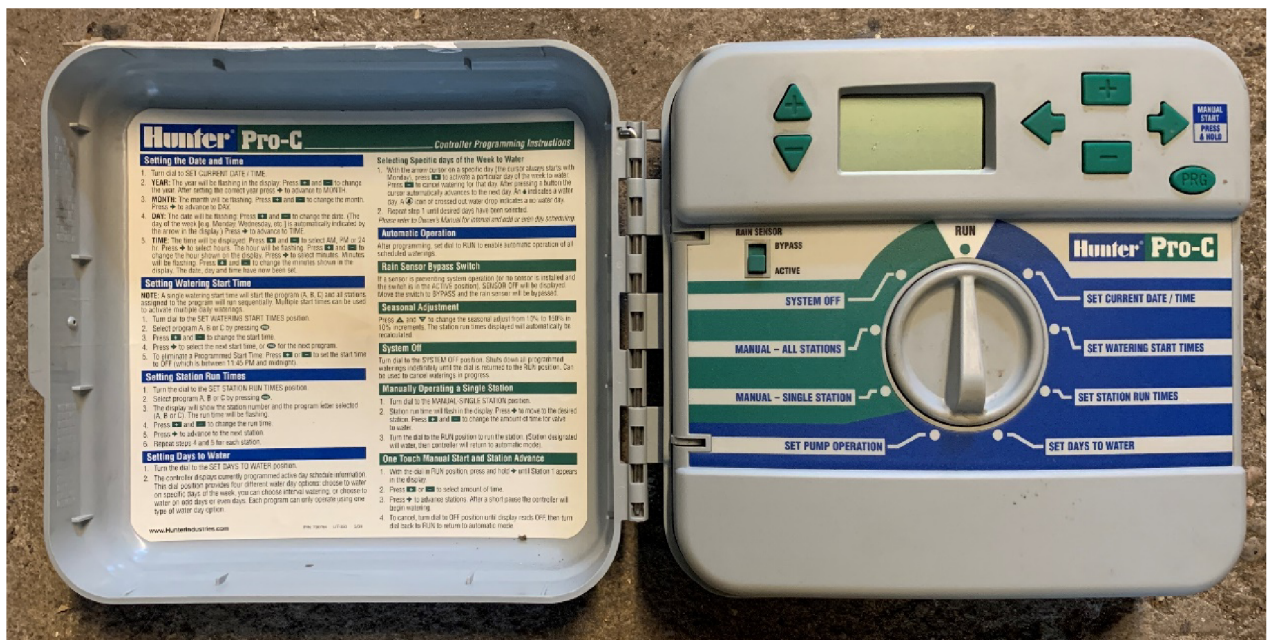
Druhým krokem je nastavení časů spuštění zavlažování, kde můžeme nastavit maximálně 4 spouštěcí časy pro jeden program. Na výběr jsou tři programy A, B a C.

Třetím krokem je nastavení délky závlahy jednotlivých sekcí po minutách. Sekce se nastavují dle pořadí, v jakém jsou připojeny elektromagnetické ventily na svorkovnici ovládací ústředny. Pro každý program A, B a C se čas délky závlahy příslušné sekce nastavuje zvlášť, protože programy jsou na sobě nezávislé. Ale také zde hrozí překrývání časů spuštění s již probíhající závlahou jiného programu. Z praxe je obvykle nastaven pouze program A a ostatní programy jsou nastaveny s nulovými hodnotami. Ostatní programy se nastavují pouze ojedinele. Například pokud je slabý zdroj vody a je nutno závlahu rozložit do více kratších

časových úseků, nebo pokud se jedná o větší zahradu a je třeba různé části zalít v jiný čas dne. Tímto je hotovo nastavení ovládací ústředny Pro-C. Další dva kroky se používají jen ojediněle.

Čtvrtý krok nastavení ústředny je nastavení dní v týdnu, ve kterých chceme mít spuštěnou závlahu či nikoliv. Toto nastavení lze použít v jarních a podzimních dnech, kdy není potřeba zalévat denně.

Pátý krok nastavení, pokud je zdrojem vody studna či přečerpávací stanice a ústředna vydává pokyn ke spuštění čerpadla (čerpadlo není samostatně řízeno tlakovým spínačem na potrubí), je zapnutí či vypnutí čerpadla u jednotlivých sekcí. Délku závlivky sekcí z třetího kroku lze ovlivnit procentuálním nastavením, tj. při nastavení délky zalévání příslušné sekce ovlivňujeme délku závlivky u všech programů najednou v rozsahu 150 %, přičemž námi nastavený čas jednotlivých sekcí je výchozí hodnota 100 % a tuto hodnotu můžeme v nastavení prodloužit délku závlivky o 50 % tj. na 150 % či snížit na 0 %. Toto nastavení se používá pro jednoduché ovlivnění délky závlahy v jarních a podzimních měsících zkrácením času závlah, naopak v letních parných měsících můžeme prodloužit čas zalévání. Z praxe je možné poznamenat, že toto jednoduché ovlivnění závlahy bohužel používá minimum zákazníků. I u ústředny Pro – C lze nastavit pauzu mezi sekcemi, či vypnout senzor pro jednotlivou sekci, kterou nemá senzor ovlivňovat.



3.1.4 Meteostanice

Meteostanice Garni 1055 ARCUS je u každého sledovaného systému instalována přímo v místě zahrady a připojena na místní wifi síť. Meteostanice odesílá naměřená data na web se sítí meteostanic: www.weatherunderground.com („Local Weather Forecast, News and Conditions | Weather Underground" b.r.), přes který je příslušná meteostanice propojena s konkrétním ovládáním příslušného závlahového systému. Meteostanice získávají data o: teplotě ovzduší, rychlosti a směru větru, tlaku vzduchu, srážkách a UV indexu.



Obrázek 13 Meteostanice Garni 1055 Arcus (zdroj: vlastní archiv)

3.1.5 Senzory

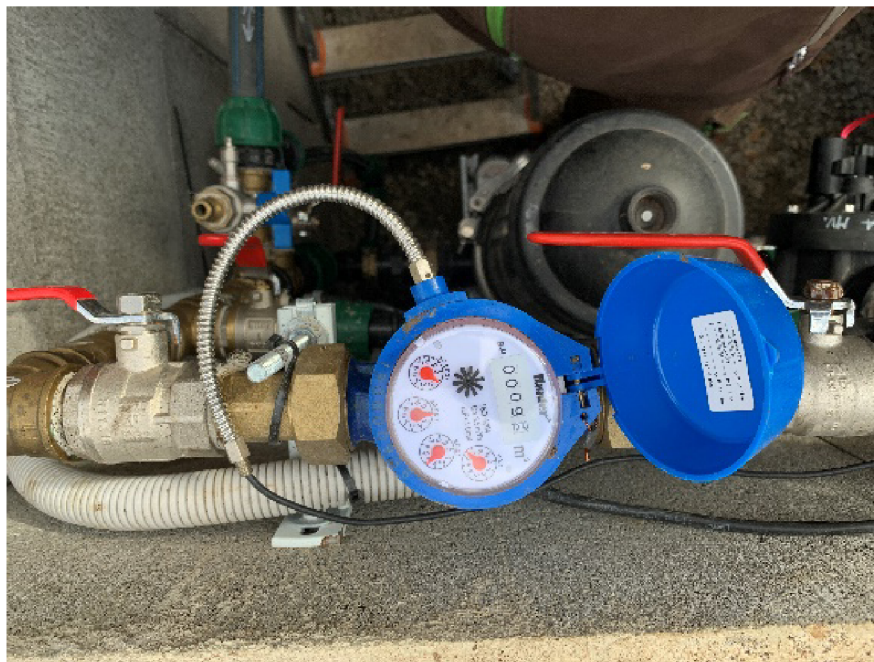
Senzor deště, bezdrátový Hunter Rain Click-WRC („Rain-Click™ | Hunter Industries" b.r.) Tento dešťový senzor se skládá z akumulární části, která je tvořena kruhovými prstenci z pevného nasákavého materiálu. Tento materiál při přijmutí vody zvětšuje svůj objem. Při napadnutí více jak 3 mm srážek, nasákavý materiál zvětší svůj objem natolik, že zatlačí na spínač, čímž ho aktivuje. Aktivovaný spínač přeruší obvod z ovladače a vypne závlahový systém. Při méně intenzivním dešti se může stát, že během akumulárního času potřebného k aktivaci spínače, může být spuštěn závlahový systém. Tento problém řeší vestavěný systém Quick Response, kterým lze nastavit ústřednu Hunter, aby k vypnutí závlahového systému došlo okamžitě při začátku deště. K deaktivaci dojde po vyschnutí senzoru čímž se zmenší objem nasákavého materiálu a uvolní se přerušovací spínač. Rychlost vysychání se reguluje pomocí regulovatelných vzduchových otvorů. Senzor se vyrábí také v provedení s čidlem teploty vzduchu, kdy aktivační mez jsou 3 °C. Senzor se skládá z přijímače a čidla, které reaguje na srážky. Přijímač je napájen obvykle přímo z ovládací jednotky kabelem délky 1,5 m. Při přímé viditelnosti je dosah mezi senzorem a přijímačem až 250 m. Senzor má vnitřní

zabudovanou baterii, která nelze vyměnit a po úplném vybití baterie musí být nainstalován nový senzor a spárován s přijímačem.



Obrázek 14 Hunter Rain Click – WRC (zdroj: vlastní archiv)

Vodoměr Hunter HC 100 flow je analogový vodoměr s impulsním výstupem pro měření průtoku. Délka měřicího kabelu 0,6 m. Připojení 1" vnější závit. Instalace pouze v horizontální poloze. Digitální výstup: 10 litrů = 1 impuls.



Obrázek 15 Impulzní vodoměr HC 100 flow (zdroj: vlastní archiv)

3.1.6 Elektromagnetický ventil

Elektromagnetický ventil Hunter PGV 1" 24 V AC, je tvořen plastovým tělem, hlavou a gumovou membránou. Spuštění či vypnutí průtoku vody zajišťuje cívka na 24 V AC. Ventil disponuje manuální regulací průtoku a odvzdušněním. Připojení na vodovodní potrubí je skrze 1" závit.



