

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-100863-86119

**RIADIACI SYSTÉM OHREVVU VODY V BAZÉNOCH  
BAKALÁRSKA PRÁCA**

**2019**

**Lukáš Končál**

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-100863-86119

**RIADIACI SYSTÉM OHREVVU VODY V BAZÉNOCH  
BAKALÁRSKA PRÁCA**

Študijný program:	Robotika a kybernetika
Študijný odbor:	9.2.7 Kybernetika
Školiace pracovisko:	Ústav robotiky a kybernetiky
Vedúci záverečnej práce/školiťel:	Ing. Jozef Dúbravský, PhD.

**Bratislava 2019**

**Lukáš Končál**



## ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študent: **Lukáš Končál**  
ID študenta: 86119  
Študijný program: robotika a kybernetika  
Študijný odbor: 9.2.7. kybernetika  
Vedúci práce: Ing. Jozef Dúbravský, PhD.  
Miesto vypracovania: Ústav robotiky a kybernetiky

Názov práce: **Riadiaci systém ohrevu vody v bazénoch**

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský jazyk

Špecifikácia zadania:

Navrhnete riadiaci systém pre automatickú reguláciu ohrevu vody v bazénoch s využitím solárneho ohrevu.

Úlohy:

1. Analyzujte spôsoby a technické prostriedky pre riešenie úlohy.
2. Navrhnete riadiaci systém pre riešenie úlohy.
3. Preved'te realizáciu funkčného vzoru.
4. Vyriešte programové vybavenie a jeho implementáciu a doladenie.
5. Vykonajte verifikáciu navrhnutého systému na reálnom objekte.
6. Vyhodnoťte dosiahnuté výsledky a vypracujte technickú dokumentáciu.

Riešenie zadania práce od: 17. 09. 2018

Dátum odovzdania práce: 13. 05. 2019

**Lukáš Končál**  
študent

prof. Ing. Ján Murgaš, PhD.  
vedúci pracoviska

doc. Ing. Eva Mílkovičová, PhD.  
garantka študijného programu

## **Čestné vyhlásenie**

Vyhlasujem, že predloženú záverečnú prácu som vypracoval samostatne. Všetky použité literárne zdroje som uviedol v zozname použitej literatúry.

.....  
Lukáš Končál

## **Pod'akovanie**

Týmto chcem pod'akovať predovšetkým môjmu školiteľovi Ing. Jozefovi Dúbravskému, PhD. za všetky rady, poznámky a pripomienky pri písaní mojej bakalárskej práce.

## ANOTÁCIA BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný odbor: 9.2.7 Kybernetika

Študijný program: Robotika a kybernetika

Autor: Lukáš Končál

Bakalárska práca: Riadiaci systém ohrevu vody v bazénoch

Vedúci bakalárskej práce: Ing. Jozef Dúbravský, PhD.

Mesiac, rok odovzdania: Máj, 2019

Kľúčové slová: Arduino, bazén, ohrev vody

Cieľom tejto práce je navrhnúť riadiaci systém pre automatickú reguláciu ohrevu vody v bazénoch. Navrhnutý systém sme implementovali na reálny objekt. Pri implementácii bolo treba hlavne dbať na bezpečnosť. Hlavný dôraz sme kladli na komfort v bazéne, odbremenenie užívateľa bazénu od viacerých povinností, šetrenie elektrickej energie, zabezpečenie bezpečnosti ľudí v bazéne a ochranu príslušenstva bazénu pri nežiadúcich stavoch.

Na ohrev vody sme použili kombináciu solárneho ohrevu a tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo je len súčasť návrhu. V bazéne monitorujeme teplotu vody, výšku hladiny, tlak vo filtrácii, pohyb osôb v bazéne a detegujeme slnečné žiarenie. Tieto veličiny používame pri ovládaní ohrevov, čerpadla, elektrických ventilov a signalizácie. Hlavnou časťou riadiaceho systému je programovateľná doska Arduino, ktorá riadi celý systém. Systém riadime pomocou troch základných tlačidiel a mobilným telefónom.

Verifikáciu sme overili nameraním údajov, z ktorých sme vykreslili grafy. Z nich sme vyhodnotili, že tepelné čerpadlo by malo začať ohrievať vodu ak je zamračené počasie tri až štyri dni za sebou. Inak pre komfortnú teplotu stačí používať solárny ohrev. Systém vie úspešne ohrievať vodu, udržiavať požadovanú teplotu vody, automaticky dopúšťať vodu do bazénu, kontrolovať dostatočnú hladinu vody a merať tlak vo filtrácii.

Náš riadiaci systém je robený čo najuniverzálnejšie a preto je možné pripojiť ho na rôzne typy bazénov.

Po naprogramovaní a zapojení nášho systému na reálny objekt prešiel celý systém úspešnou kontrolou revízneho technika.

## **BACHELOR THESIS ABSTRACT**

Slovak University of Technology in Bratislava  
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION  
TECHNOLOGY

Branch of Study: 9.2.7 Cybernetics

Study Programme: Robotics and Cybernetics

Author: Lukáš Končál

Bachelor Thesis: Control System of Pool Heating

Supervisor: Ing. Jozef Dúbravský, PhD.

Year, Month: 2019, May

Keywords: Arduino, pool, water heating

The objective of this bachelor thesis is to design system for automatic regulation of heating of water in pools. We implemented the proposed system into real object. During implementation was safety our primary requirement. Mainly we focused on comfort in the pool, relieving user from multiple duties, electricity saving, securing safety of people in the pool and protection of pool accessories in undesirable situations.

To warm the water we used combination of solar heating and heat pump. Heat pump is only part of the proposal. We monitor temperature of the water, water level, pressure in the filtration, movement of people in the pool and we detect sunlight. We use these values while controlling heating, pump, electrical valves and signalization. Main section of the control system is the programmable board Arduino, which controls the whole system. We control the system using three basic buttons and a mobile phone.

We confirmed the verification by measuring the values, from which we have drawn the graphs. From those we determined that the heat pump should start heating the water if the weather is cloudy for three to four consecutive days. Otherwise, for a comfortable temperature it is enough to use the solar heating. System is capable of successfully heating the water, maintaining required temperature of water, automatically refill the pool with water, control sufficient water level and measure the pressure in filtration. Our control system is made as universally as possible and because of this it is possible to connect it to many types of pools.

After programming and connecting our system to a real object, it passed through successful inspection by revision technician.

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>12</b>
<b>1 Analýza spôsobov a technické prostriedky pre riešenie úlohy</b>	<b>13</b>
1.1 Typy ohrevov .....	13
1.1.1 Elektrický prietokový ohrievač .....	13
1.1.2 Výmenníkový ohrev .....	13
1.1.3 Ohrev solárnymi panelmi .....	13
1.1.4 Tepelné čerpadlá .....	13
1.1.5 Solárna plachta .....	14
1.1.6 Vhodný ohrev pre náš systém .....	14
1.2 Metóda merania výšky hladiny .....	14
1.2.1 Ultrazvukový senzor .....	15
1.2.2 Plavákový senzor .....	15
1.2.3 Tlakový spínač hladiny .....	15
1.2.4 Vhodná metóda merania výšky hladiny pre náš systém .....	15
<b>2 Návrh riadiaceho systému pre riešenie úlohy</b>	<b>16</b>
2.1 Vstupy do riadiaceho systému.....	19
2.2 Výstupy z riadiaceho systému.....	20
2.3 Použité komponenty .....	21
2.3.1 Bazén Orlando 4,57x1,07m .....	21
2.3.2 Piesková filtrácia ProStar 4.....	21
2.3.3 Solárny ohrev Pyramída Sun.....	22
2.3.4 Tepelné čerpadlo BP-30WS .....	23
2.3.5 Elektrický ventil CWX-25S .....	24
2.4 Komponenty použité na riadenie a komunikáciu .....	24
2.4.1 Arduino MEGA 2560.....	24
2.4.2 Arduino NANO .....	26
2.4.3 Komunikačný modul HC-12 .....	27
2.4.4 Komunikačný modul HC-05 .....	27
2.4.5 Časový modul DS1302 .....	28



2.5	Senzory.....	28
2.5.1	Tepelný senzor DS18B20 .....	28
2.5.2	Senzor slnečného žiarenia UVM-30A .....	29
2.5.3	Senzor pohybu SECRUI .....	30
2.5.4	Senzor tlaku SE0006.....	30
2.5.5	Tlakový spínač METALFLEX HD 505.....	31
<b>3</b>	<b>Realizácia funkčného vzoru</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Programové vybavenie</b>	<b>34</b>
4.1	Riadiaci systém .....	34
4.2	HDO vysielateľ .....	36
4.3	Aplikácia pre mobil.....	37
<b>5</b>	<b>Bezpečnosť</b>	<b>39</b>
5.1	Norma STN 33 2000-4-41 / 2007 .....	39
5.2	Norma STN 33 2000-7-702 / 2011 .....	40
5.3	Norma STN 33 2000-5-51 / 2018 .....	41
<b>6</b>	<b>Verifikácia na reálnom objekte</b>	<b>43</b>
6.1	Meranie času premiešania vody v bazéne .....	43
6.2	Hlavný rozvádzač.....	44
6.3	Krabička so senzormi .....	46
6.4	Vysielateľ HDO .....	47
6.5	Realizácia na reálnom objekte.....	48
<b>7</b>	<b>Dosiahnuté výsledky</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Záver</b>	<b>55</b>
	<b>Literatúra</b>	<b>56</b>
	<b>Prílohy</b>	<b>59</b>