Obrázek 16 Šachtice s instalovanými elektromagnetickými ventily Hunter PGV 1" (zdroj: vlastní archiv)

3.1.7 Postřikovače

Na sledovaných zahradách jsou instalovány postřikovače Hunter Pro-Spray s tryskami MP Rotator či tryskami „A“ a postřikovače Hunter I20 s různými tryskami, které se liší průtokem a mohou mít i plošší úhel vodního paprsku.

Tryska MP Rotator se rozděluje dle délky dostřiku a výsečí kruhu který jsou schopny zalít. Vyznačují se nízkou srážkovou výškou a může se kombinovat na jedné sekci s rotačními postřikovači kupříkladu I20. Trysky MP Rotator jsou rozděleny do šesti kategorií dle délky dostřiku vodního paprsku to od 2,6m do 10,7m. Každá kategorie je pak rozdělena do 2 podkategorií dle kruhové výseče kde je možno výseč regulovat a jedné kategorie s výsečí 360°. MP Rotator také má jednu speciální kategorii pro obdelníkový tvar zalévané výseče.



Obrázek 17 Postřikovač Pro-Spray s tryskou MP Rotator (zdroj: vlastní archiv)

Tryska „A“ tzv. rozprašovací trysky jsou trysky s vyšší srážkovou výškou a nelze je kombinovat na jedné sekci s jinými postřikovači či tryskami, protože tyto trysky zalévají celou plochu své výšece najednou. Trysky „A“ jsou rozděleny dle délky dostřiku do sedmi kategorií od 1,2m do 5,2m. Trysky jsou plynule nastavitelné od 0 do 360° a proto je vhodné je používat na menší a členité tvary trávníků.



Obrázek 18 Postřikovač Pro-Spray s tryskou "A" (zdroj: vlastní archiv)

Rotační postřikovače I20 se používá pro zavlažování středně velkých travnatých ploch, zahrad rodinných domů, veřejných ploch a menších sportovních areálů. Tento postřikovač lze kombinovat na jedné sekci s jinými rotačními postřikovači a nebo s tryskami MP Rotator. Postřikovače mají předinstalovaný zpětný ventil ADV pro zamezení vytékání vody z nejnižšího umístěného postřikovače v sekci a to do převýšení 3.0 m. Postřikovač je vybaven výsečovou pamětí AUTOMATIC ARC RETURN, nestrhnutelným protivandalním mechanismem NON-STRIPPABLE DRIVE a funkcí uzavření průtoku FLOSTOP. Seřizování výseče postřikovače je 0 – 360°. Postřikovače jsou dodávány se základní sadou 12 ks trysek tvaru "U" (8 ks trysek základních + 4 ks trysek LA s nízkým vzestupem). Trysky lze rozšířit o 4 ks trysek HF s vysokým průtokem a 6 ks trysek SR se zkráceným poloměrem dostřiku.



Obrázek 19 Postřikovač Hunter I20 (zdroj: vlastní archiv)

3.1.8 Kapková závlaha

Kapková závlaha Tandem 1 k rostlinám je vedena v polyethylenovém potrubí o průměru 16 mm. Kapkovače v potrubí jsou zdvojené konstrukce cylindrického tvaru, vykapávání je zajištěno celkem 4 otvory. Jeden kapkovač při tlaku 1 Bar má výtok 2,1 l/hod. Toto potrubí je bez kompenzace tlaku a doporučená maximální délka jedné větve činí 60 m. Potrubí je

¹ „TANDEM-IR 16 mm - 2,1 l/h, (400 m) | IRIMON“.

vyrobena z UV odolného a mrazuvzdorného plastu o síle stěny 1,1mm. Potrubí je určeno pro nadzemní instalaci kde se kapkovače nezanáší a nejsou ohroženy zarůstáním rostlin. Potrubí může být zakryté maximálně mlučovací vrstvou v záhonech. Pro podzemní instalaci k závlaze přímo ke kořenům, se používá speciální potrubí s kapkovači ošetřenými proti zarůstání měděnou vložkou. Pro potrubí bez kompenzace tlaku se doporučuje maximální délka jedné větve 60m. Maximální délka potrubí je vždy závislá na vstupním tlaku, sklonu, sponu kapkovačů, výtoku z kapkovačů a emisní uniformitě. Pro delší aplikace kapkového potrubí je nutno instalovat potrubí s kompenzacemi tlaku.



Obrázek 20 Kapkovací potrubí Tandem, spon 30 cm (zdroj: vlastní archiv)

3.2 Popis a umístění sledovaných závlahových systémů

Závlahové systémy určené ke sledování jsou na soukromých rezidenčních zahradách. Každý závlahový systém má svůj vlastní projekt, dle kterého byl zhotoven. Jako příklad je přiložen projekt z Bynovce. Příloha číslo 2. U všech sledovaných zahrad je nastaven shodný cyklus zavlažování, a to jedenkrát za den po celou sezónu.

3.2.1 Závlahový systém v Bynovci

Závlahový systém je situován v obci Bynovec v okrese Děčín v nadmořské výšce 390 m.n.m. Zahrada byla založena začátkem 18 století jako zámecká zahrada a jsou na ní již vzrostlé stromy a keře. Zdroj vody je vrtaná studna o hloubce 160 m a vydatností 1,3 L/s. Závlaha není napojena na místní vodovod. Závlahový systém čítající 31 sekcí z čehož 30 sekcí zalévá trávník a přilehlé výsadby a jedna sekce je pouze na výsadby s kapkovou hadicí Tandem. Celková zavlažovaná plocha činí 8700 m². Hlavní řad je zhotoven z PE/HD DN40 – PN10 a sekční vedení je zhotoveno z PE/HD/E DN 32. Sekce kapkové závlahy na výsadby je zhotovena z kapkové hadice Tandem DN 16 mm se sponem 30 cm se zdvojeným cylindrickým kapkovačem 2,11/hod. Sekce pro zalévání trávniku a přilehlých výsadeb jsou osazeny postřikovači Hunter I20, Hunter Pro-Spray s tryskami MP Rotator s různými dostřiky.



Obrázek 21 Závlahový systém Bynovec (zdroj: vlastní archiv)

3.2.2 Závlahový systém v Miškovicích

Závlahový systém je situován v obci Miškovice, okres Praha v nadmořské výšce 228 m.n.m. Tato zahrada je kompletně nově založena v roce 2015 a závlahový systém prošel kompletní renovací a rozšířením z důvodu zvětšení zahrady v roce 2020. Zdroj vody je vrtaná studna o hloubce 38 m a vydatnosti 0,6 L/s. Voda ze studny je přečerpávána do podzemní akumulační nádrže o objemu 5 m³. Akumulační nádrž je osazena hladinovým hlídáním od výrobce MAVE a v případě nedostatku vody v nádrži je automaticky dopouštěna pitnou vodou z vodovodního řadu. Závlahový systém čítá 39 sekcí z čehož je 23 sekcí na trávnickové plochy, 15 sekcí je kapková závlaha na výsadby rostlin v záhonech a jedna sekce zalévá skleník. Zavlažovaná plocha činí 7700 m². Hlavní řad je zhotoven z PE/HD DN40 – PN10 a sekční vedení je zhotoveno z PE/HD/E DN 32. Sekce kapkové závlahy na výsadby a skleník jsou zhotoveny z kapkové hadice Tandem DN 16 mm se sponem 30 cm se zdvojeným cylindrickým kapkovačem 2,1l/hod. Sekce pro zalévání trávníku jsou osazeny postřikovači Hunter I20, Hunter Pro-Spray s tryskami MP Rotator s různými dostřiky.



Obrázek 22 Závlahový systém Miškovice (zdroj: vlastní archiv)

3.2.3 Závlahový systém v Kralupech nad Vltavou

Závlahový systém je situován v Kralupech nad Vltavou v nadmořské výšce 176 m.n.m. Zdroj vody je kopaná studna o hloubce 12 m se zvodnělou vrstvou 1 m. Vydátnost studny je 1,8 l/s. Voda ze studny je přečerpávána do podzemní retenční nádrže na dešťovou vodu. V případě nedostatku dešťové vody a nedostatku studniční vody může být nádrž dopouštěna pitnou vodou z vodovodního řadu. Závlahový systém je navržen o velikosti 6 sekcí z čehož jsou 3 sekce na zalévání travních ploch a 3 sekce na zalévání záhonů s výsadbami. Zavlažovaná plocha má velikost 178 m². Hlavní řád je zhotoven z potrubí PE/HD DN32 – PN10 a sekční vedení z potrubí PE/HD/E DN 25. Sekce zalévající travní polohy jsou osazeny postřikovači hunter Pro-Spray s tryskami MP Rotator s různými dostřiky. Sekce kapkové závlahy zalévající výsadbu v záhonech jsou zhotoveny kapkovou hadicí Tandem DN 16 mm, se sponem 30 cm, zdvojený cylindrický kapkovač 2,1 l/hod.



Obrázek 23 Závlahový systém Kralupy nad Vltavou (zdroj: vlastní archiv)

4 Výpočty

Sledované období je od 1.4.2021 do 31.10.2021, tj. 214 dní. Pro výpočty je 100% ušetřené vody stav, kdy by bylo zavlažování vypnuté po celou dobu sledování. Systém Hydrawise je ovlivňován nastavením automatických korekcí, u kterého přizpůsobuje závlivku meteorologickým podmínkám v daný den a nastaveným blokacím zalévání po napadnutí nastaveného množství srážek, proto výše úspory vody tímto systémem kolísá v průběhu sledovaného období a není závislá pouze na dešťovém čidlu. Oproti systému Hydrawise je systém řízení ústřednou Pro – C, která se vypne pouze při úhrnu srážek větším než 3 mm a je spuštěna okamžitě po vyschnutí čidla. Na všech sledovaných zahradách je standardně nastaven jeden zalévací cyklus za den.