# Zoznam obrázkov a tabuliek

Obr. 1: Bloková schéma riadiaceho systému.....	17
Obr. 2: Schéma riadiaceho systému.....	18
Obr. 3: Piesková filtrácia ProStar 4 .....	22
Obr. 4: Solárny ohrev Pyramída Sun .....	22
Obr. 5: Tepelné čerpadlo BP-30WS .....	23
Obr. 6: Elektrický ventil CWX-25S .....	24
Obr. 7: Arduino MEGA 2560 .....	25
Obr. 8: Arduino NANO .....	26
Obr. 9: Komunikačný modul HC-05 .....	27
Obr. 10: Časový modul.....	28
Obr. 11: Tepelný senzor.....	29
Obr. 12: Senzor slnečného žiarenia UVM-30A.....	30
Obr. 13: Senzor tlaku .....	31
Obr. 14: Tlakový spínač.....	31
Obr. 15: Simulačný model výšky hladiny .....	32
Obr. 16: Blokový diagram - automatický režim .....	34
Obr. 17: Blokový diagram - riadiaci systém.....	35
Obr. 18: Blokový diagram - HDO vysielateľ .....	36
Obr. 19: Aplikácia pre mobil .....	37
Obr. 20: Zóny podľa normy .....	40
Obr. 21: Graf závislosti teploty vody od času .....	43
Obr. 22: Plošný spoj v hlavnom rozvádzači .....	44
Obr. 23: Hlavný rozvádzač .....	45
Obr. 24: Plošný spoj v krabíčke.....	46
Obr. 25: Krabíčka so senzormi .....	46
Obr. 26: Plošný spoj vysielateľa HDO .....	47
Obr. 27: Vysielateľ HDO .....	47
Obr. 28: Reálny objekt.....	48
Obr. 29: Solárny ohrev s krabíčkou .....	49
Obr. 30: Tlačidlá na ovládanie.....	49
Obr. 31: Solárny panel a ventily .....	50

Obr. 32: Grafy pre slnečný deň.....	52
Obr. 33: Grafy pre polooblačný deň .....	53
Obr. 34: Grafy pre zamračený deň.....	54
Tabuľka 1: Technické parametre bazénu Orlando .....	21
Tabuľka 2: Technické parametre pieskovej filtrácie ProStar 4 .....	21
Tabuľka 3: Technické parametre solárneho ohrevu Pyramída Sun .....	22
Tabuľka 4: Technické parametre tepelného čerpadla BP-30WS.....	23
Tabuľka 5: Technické parametre elektrického ventilu CWX-25S .....	24
Tabuľka 6: Technické parametre Arduino MEGA 2560 .....	25
Tabuľka 7: Technické parametre Arduino NANO .....	26
Tabuľka 8: Technické parametre komunikačného modulu HC-12 .....	27
Tabuľka 9: Technické parametre komunikačného modulu HC-05 .....	27
Tabuľka 10: Technické parametre tepelného senzoru DS18B20 .....	29
Tabuľka 11: Technické parametre detektoru slnečného žiarenia UVM-30A.....	29
Tabuľka 12: Technické parametre senzoru pohybu SECRUI .....	30
Tabuľka 13: Technické parametre senzoru tlaku SE0006 .....	31

# Úvod

Našou úlohou je navrhnúť riadiaci systém pre automatickú reguláciu ohrevu vody v bazénoch s využitím solárneho ohrevu.

Náš problém vznikol pri zakúpení solárneho ohrevu pre bazén. K solárnemu ohrevu nie je možné zakúpiť automatizovaný systém, ktorý by riadil solárny ohrev. Jediné dostupné varianty sú manuálne ventily a časovače do zásuviek. Nevieme efektívne využívať solárny panel. Problém nastáva, keď chceme prioritne využívať nočný prúd pri spustení čerpadla, ale vtedy nesvieti slnko. Taktiež je problém kombinovať solárny ohrev s tepelným čerpadlom bez automatizovaného systému. Tepelné čerpadlo je neefektívne používať, ak je teplota vonku príliš vysoká. Nevieme udržiavať teplotu vody v bazéne. Čerpadlo beží častokrát zbytočne dlho. Ak klesne voda v bazéne a čerpadlo je spustené, alebo tlak v sústave je príliš veľký, môže dôjsť k zničeniu čerpadla. Výrobca zakazuje kúpať sa v bazéne, ak je spustené čerpadlo. Na to veľa ľudí zabúda a kúpe sa aj pri spustenom čerpadle, čo je nebezpečné. My sme v našom automatizovanom systéme všetky tieto problémy vyriešili. [19]

Naším cieľom je zautomatizovať systém ohrevu vody kombináciou solárneho ohrevu a tepelného čerpadla, pritom dbať na bezpečnosť, komfort používania a šetrenie elektrickej energie. Solárny ohrev spustiť len vtedy, keď je UV index dostatočne veľký na to, aby prechod vody cez ohrev mal účinok na teplotu vody. Udržiavame teplotu vody na takú, ako si zvolí používateľ. Ak sa voda nefiltrovala dostatočne dlho počas ohrevu, vodu dofiltrujeme, ak je nízka tarifa. Výrobca udáva, aby sme vodu v bazéne prefiltrovali 2x za deň. Čas, ktorý je potrebné filtrovať vodu v bazéne sa dá vypočítať podľa prietoku čerpadla a objemu vody v bazéne. Pre náš bazén je to 7,5 hodín denne. To je dosť veľa času, preto sa snažíme čerpadlo využívať len vtedy, ak je zapnutá nízka tarifa (lacnejšia elektrická energia). Pri vysokej tarife spúšťame systém len vtedy, keď chceme zohrievať vodu.

Čerpadlo chránime meraním tlaku a kontrolou hladiny vody. Systém automaticky dopúšťa vodu do bazénu. Systém sme zautomatizovali čo najlepšie, aby sme odbremenili užívateľa o čo najviac povinností. Taktiež sme zlepšili bezpečnosť pri filtrovaní vody, systém ihneď čerpadlo vypne, ak zaznamená pohyb v bazéne kombináciou viacerých senzorov. [16]

# **1 Analýza spôsobov a technické prostriedky pre riešenie úlohy**

## **1.1 Typy ohrevov**

### **1.1.1 Elektrický prietokový ohrievač**

Výkon ohrievača môže byť zvyčajne od 3 do 18kW. Voda nie je predhriata, ale ohrieva sa priamo počas prechodu cez ohrev. Výhodou oproti tepelnému čerpadlu je, že vyhrievajú pri akejkoľvek teplote a ich cena je podstatne nižšia. Nevýhodou je veľká spotreba elektrickej energie. [4]

### **1.1.2 Výmenníkový ohrev**

Funguje na princípe vymieňania tepla medzi dvomi tekutinami. Dá sa použiť na ochladzovanie aj na ohrievanie vody. V praxi to znamená, že v nádobe pretekajú dve tekutiny, ktoré sú od seba oddelené stenou, aby nedošlo k zmiešaniu tekutín. Následne sa pri pretekaní oboch tekutín jedna tekutina ochladzuje a druhá tekutina sa zohrieva. Nevýhodou je zložité konštrukčné spracovanie takéhoto ohrevu, pretože je nutné zapojiť ohrievacie médium. Preto je to vhodný ohrev pre zabudované bazény. [4]

### **1.1.3 Ohrev solárnymi panelmi**

Čerpadlo tlačí vodu cez solárny ohrev, ktorý pohlcuje UV žiarenia a tým sa voda pretekajúca cez panel ohrieva. Výhodou je jednoduchá inštalácia, žiadne prevádzkové náklady a nízka cena. Je to najpoužívanější ohrev vody v bazéne v domácnostiach. Na výber máme veľa typov panelov, ktoré sa líšia hlavne veľkosťou a tvarom. Preto si vieme zvoliť panel vhodný pre objem vody v bazéne. [20] Panely vieme zapojiť aj sériovo za sebou. Ak cez panel preteká voda v noci, keď je vonku chladno, tak sa voda v bazéne ochladzuje. To môžeme využiť pri udržiavaní požadovanej teploty v bazéne. Jeho veľkou nevýhodou je jeho účinnosť, keďže ohrev funguje len ak svieti slnko. [4]

### **1.1.4 Tepelné čerpadlá**

Tepelné čerpadlo odoberá teplo z vonkajšieho prostredia a vyššie teplo odovzdá nášmu systému. [21] Nespotrebuje až tak veľa energie ako elektrické prietokové ohrievače, ale ich cena je niekoľko násobne väčšia. Na zohriatie vody majú veľkú účinnosť. Nevýhodou je vysoká cena. Tepelné čerpadlá majú najvyššiu účinnosť pri teplotách vzduchu medzi 15°C až 25°C. [4]

### **1.1.5 Solárna plachta**

Je to doplnok k solárnemu ohrevu. Bráni tepelným stratám v noci a ak na ňu dopadajú slnečné lúče, tak vodu ohrieva. Taktiež znižuje odparovanie vody. Služi aj na chránenie od nečistôt, ktoré padajú do bazéna a tak nahrádza klasickú plachtu.

### **1.1.6 Vhodný ohrev pre náš systém**

Po zanalyzovaní všetkých dostupných riešení sme zhodnotili, že najlepšia kombinácia ohrevu vody v bazéne môže byť:

1. Solárny ohrev + tepelné čerpadlo + solárna plachta
2. Solárny ohrev + elektrický prietokový ohrievač + solárna plachta

Tieto dve riešenia sú skoro rovnaké s tým rozdielom že tepelné čerpadlo je podstatne drahšie ako prietokový ohrievač, ale má menšiu spotrebu elektrickej energie. Pre tento výber sme sa rozhodli kvôli tomu, že chceme kombinovať efektívnosť výhrevu, najvyšší komfort a dosiahnuť čo najnižšiu spotrebu elektrickej energie.

Pre náš systém sme vybrali možnosť číslo 1. Logika v našom riadiacom systéme bude naprogramovaná tak, aby tepelné čerpadlo využívala len keď má najvyššiu účinnosť (15°C až 25°C vonku). Solárny ohrev budeme používať vždy, keď bude dostatočný UV index a teplota vody nebude vysoká. Tieto hodnoty si vie užívateľ nastaviť a tým zvýšiť komfort (rýchlosť výhrevnosti) za cenu väčšej spotreby elektrickej energie. Týmto spôsobom vieme dosiahnuť požadovanú teplotu v bazéne a ušetriť elektrickú energiu, keďže primárne budeme využívať solárny ohrev.