4.2.1 Závlahový systém Bynovec

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období byla 333 125 litrů. Spotřeba vody na jedno 100% zalití zahrady činí 9 395 litrů.

4.2.1.1 Data z aplikace Hydrawise

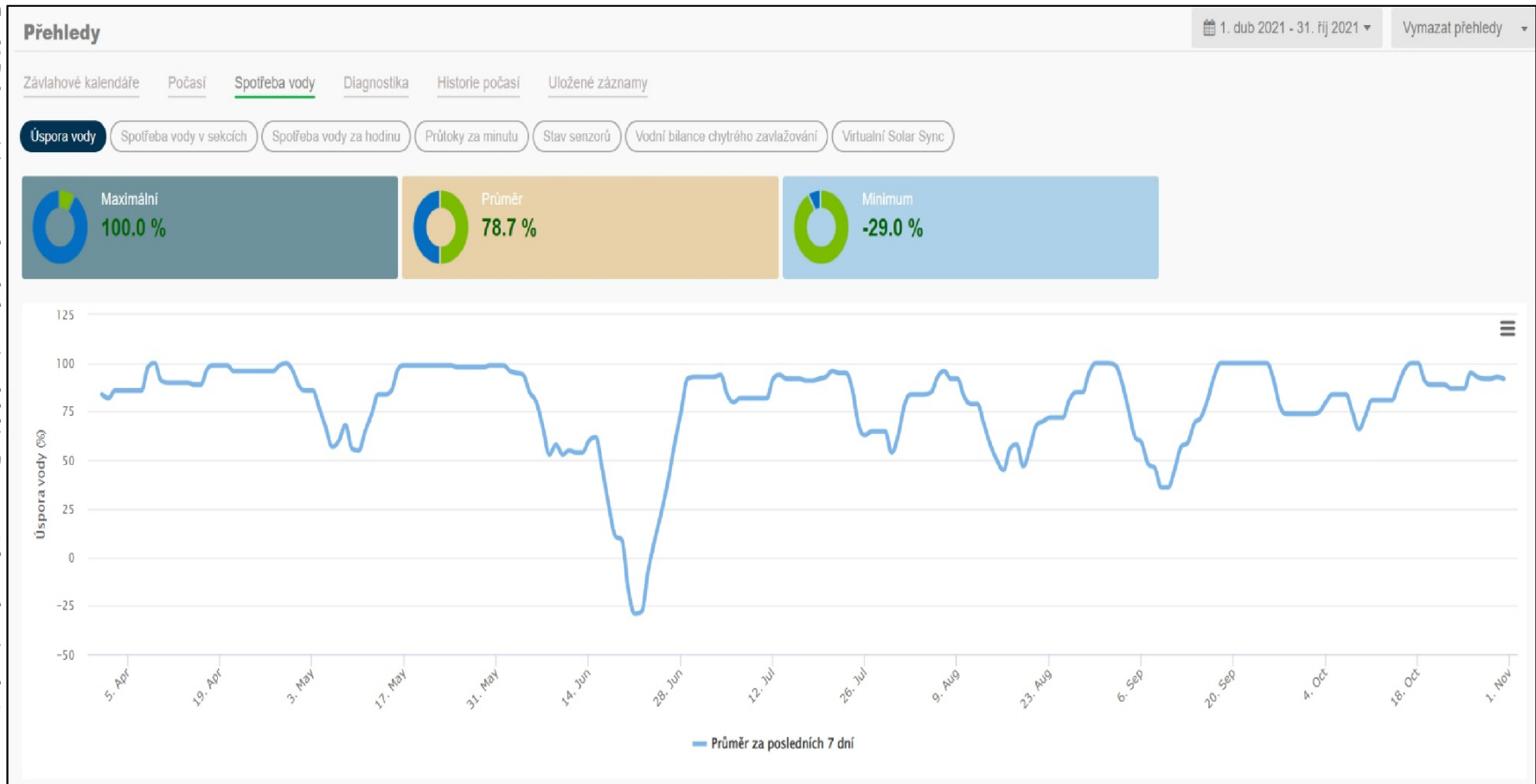
průměrná úspora vody v měsících	
květen	-2,2 %
červen	20,5 %
červenec	62,8 %
srpen	55,7 %
září	43,6 %
říjen	78 %
průměrná úspora vody za sezónu dle Hydrawise	43,4 %

Tabulka 1 Průměrná úspora vody v jednotlivých měsících - Bynovec

počet dní v měsíci, kdy byla vypnuta závlaha dešťovým čidlem	
duben	23 den
květen	10 den
červen	16 den
červenec	14 den
srpen	18 den
září	9 den
říjen	12 den
Celkem, kdy byla vypnuta závlaha	102 dní

Tabulka 2 Počet dní, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém – Bynovec

Závlahový systém byl vyřazen z provozu dešťovým čidlem celkem 102 dní ve sledovaném období.



Přehled teplot pro sledované období v Bynovci: Příloha č.4.

4.2.1.2 Výpočet spotřeby vody s ovládací ústřednou Hunter Pro – C

Spotřebu vody závlahovým systémem se starým typem ovládací ústředny bez úspor vody vypočítáme: spotřeba voda na jedno zalití zahrady vynásobeno počtem dní ve sledovaném období. Výsledkem je spotřeba za celé sledované období bez úspor vody.

spotřeba vody při 1 zalití denně bez úspor	2 010 530	litrů
--	-----------	-------

Úsporu vody ve sledovaném období, kdy závlahový systém blokuje dešťové čidlo vypočítáme: spotřeba vody na jedno zalití zahrady vynásobeno počtem dní ve sledovaném období kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém. Výsledné číslo je množství ušetřené vody za sledované období vlivem pouze dešťového senzoru.

úspora vody za dny, kdy je závlaha blokována čidlem	958 290	litrů
---	---------	-------

Celková spotřeba vody za sledované období při řízení závlahy starým typem ovládacího systému vypočítáme: celková spotřeba vody bez úspor mínus úspora vody za dny kdy je závlahový systém blokován dešťovým čidlem. Výsledkem je spotřeba vody s ovládacím závlahového systému ovládací jednotkou Pro – C s úsporou vody z důvodu aktivace dešťového čidla.

spotřeba vody za sledované období	1 052 240	litrů
-----------------------------------	-----------	-------

Úspora vody v % za sledované období pro ovládací jednotku Pro – C je 47,20 %.

4.2.1.3 Výpočet úspory vody mezi ústřednou Pro – C a Hydrawise

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období při řízení závlahového systému chytrým ovládacím s aplikací Hydrawise činí: 333 125 litrů vody.

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období při řízení závlahového systému starým typem ovládacího činí: 1 052 240 litrů vody.

Výpočet úspory vody chytrého ovládacího zjistíme rozdílem spotřeby vody starého typu ovládacího a spotřebou vody systémem s chytrým ovládacím. Výsledné číslo udává počet litrů vody uspořené systémem ovládacího s aplikací Hydrawise oproti ovládací Pro – C.

Množství ušetřené vody chytrým ovládacím	719 115	litrů
--	---------	-------

4.2.2 Závlahový systém Miškovice

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období byla 563 285 litrů. Spotřeba vody na jedno 100% zalití zahrady činí 10 495 litrů.

4.2.2.1 Data z aplikace Hydrawise

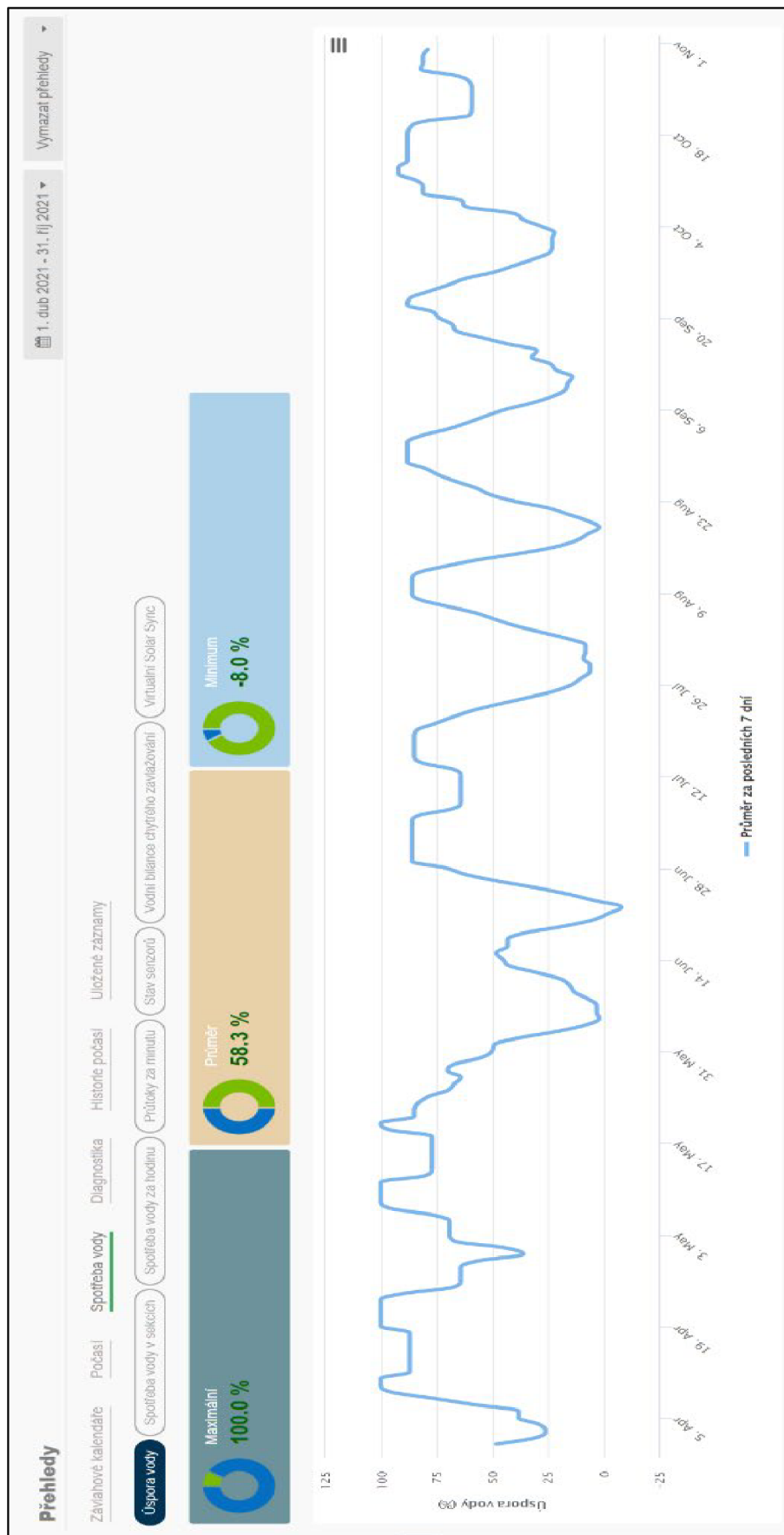
průměrná úspora vody v měsících	
duben	73 %
květen	78,3 %
červen	29,4 %
červenec	59,1 %
srpen	51,1 %
září	50,7 %
říjen	67,2 %
průměrná úspora vody za sezónu dle Hydrawise	58,3 %