Pri vytváraní reálneho objektu nepoužijeme tepelné čerpadlo. Je to len súčasťou návrhu.

## **1.2 Metóda merania výšky hladiny**

V našom systéme potrebujeme merať výšku hladiny vody. Problém je v tom, že potrebujeme veľmi presné meradlo, pretože nás zaujíma zmena výšky hladiny v rozmedzí +-8cm. Je dôležité, aby senzor fungoval spoľahlivo, pretože ak senzor nezareaguje pri presnej hladine, môže dôjsť k zavzdušneniu čerpadla alebo voda pretečie z bazéna, čo môže viesť k veľkým škodám. Ďalší problém je, že senzor je umiestnený v tesnej blízkosti bazéna a preto musí disponovať dostatočným krytím. Preto som spravil analýzu senzorov a zistil ktorý je pre náš systém najlepši.

### **1.2.1 Ultrazvukový senzor**

Výhodou je jednoduchá montáž. Stačí ho umiestniť nad hladinu vody a natočiť ho smerom k hladine. Senzor vyvoláva vysokofrekvenčné zvukové vlny, ktoré sa odrážajú od hladiny vody a tým vie vypočítať vzdialenosť vody od senzora. Problém nastal pri výbere konkrétneho senzora. Senzor s požadovaným IP krytím a požadovanou presnosťou merania je drahý. Lacné senzory mali presnosť merania  $\pm 2\text{cm}$ . [22]

### **1.2.2 Plavákový senzor**

Pracuje na jednoduchom princípe. Na kovovej tyči máme plavák, ktorý sa hýbe podľa výšky hladiny. Ak hladina dosiahne požadovanú úroveň, tak nám zopne kontakty napojené do mikropočítača, kde následne vieme spracovať signál. V našom prípade je komplikované umiestniť tento senzor do bazéna.

### **1.2.3 Tlakový spínač hladiny**

Tlakovým spínačom meriame hydrostatický tlak, ktorý tlačí na membránu, ktorá spína kontakty. Vieme ním merať malé tlaky, čo znamená že, vieme zaznamenať malé zmeny hladiny.

Tieto spínače sa používajú v bielej technike (práčky, umývačky). Nevýhodou je, že nemeria kontinuálne. Vieme nastaviť len dve výšky hladín, pri ktorých nám budú spínať kontakty (horná a dolná hladina). Výhoda je, že nereaguje na zmeny tlaku okamžite, ale až po dlhšej dobe. To vieme využiť pri prudkých zmenách hladiny, ktoré vznikajú pri kúpaní. Kontakty sa nebudú zopínať pri vzniknutých vlnách, ale len ak sa hladina ustáli.

### **1.2.4 Vhodná metóda merania výšky hladiny pre náš systém**

Ultrazvukový senzor sa zo začiatku zdal ako najlepšie riešenie. Ultrazvukové senzory mali veľkú odchýlku merania, čo je pre náš prípad neprípustné.

Plavákový senzor je najjednoduchšie a najspoľahlivejšie riešenie, ale v našom prípade je veľmi zložitá montáž. Problém je aj to, že pri kúpaní vznikajú veľké vlny ktoré by mohli senzor poškodiť.

Najlepšia metóda pre náš systém je merať výšku hladiny tlakovým spínačom. Nevýhoda je jeho komplikovaná kalibrácia a nastavenie spínania. Od technikov bielej techniky sme zistili najspoľahlivejšie spínače a jeden z nich sme vybrali pre náš systém.

## 2 Návrh riadiaceho systému pre riešenie úlohy

Náš systém bude umiestnený v rozvádzači, do ktorého sú pripojené senzory a naše výstupy. Rozvádzač pripájame do štandardnej zásuvky 230V. Systém obsahuje prúdový chránič, ktorý je nevyhnuté použiť kvôli bezpečnosti. [17] Používame 12V zdroj, na ktorý pripojíme programovateľnú jednotu a niektoré snímače. Na riadenie používame programovateľnú dosku **Arduino Mega**, ktorá disponuje dostatočným počtom vstupov a výstupov pre riadenie nášho systému a tiež má dostatočný výkon na vykonávanie všetkých potrebných výpočtov a operácií. Vstupy zo senzorov pripájame priamo na programovateľnú dosku. Výstupy ovládame pomocou relé modulu a stýkačov.