Tabulka 3 Průměrná úspora vody v jednotlivých měsících – Miškovice

počet dní v měsíci, kdy byla vypnuta závlaha dešťovým čidlem	
duben	26 den
květen	12 den
červen	12 den
červenec	12 den
srpen	19 den
září	8 den
říjen	12 den
Celkem, kdy byla vypnuta závlaha	101 dní

Tabulka 4 Počet dní, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém – Miškovice

Závlahový systém byl vyřazen z provozu dešťovým čidlem celkem 101 dní ve sledovaném období.



Graf 2 Průměrná úspora vody v sledovaném období – Miškovice (zdroj: vlastní archiv)

Přehled teplot pro sledované období v Miškovicích: Příloha č.5.

4.2.2.2 Výpočet spotřeby vody s ovládací ústřednou Hunter Pro – C

Spotřebu vody závlahovým systémem se starým typem ovládací ústředny bez úspor vody vypočítáme: spotřeba voda na jedno zalití zahrady vynásobeno počtem dní ve sledovaném období. Výsledkem je spotřeba za celé sledované období bez úspor vody.

spotřeba vody při 1 zalití denně bez úspor	2 245 930	litrů
--	-----------	-------

Úsporu vody ve sledovaném období, kdy závlahový systém blokuje dešťové čidlo vypočítáme: spotřeba vody na jedno zalití zahrady vynásobeno počtem dní ve sledovaném období kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém. Výsledné číslo je množství ušetřené vody za sledované období vlivem pouze dešťového senzoru.

úspora vody za dny, kdy je závlaha blokována čidlem	1 059 995	litrů
---	-----------	-------

Celková spotřeba vody za sledované období při řízení závlahy starým typem ovládací ústředny vypočítáme: celková spotřeba vody bez úspor mínus úspora vody za dny kdy je závlahový systém blokován dešťovým čidlem. Výsledkem je spotřeba vody s ovládací ústřednou Pro – C s úsporou vody z důvodu aktivace dešťového čidla.

spotřeba vody za sledované období	1 185 935	litrů
-----------------------------------	-----------	-------

Úspora vody v % za sledované období pro ovládací jednotku Pro – C je 47,66 %.

4.2.2.3 Výpočet úspory vody mezi ústřednou Pro – C a Hydrawise

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období při řízení závlahového systému chytrým ovládacím s aplikací Hydrawise činí: 563 285 litrů vody.

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období při řízení závlahového systému starým typem ovládací ústředny činí: 1 052 240 litrů vody.

Výpočet úspory vody chytrého ovládacího systému zjistíme rozdílem spotřeby vody starého typu ovládacího systému a spotřebou vody systémem s chytrým ovládacím systémem. Výsledné číslo udává počet litrů vody uspořené systémem ovládacím s aplikací Hydrawise oproti ovládacímu systému Pro – C.

Množství ušetřené vody chytrým ovládacím systémem	622 650	litrů
---	---------	-------

4.2.3 Závlahový systém Kralupy nad Vltavou

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období byla 85 028 litrů. Spotřeba vody na jedno 100% zalití zahrady činí 661 litrů. Závlahový systém na sledované zahradě byl spuštěn o 30 dní později tj. sledované období se zkrátilo na 184 dní.

4.2.3.1 Data z aplikace Hydrawise

průměrná úspora vody v měsících	
květen	-2,2 %
červen	20,5 %
červenec	62,8 %
srpen	55,7 %
září	43,6 %
říjen	78 %
průměrná úspora vody za sezónu dle Hydrawise	43,4 %

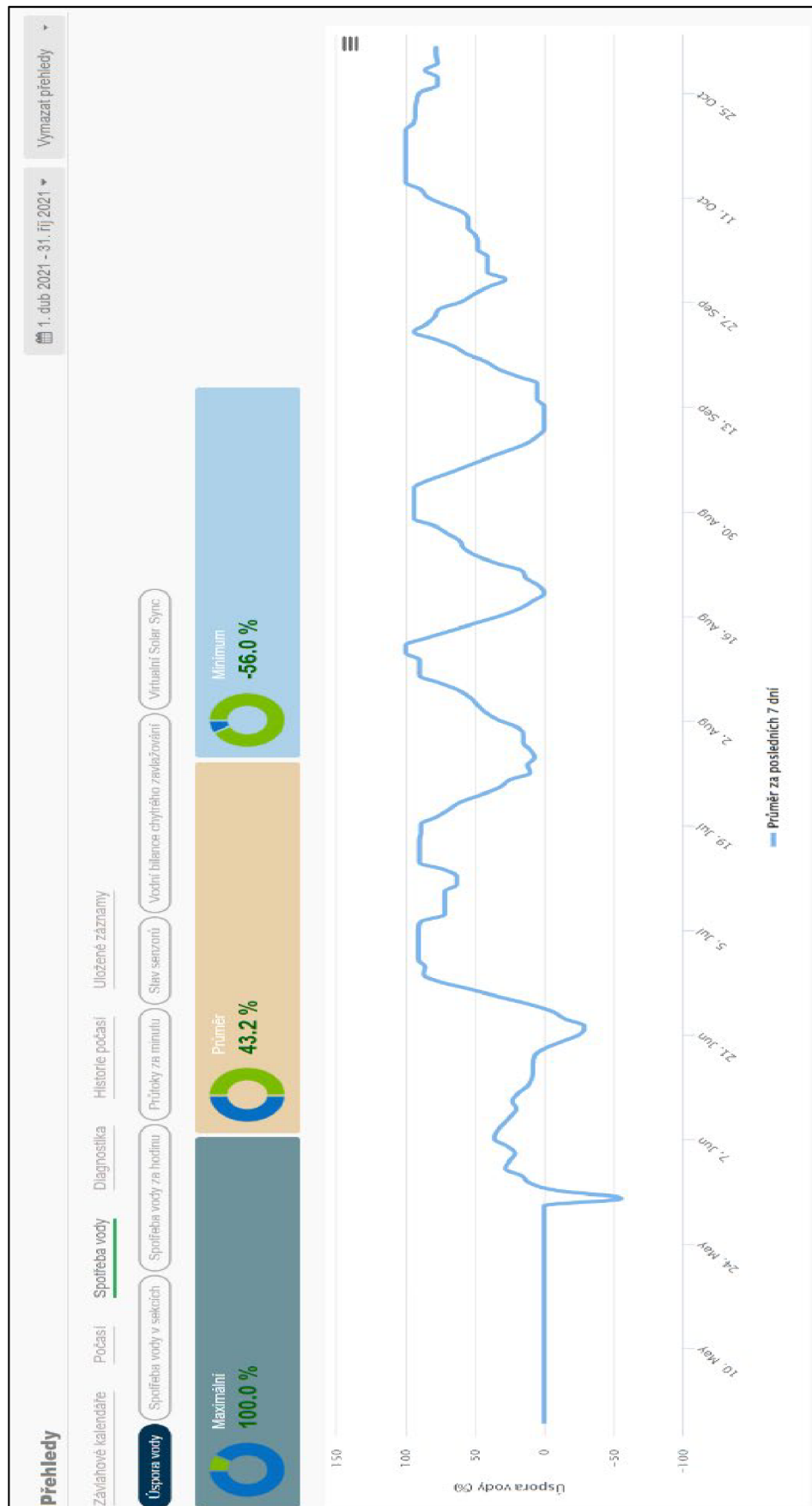
Tabulka 5 Průměrná úspora vody v jednotlivých měsících – Kralupy nad Vltavou

počet dní v měsíci, kdy byla vypnuta závlaha dešťovým čidlem	
květen	9 den
červen	14 den
červenec	11 den
srpen	14 den
září	2 den
říjen	6 den
Celkem, kdy byla vypnuta závlaha	56 dní

Tabulka 6 Počet dní, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém – Kralupy nad Vltavou

Závlahový systém byl vyřazen z provozu dešťovým čidlem celkem 56 dní ve sledovaném období.

U grafu s úsporou vody v Kralupech nad Vltavou je plochá křivka na začátku sledovaného období se zápornou hodnotou v měsíci květen zapříčiněna spuštěním závlahy, bez automatických korekcí. A to z důvodu nového založení výsadeb, trávníku a potřeby intenzivnější závlahy. Toto nastavení ovlivňuje konečný výsledek a to v neprospěch úspory vody, která je tímto menší.



Graf 3 Průměrná úspora vody v sledovaném období – Kralupy nad Vltavou (zdroj: vlastní archiv)

Přehled teplot pro sledované období v Kralupech nad Vltavou: Příloha č.6.