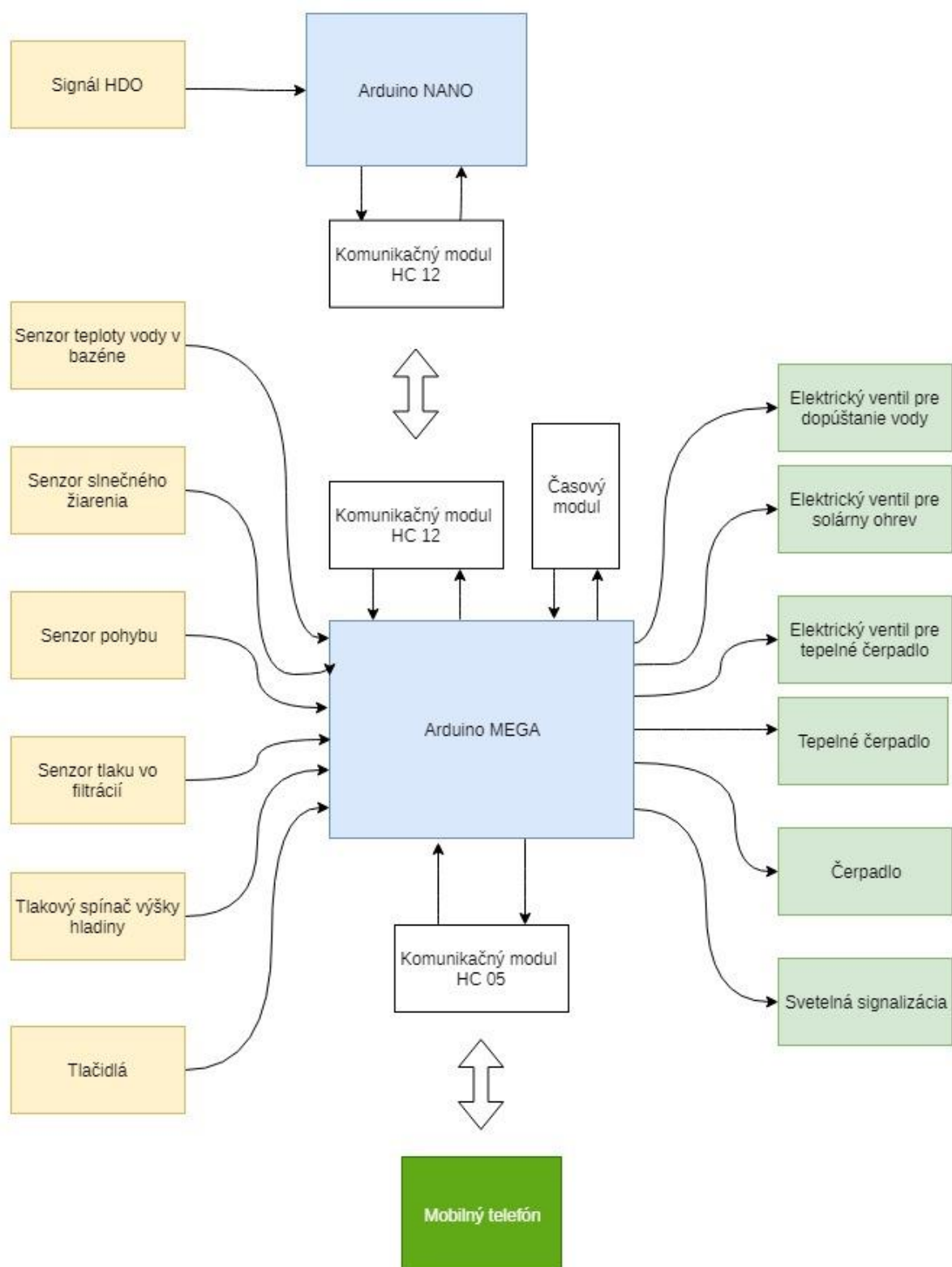
Ak budeme chcieť zo systému získať údaje zo senzorov, získať históriu dát alebo budeme chcieť nastaviť parametre pre náš systém, budeme používať dva typy komunikácie. Pre nastavenie parametrov systému a získanie chybových hlášok budeme používať android smartfón. Pri komunikácií so smartfónom používame bluetooth modul **HC-05**. Druhý typ komunikácie bude cez sériovú linku. Bude potrebné pripojiť sa k systému pomocou počítača cez kábel. Výhodou tejto komunikácie je možnosť posielat' veľa dát a tak vieme zanalyzovať celý systém a jeho fungovanie v posledných dňoch.

Pre uloženie a následné načítanie aktuálneho času, ktorý je pre náš systém dôležitý, používame časový modul **DS1302**, ktorý uchováva čas aj pri výpadku prúdu.