4.2.3.2 Výpočet spotřeby vody s ovládací ústřednou Hunter Pro – C

Spotřebu vody závlahovým systémem se starým typem ovládací ústředny bez úspor vody vypočítáme: spotřeba voda na jedno zalití zahrady vynásobeno počtem dní ve sledovaném období. Výsledkem je spotřeba za celé sledované období bez úspor vody.

spotřeba vody při 1 zalití denně bez úspor	121 624	litrů
--	---------	-------

Úsporu vody ve sledovaném období, kdy závlahový systém blokuje dešťové čidlo vypočítáme: spotřeba vody na jedno zalití zahrady vynásobeno počtem dní ve sledovaném období kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém. Výsledné číslo je množství ušetřené vody za sledované období vlivem pouze dešťového senzoru.

úspora vody za dny kdy je závlaha blokována čidlem	37 016	litrů
--	--------	-------

Celková spotřeba vody za sledované období při řízení závlahy starým typem ovládaní vypočítáme: celková spotřeba vody bez úspor mínus úspora vody za dny kdy je závlahový systém blokován dešťovým čidlem. Výsledkem je spotřeba vody s ovládaním závlahového systému ovládací jednotkou Pro – C s úsporou vody z důvodu aktivace dešťového čidla.

spotřeba vody za sledované období	84 608	litrů
-----------------------------------	--------	-------

Úspora vody v % za sledované období pro ovládací jednotku Pro – C je 30,43 %.

4.2.3.3 Výpočet úspory vody mezi ústřednou Pro – C a Hydrowise

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období při řízení závlahového systému chytrým ovládaním s aplikací Hydrowise činí: 85 028 litrů vody.

Spotřeba vody závlahovým systémem za sledované období při řízení závlahového systému starým typem ovládaní činí: 84 608 litrů vody.

Výpočet úspory vody chytrého ovládaní zjistíme rozdílem spotřeby vody starého typu ovládaní a spotřebou vody systémem s chytrým ovládaním. Výsledné číslo udává počet litrů vody uspořené systémem ovládaní s aplikací Hydrowise oproti ovládaní Pro – C.

Množství ušetřené vody chytrým ovládaním	-420	litrů
--	------	-------

5 Výsledky a diskuse

Výsledky

sledovaná zahrada	ušetřená voda v %		rozdíl mezi Hydrawise a Pro – C v %	počet dní, kdy bylo aktivované čidlo deště	množství ušetřené vody [m ³]
	App. Hydrawise	ovládání Pro – C			
Bynovec	78,70	47,66	31,04	102	719,12
Miškovice	58,30	47,20	11,10	101	622,65
Kralupy nad Vltavou	43,40	30,43	12,97	56	-0,42

Tabulka 7 Výsledky

5.2.1 Výsledky Bynovec

Na této sledované zahradě byl rozdíl spotřeby vody mezi ovládáním s aplikací **Hydrawise a ovládáním ústřednou Pro – C největší a to 31,04 %**. Dle měření spotřeby impulsním vodoměrem a následných výpočtů je **množství ušetřené vody 719 m³**. Vzhledem ke zdroji vody pro závlahový systém (vrtaná studna) jde o signifikantní úsporu vody, menší nárok na zdroj vody a zpomalení „stárnutí studny,“ což je zanášení obsypu děrovaných pažnic a pažnic samotných drobnými částicemi zeminy, splavované vodou při nátoku do studny, a tím zmenšování vydatnosti studny. Ve značném procentuálním rozdílu mezi ovládáním hraje také velkou roli nastavení automatických korekcí v aplikaci Hydrawise, tedy že tato podrobná nastavení velice ovlivňují chování závlahového systému. Vzhledem k umístění závlahového systému ve vyšší nadmořské výšce je třeba při nastavování automatických korekcí brát v potaz průměrné teploty během sezóny a také množství srážek za sezónu. Automatické korekce je poté třeba těmto hodnotám uzpůsobit, aby systém efektivně zaléval a zahrada nebyla přelitá či netrpěla suchem. Vhodnost nastavení automatických korekcí je vhodné sledovat přímo na zahradě a případně upravit dle konkrétních podmínek.

U tohoto systému bych jako vylepšení navrhoval zaměřit se na automatické korekce pro jednotlivé sekce. Toto nastavení v aplikaci Hydrawise zlepší hospodaření se závlahovou vodou vzhledem k umístění závlahového systému, stáří zahrady, umístění zalévaných částí jak na přímém slunci, tak pod vzrostlými stromy, které trávník zastiňují a tvoří srážkový stín.

5.2.2 Výsledky Miškovice

Na této sledované zahradě byl rozdíl spotřeby vody mezi zkoumanými druhy ovládání značně menší než na zahradě v Bynovci. **Rozdíl v Miškovicích mezi ovládáním Pro – C a ovládáním s aplikací Hydrawise je 11.1 %.** Dle měření a následných výpočtů je **množství ušetřené vody 622 m³**. Mezi oběma zahradami je skoro totožný počet dní, kdy byl vypnut závlahový systém i plocha závlahového systému. Rozdíl, který má nejvíce vliv na závlahové systémy, je v rozdílném klimatickém umístění závlahového systému. Proto rozdíl v procentuální úspoře vody aplikací Hydrawise je mezi zahradou v Bynovci a zahradou v Miškovicích 20,4 %. Avšak rozdíl v úspoře vody ovládací jednotkou Pro – C mezi zahradou v Bynovci a zahradou v Miškovicích je ovlivněn pouze počtem dní, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a vyřadilo závlahový systém z provozu. Tento rozdíl je pouze 0,46 %. Množství vody ušetřené ovládáním pomocí aplikace Hydrawise oproti ovládací jednotce Pro – C je také značná a tím také jsou kladeny menší nároky na zdroj vody.

Na zahradě v Miškovicích je zdrojem vody pro závlahový systém přečerpávací nádrž, která je primárně doplňována z vrtu o hloubce 38 m a pro nedostatečnou vydatnost vody je doplňována dle potřeby z vodovodního řádu. Jako vhodný nástroj pro lepší nastavení závlahy by bylo vhodné do vrtu instalovat přesné měření výšky hladiny. Když budou známy tyto hodnoty, půjde lépe nastavit spouštění systému a pauzy mezi jednotlivými sekcemi, aby se stihla doplnit hladina ve studni, ze které je primárně přečerpávána voda do podzemní nádrže. Vzhledem ke spotřebě vody na takto velké zalévané ploše bude investice do přesného hladinového čidla vhodná. Toto hladinové hlídání lze nainstalovat i do přečerpávací nádrže, ale není to podmínkou, jelikož nádrž je dobře přístupná a při prvním nastavování závlahového systému lze sledovat pokles hladiny v nádrži fyzicky. Dalším omezením na této zahradě jsou tři automatické sekačky, které mají sekací časy od 8.00 do 23.00 každý den. Proto v toto časové pásmo nelze zalévat trávníky, protože by sekačky najížděly do vysunutých postřikovačů a hrozilo by poškození sekacího ústrojí. Jako zlepšení do dalších sezón by bylo vhodné sladit sekací časy sekaček s cykly závlahového systému na trávník. Kupříkladu by se mohla 1/3 zahrady začít sekat v 5.00 ráno, což by umožnilo začátek zalévání na dané části zahrady již v 18.00. Takto odpoledne je možné zalévat odlehlejší část zahrady, kterou majitelé danou dobu příliš nevyužívají. Zbylé a frekventovanější části zahrady se mohou zalévat v noci a sekat přes den. Kapkové závlahy v záhonech mohou zalévat nadále přes den. Tímto

nastavením se rozloží potřeba vody na delší časový úsek a bude se více využívat vody ze studny a bude se méně dopouštět z vodovodního řádu.

5.2.3 Výsledky Kralupy nad Vltavou

Tato sledovaná zahrada je svojí rozlohou značně menší a dle záznamů aktivací dešťového čidla můžeme tvrdit, že leží ve srážkovém stínu oproti ostatním sledovaným zahradám. V Kralupech nad Vltavou bylo zaznamenáno pouze 56 dní za sledované období, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo. U tohoto údaje při porovnávání s ostatními zahradami musíme mít na paměti, že zde bylo sledované období kratší o měsíc duben a výsledky jsou přepočteny na toto kratší období. **Na této sledované zahradě je rozdíl úspory vody mezi ovládním Pro – C a aplikací Hydrawise 12,97 %. Úspora vody aplikací Hydrawise oproti ovládací ústředně Pro – C je za sledované období -0,42 m³.** Vyšší spotřeba vody ovládním s aplikací Hydrawise je způsobená třemi faktory: za prvé novým založením zahrady a vyšší potřebou zálivky během měsíce května. Druhým faktorem, který ovlivnil spotřebu vody je nastavení automatických korekcí s ohledem na přání zákazníka „více zalévat a mít sytě zelený trávník i v letních měsících“. Toto nastavení bude hrát roli ve spotřebě vody i do budoucna a je zde riziko nadměrné zálivky rostlin, které je pro většinu rostlin nevhodné. Zahrada má vlastní zdroj vody, kterým je dešťová nádrž dočerpávaná z kopané studny. Proto majitel neřeší spotřebu vody, jelikož vydatnost studny je větší než spotřeba závlahovým systémem. Třetím faktorem, který ovlivňuje spotřebu vody je četnost a vydatnost srážek a četnost vyšších teplot, kdy je třeba více zalévat.

Jako vylepšení bych navrhoval se zaměřit na četnost zálivky a délku zalévání, protože zahrada může být „přelita“, což rostlinám dlouhodobě nebude svědčit.