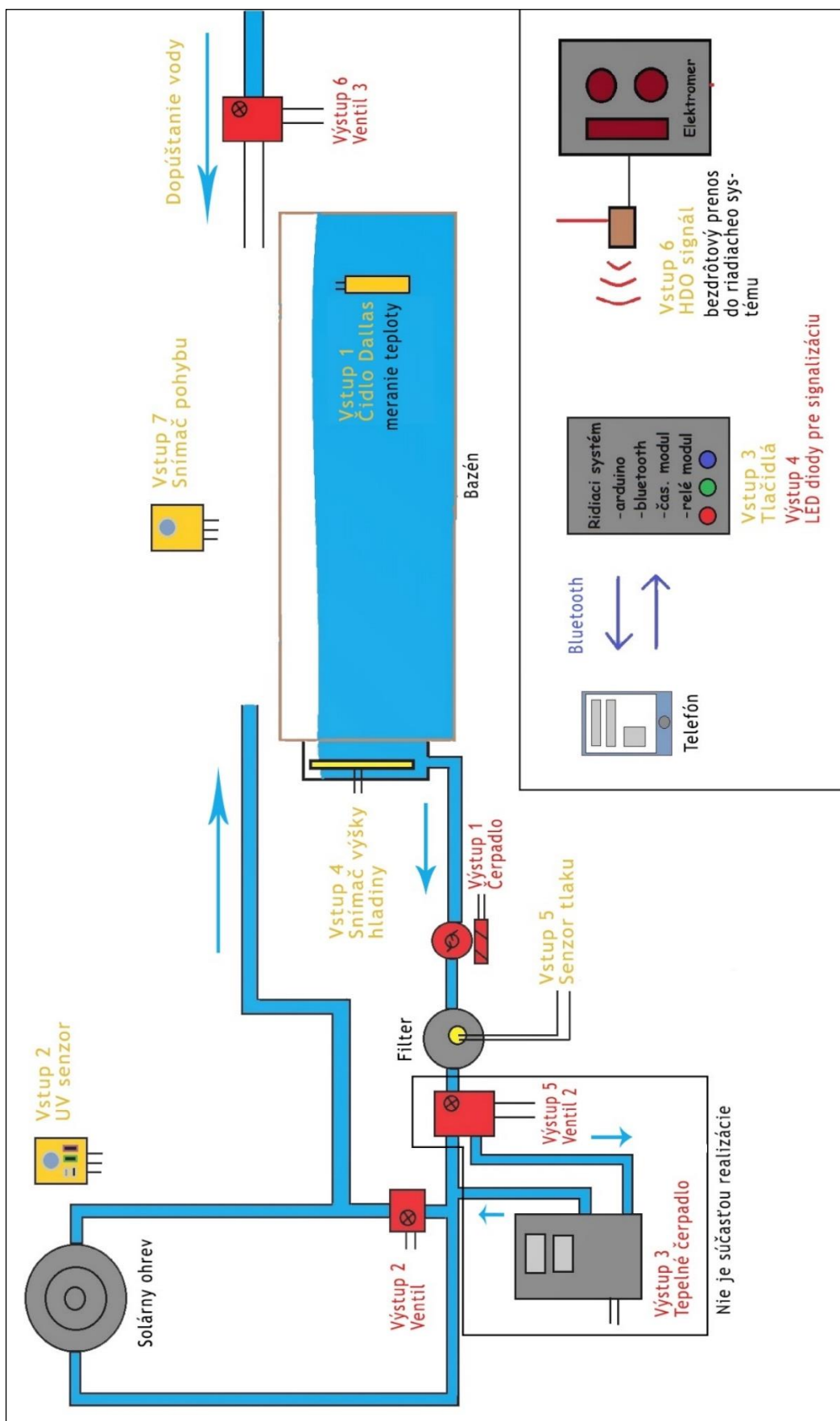
Na základné ovládanie systému slúžia štyri tlačidlá, ktoré sú umiestnené na rozvádzači. Tieto tlačidlá prepínajú tri základné režimy: vypnutý, zapnutý, automatický režim. Štvrté tlačidlo s LED slúži na indikáciu stavu poruchy a následne jej potvrdenie. Pri vypnutom režime odstavíme celý systém. Ak je systém v stave zapnutý, je spustené len čerpadlo a ohrev vody je vypnutý. Tento stav sa využíva hlavne pri čistení bazénovej filtrácie. V automatickom režime systém funguje podľa nami definovaného programu, ktorý si popíšeme neskôr.

Všetky potrebné údaje, ktoré sa môžu stratiť hneď po prijatí zapisujeme do pamäte EEPROM. Slúži na uloženie dát, ktoré sa nestratia aj po odpojení napájania. Tieto údaje načítame do našich premenných vždy pri štarte systému.





Obr. 1: Blokova schéma riadiaceho systému



Obr. 2: Schéma radiaceho systému

## **2.1 Vstupy do riadiaceho systému**

### **Senzor teploty**

Slúži na meranie teploty vody v bazéne. Solárny ohrev a tepelné čerpadlo je spustené len ak teplota vody v bazéne je nižšia ako požadovaná teplota.

### **UV senzor**

Meriame ním slnečné žiarenie, ktoré prepočítame na UV index (0-11) pomocou ktorého vieme určiť, ako veľmi svieti slnko a podľa toho spúšťame solárny ohrev. Maximálne namerané hodnoty boli 7-8. Solárny ohrev spúšťame pri hodnote UV 3-4, čo je pri slnečnom dni približne medzi 9:00-10:00.