6 Závěr

Mohu konstatovat, že výsledky této práce vyšly dle očekávání. Systém řízení závlahy pomocí aplikace Hydrawise je úspornější než systém řízení závlahy pomocí starší ústředny Pro – C. Výsledný rozdíl byl od 12.9 % do 31 % uspořené vody za sledované období od 1. dubna do 31. října 2021. Na spotřebu vody má vliv velké množství faktorů od těch, které nemůžeme přímo ovlivnit, ale jejich dopady můžeme zmírnit s využitím vhodného podrobného nastavení aplikace Hydrawise. Také doporučuji v budoucích letech na jedné, či více ze sledovaných zahrad (protože jsou již známé hodnoty při řízení závlahy aplikací Hydrawise přes časové nastavení), přenastavit řízení závlahy z časového režimu na režim: Chytré (ET). Provést zaznamenání dat za stejné období a porovnat spotřebu vody tímto druhem řízení závlahového systému.

Chytré (ET): upravuje automaticky frekvenci zavlažování podle evapotranspirace (Souhrn výparu z půdního povrchu a transpirace rostlinami (ztráty vody vypařováním z rostlin)) a srážek. Hodnoty evapotranspirace jsou vypočítány z meteorologických měření místními veřejnými meteorologickými stanicemi či vlastní stanicí. Způsob řízení závlah pomocí dat o evapotranspiraci je i dle studií z Xiaotangshan, Peking, vhodné. Toto podobné nastavení odzkoušeli na zemědělské závlaze s příznivými účinky na spotřebu vody a výnosem zemědělských plodin. Nastavení řízení závlahového systému pomocí evapotranspirace také předchází rozdílům navlhčení půdy na větších plochách (Zhang et al. 2018).

Seznam použitých zdrojů

- „Hledá se vhodná směs rostlin pro zatravnění tramvajových tratí". b.r. Viděno 4. březen 2022. <https://mhd86.cz/2021/01/12/hleda-se-vhodna-smes-rostlin-pro-zatravnovani-tramvajovych-trati/>.
- „Hydrawise | Smart Wi-Fi Irrigation Control". b.r. Viděno 4. březen 2022. <https://www.hydrawise.com/>.
- IRIMON, spol s.r.o. b.r. „Automatický závlahový systém Hunter®". Viděno 4. březen 2022. https://zavlahy.irimon.cz/clanek_o_zavlahovych_systemech_1.
- „Local Weather Forecast, News and Conditions | Weather Underground". b.r. Viděno 19. leden 2022. <https://www.wunderground.com/>.
- Mason, Brooke, Martí Rufi-Salís, Felipe Parada, Xavier Gabarrell, a Cyndee Gruden. 2019. „Intelligent Urban Irrigation Systems: Saving Water and Maintaining Crop Yields". *Agricultural Water Management* 226 (prosinec): 105812. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105812>.
- „Rain-Clik™ | Hunter Industries". b.r. Viděno 19. leden 2022. <https://www.hunterindustries.com/en-metric/irrigation-product/sensors/rain-cliktm>.
- Reyes-Paecke, Sonia, Jorge Gironás, Oscar Melo, Sebastián Vicuña, a Josefina Herrera. 2019. „Irrigation of Green Spaces and Residential Gardens in a Mediterranean Metropolis: Gaps and Opportunities for Climate Change Adaptation". *Landscape and Urban Planning* 182: 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.006>.
- „TANDEM-IR 16mm - 2,1 l/h, (400 m) | IRIMON". b.r. Viděno 19. leden 2022. <https://maloobchod.irimon.cz/katalog/62/10/4940/9858>.
- Zhang, S., M. Wang, W. Shi, a W. Zheng. 2018. „Construction of Intelligent Water Saving Irrigation Control System Based on Water Balance". *IFAC-PapersOnLine*, 6th IFAC Conference on Bio-Robotics BIORBOTICS 2018, 51 (17): 466–71. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.168>.

Obrázky – vlastní archiv

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma závlahového systému (IRIMON, b.r.)	5
Obrázek 2 Ovládací ústředna Hunter HCC se softwarem Hydrawise	7
Obrázek 3 Úvodní – souhrnná obrazovka aplikace Hydrawise se zobrazenými sekcemi závlahového systému, daty z meteostanice, senzorů a přehledem o předpovědi počasí s aktuální úsporou vody	9
Obrázek 4 Připojené senzory k ovládací ústředně a jejich naefinování	10
Obrázek 5 Nastavení automatických korekcí	11
Obrázek 6 Nastavení automatických korekcí – srážkový úhrn	12
Obrázek 7 Nastavení délky zavlažování sekce	13
Obrázek 8 Nastavení cyklů a pauz mezi cykly	14
Obrázek 9 Upravení délky závlahy jednotlivé sekce	14
Obrázek 10 Zobrazení vytvořených sekcí s jejich nastavením	15
Obrázek 11 Nastavení spouštění závlahového systému	16
Obrázek 13 Ovládací ústředna Pro-C	17
Obrázek 14 Meteostanice Garni 1055 Arcus	18
Obrázek 15 Hunter Rain Click - WRC	19
Obrázek 16 Impulzní vodoměr HC 100 flow	19
Obrázek 17 Šachtice s instalovanými elektromagnetickými ventily Hunter PGV 1"	20
Obrázek 18 Postřikovač Pro-Spray s triskou MP Rotator	21
Obrázek 19 Postřikovač Pro-Spray s tryskou "A"	21
Obrázek 20 Postřikovač Hunter I20	22
Obrázek 21 Kapkovací potrubí Tandem, spon 30 cm	23
Obrázek 22 Závlahový systém Bynovec	24
Obrázek 23 Závlahový systém Míškovice	25
Obrázek 24 Závlahový systém Kralupy nad Vltavou	26

Seznam tabulek

Tabulka 1 Průměrná úspora vody v jednotlivých měsících - Bynovec	27
Tabulka 2 Počet dní, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém – Bynovec	27
Tabulka 3 Průměrná úspora vody v jednotlivých měsících – Miškovice	30
Tabulka 4 Počet dní, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém – Miškovice.....	30
Tabulka 5 Průměrná úspora vody v jednotlivých měsících – Kralupy nad Vltavou	33
Tabulka 6 Počet dní, kdy bylo aktivováno dešťové čidlo a blokovalo závlahový systém – Kralupy nad Vltavou.....	33
Tabulka 7 Výsledky	36

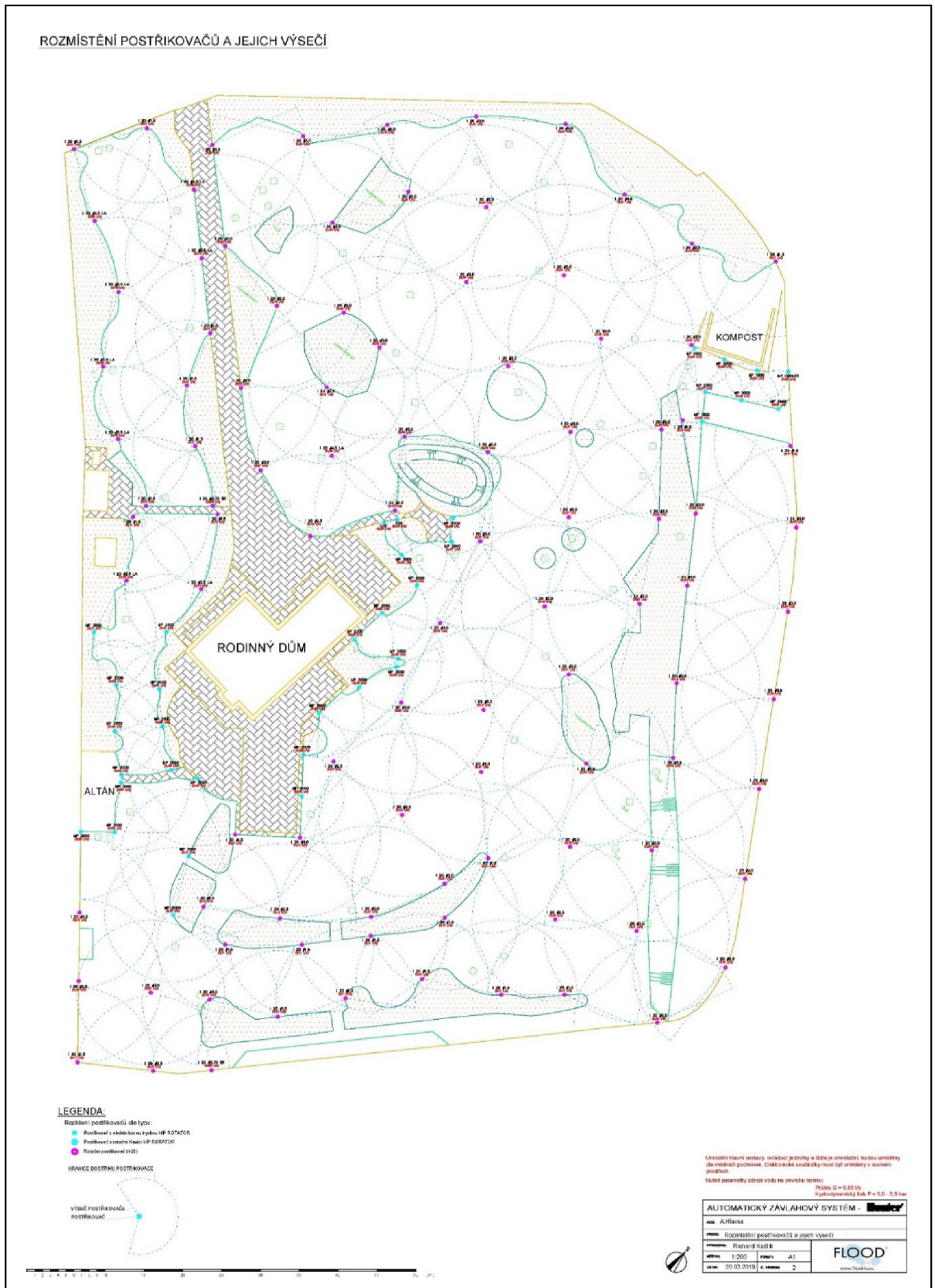
Seznam grafů

Graf 1 Průměrná úspora vody v sledovaném období – Bynovec	28
Graf 2 Průměrná úspora vody v sledovaném období – Miškovice.....	31
Graf 3 Průměrná úspora vody v sledovaném období – Kralupy nad Vltavou	34

Seznam příloh

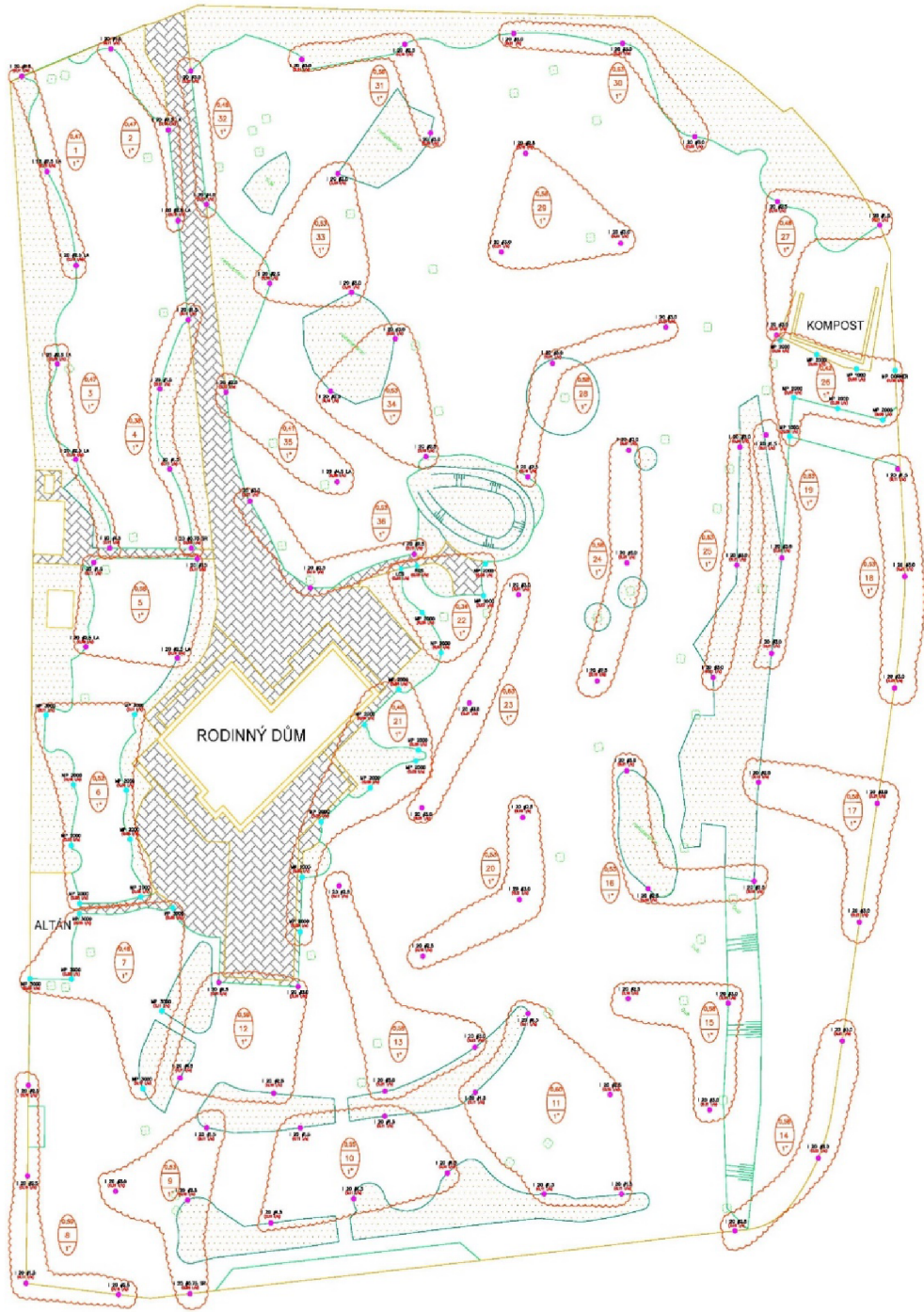
Příloha 1 Grafická část projektu závlahového systému – Bynovec – návrh umístění postřikovačů	43
Příloha 2 Grafická část projektu závlahového systému – Bynovec – rozdělení postřikovačů do sekcí	44
Příloha 3 Grafická část projektu závlahového systému – Bynovec – trubní vedení sekcí, armaturní šachty	45
Příloha 4 Graf teplot vzduchu – Bynovec.....	46
Příloha 5 Graf teplot vzduchu – Miškovice	47
Příloha 6 Graf teplot vzduchu – Kralupy nad Vltavou	48

Přílohy



Příloha 1 Grafická část projektu závlahového systému – Bynovec – návrh umístění postřikovačů

ROZDĚLENÍ POSTŘIKOVAČŮ DO SEKCÍ



LEGENDA:

- Rozdělení postřikovačů dle typu:
- Postřikovač se sdírnou soustavou IPI ROTATOR
 - Postřikovač s vlnitým IPI ROTATOR
 - Rozdíl postřikovačů (úžl)

Označení sekcí:

- 20 Právo v saze (1x)
- 20 Čas saze
- 20 Velikost úžl. saze
- 20 Okrajová sekc



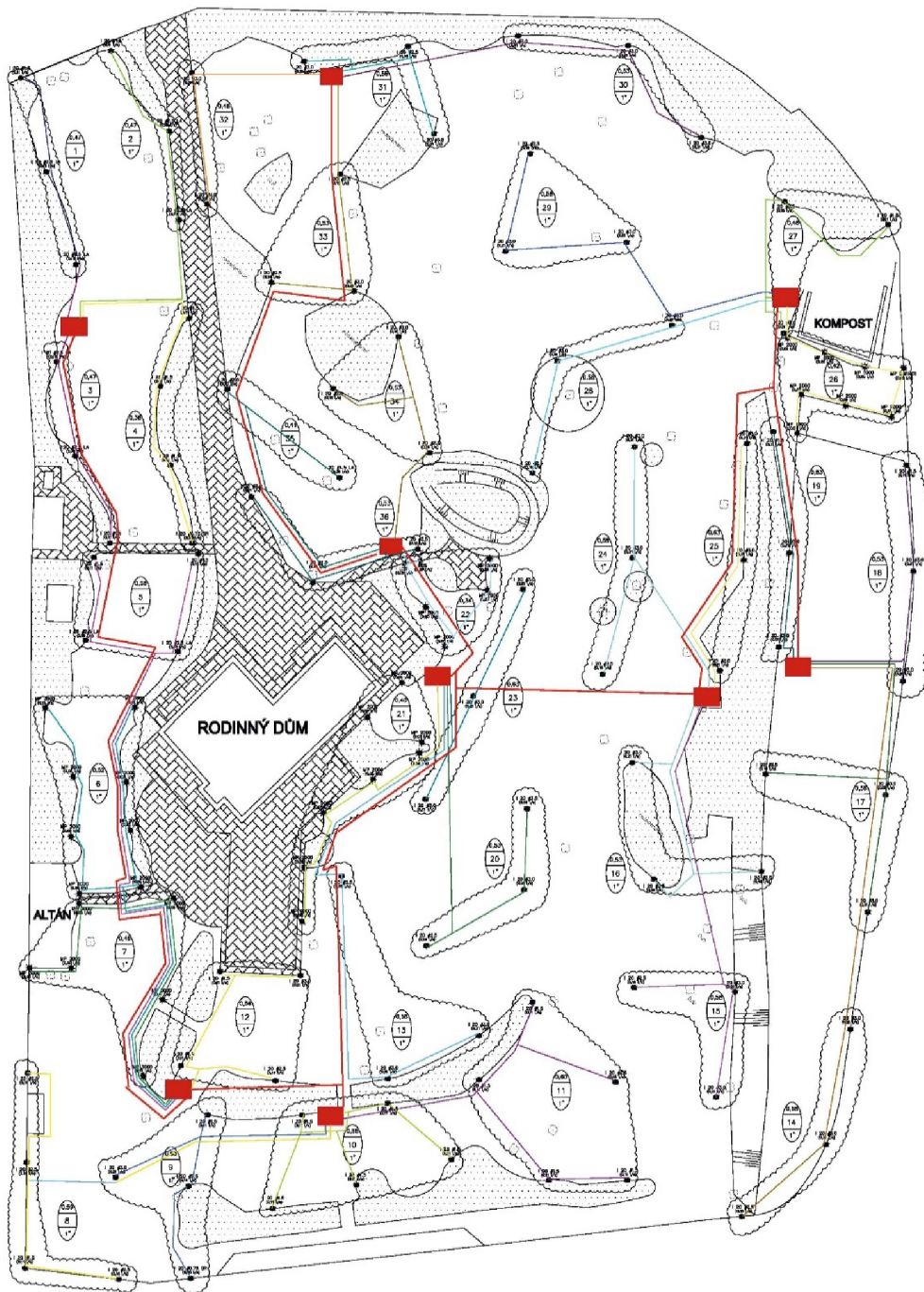
Určení hloubky sekcí, příslušné jednotky v kódu se orientací, budou umístěny dle místních podmínek. Elektronické součástky musí být umístěny v suchém prostředí.
 Nominální parametry zdroje vody na povrchu terénu: Písek G = 0,55 MPa, Hrubodrná média P = 0,2 - 0,5 bar

AUTOMATICKÝ ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM	
aut. A. Heves	
vyrob. Rozdělení postřikovačů (do sekcí)	
vyrob. Richard Kálek	
škála 1:200	formát A1
datum 20.03.2010	č. verze 3



Příloha 2 Grafická část projektu závlahového systému – Bynovec – rozdělení postřikovačů do sekcí

ROZDĚLENÍ POSTŘIKOVAČŮ DO SEKČÍ



LEGENDA:

- Postřikovač postřikovačů do typů:
- 1 Postřikovač s obdĺíhelným tryskem MP-POSTRIKOVAC
 - 2 Postřikovač s okružním tryskem MP-POSTRIKOVAC
 - 3 Plošný postřikovač (P-01)

Číslované sekce:

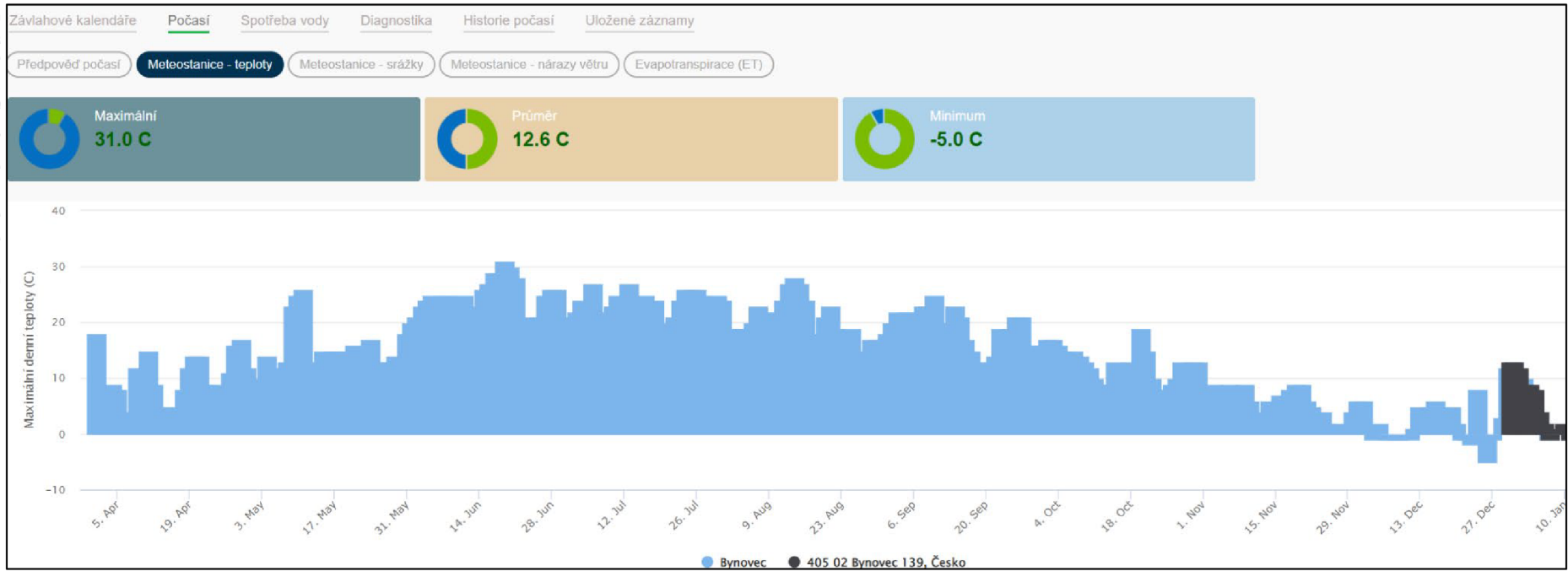
- 1-31 Primární síť (Ø 20)
- 1-31 Sekundární síť (Ø 17)
- 1-31 Velikost závlahy, vlnitá
- 1-31 Okružní síť

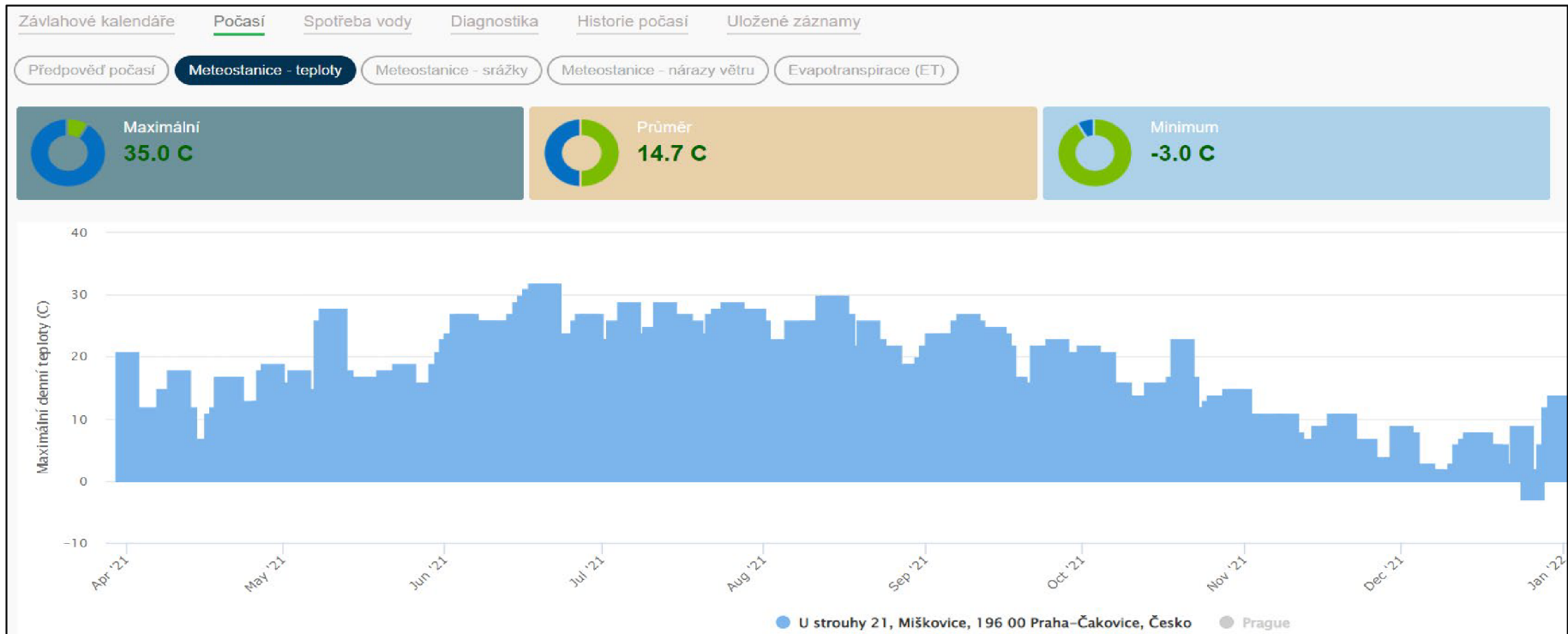


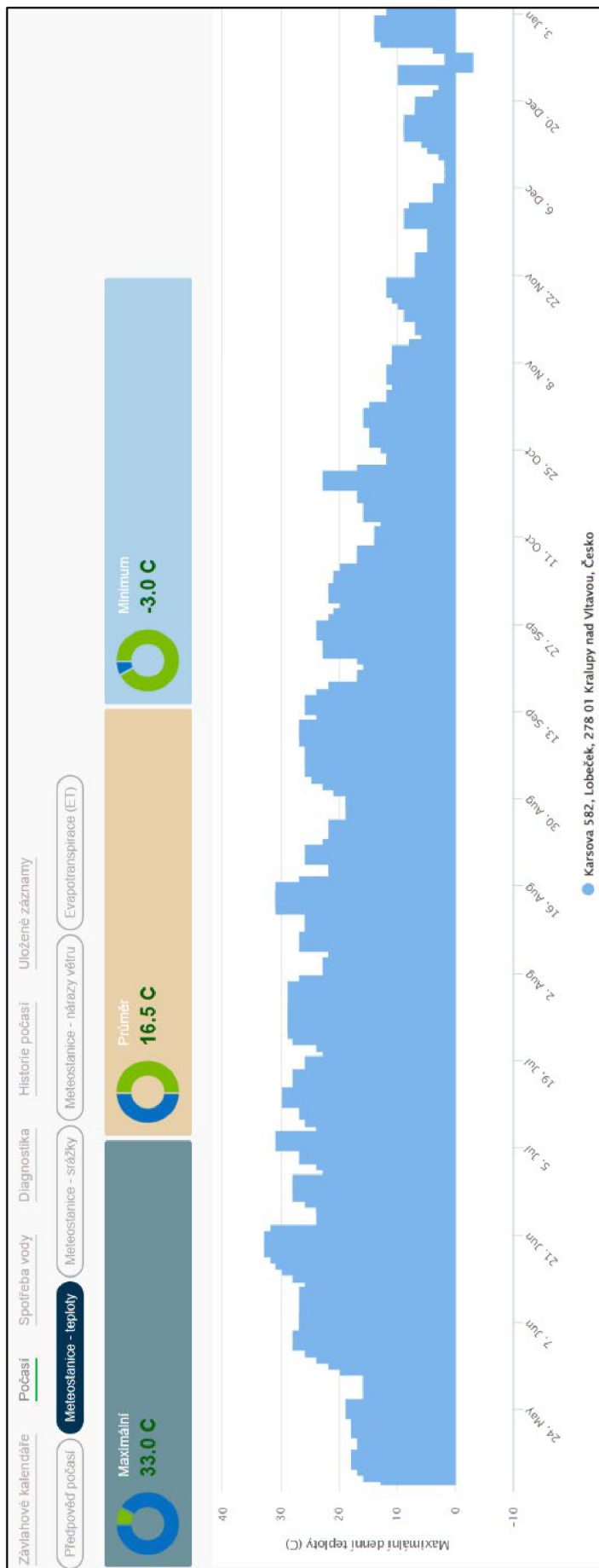
Detailní plán sestavy, umístění jednotky a šifry je orientován, pokud není uvedeno jinak. Jednotlivé části musí být umístěny v určených místech. Místní parametry závlahy vzhledem k terénu.

AUTOMATICKÝ ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM			
pro: A. Hlava			
pro: Rozdělení postřikovačů do sekcí			
autor: Richard Kadřák			
škála: 1:200	form: A1		
datum: 20.03.2019	č. úveru: 4		

Příloha 3 Grafická část projektu závlahového systému – Bynovec – trubní vedení sekcí, armaturní šachty







Příloha 6 Graf teplot vzduchu – Kralupy nad Vltavou