### **Tlačidlá**

Na rozvádzači máme umiestnené 4 tlačidlá (ON, OFF, AUTO, Potvrdenie alarmov), ktoré slúžia na základné ovládanie riadiaceho systému. Tieto tlačidlá majú zabudované 4 farebné LED diódy, ktoré nás informujú, v akom stave sa nachádza riadiaci systém.

Pre viac informácií alebo pre nastavenie systému sa do riadiaceho systému pripojíme pomocou bluetooth spojenia cez android smartfón.

### **Snímač výšky hladiny**

Výšku hladiny meriame pomocou hladinového spínača, ktorý je dostatočne presný na to, aby sme ho mohli použiť. Spínač využívame na tieto účely:

- ak je hladina vody príliš nízka musíme ihneď zastaviť čerpadlo, aby sme nezačali nasávať vzduch a nedošlo k poškodeniu čerpadla
- ovládame pomocou neho ventil na dopúšťanie vody do bazéna - zabránime pretečeniu vody z bazéna pri napúšťaní a zabezpečíme aby hladina vody neklesla pod úroveň kedy čerpadlo začne nasávať vzduch
- ak zaznamenáme pohyb hladiny vody, vieme, že v bazéne sa niekto nachádza a preto systém ihneď zastaví čerpadlo.

### **Senzor tlaku**

Meriame tlak v sústave. Ak sa tlak začne zvyšovať, vizuálne upozorníme užívateľa, že je potrebné vyčistiť filtráciu. Ak je tlak príliš veľký, tak zastavíme chod čerpadla.

### **HDO signál**

V našom systéme používame HDO signál pre úsporu energie. Primárne využívame čerpadlo a tepelné čerpadlo, ak je zapnutá nízka tarifa. HDO signál dostávame do nášho

systemu bezdrôtovo. Pri elektromer umiestnime druhé arduino, ktoré odosiela informáciu o HDO signáli do arduina v riadiacom systéme. [23]

### **Snímač pohybu**

Používame na kontrolu pohybu osôb v bazéne, ale aj mimo bazénu. Ak senzor zaznamená pohyb pri bazéne a v bazéne, systém privedieme do režimu OFF, aby sme zabránili tomu, aby sa voda filtrovala keď sa niekto nachádza v bazéne a tým porušovali bezpečnostnú normu.

## **2.2 Výstupy z riadiaceho systému**

### **Čerpadlo**

Ovládame ním celú sústavu. Čerpadlo nevieme regulovať. Má dva stavy: vypnuté a zapnuté. Preto je potrebné zvoliť čerpadlo s vhodným prietokom pre konkrétny bazén. Ak máme zatvorené všetky ventily voda preteká len cez filtráciu a vracia sa späť do bazéna. Tento režim používame, ak cez deň nie je zapnutý ohrev dostatočne dlho (v bazéne je teplota vody dostatočne vysoká), aby sa voda v bazéne prefiltrovala na požadovaný čas počas režimu nízkej tarify.

### **Ventil pre solárny ohrev**

Ak je ventil otvorený, voda obchádza solárny ohrev cez vetvu ktorá má menší odpor. Ak ventil zavrieme, tak voda prechádza cez solárny ohrev.

### **Tepelné čerpadlo**

Používame, ak slnko nesvieti dostatočne na to, aby sme vyhriali bazén pomocou slnečného žiarenia.

### **Svetelná signalizácia**

Pomocou rôznych farieb informujeme užívateľa, v akom stave sa systém nachádza a upozorňujeme ho na chyby. Pre viac informácií je potrebné pripojiť sa pomocou smartfónu, kde získame podrobné informácie, záznamy o chybách a overíme históriu ako systém pracuje.

### **Ventil pre tepelné čerpadlo**

Ak je ventil zatvorený, obchádzame tepelné čerpadlo. Keď ho otvoríme voda preteká cez tepelné čerpadlo.

### **Ventil pre dopúšťanie vody**

Pomocou snímača výšky hladiny ovládame tento ventil a tak udržiavame hladinu vody na požadovanej úrovni. Toto využívame aj pri prvotnom napúšťaní vody, aby voda nepretiekla von z bazénu.

## 2.3 Použité komponenty

### 2.3.1 Bazén Orlando 4,57x1,07m

Bazén má priemer 4,57 metra a jeho výška je 1,07 metra. Jeho časť 0,4 metra je zapustená v zemi. Objem vody v bazéne je 15m<sup>3</sup>. Optimálna hĺbka vody v bazéne je 0,92 metra (udávaná výrobcom). Túto hĺbku vody budeme udržiavať pomocou automatického dopúšťania vody. Týmto parametrom bazéna sme prispôbili náš systém a použité komponenty. [3]

Tabuľka 1: Technické parametre bazénu Orlando

Priemer bazéna	4,57 m
Výška bazéna	1,07 m
Hĺbka vody	0,92 m
Objem vody v bazéne	15 m <sup>3</sup>

### 2.3.2 Piesková filtrácia ProStar 4

Túto filtráciu sme zvolili na základe objemu vody v bazéne. Filtrácia je určená pre maximálne množstvo vody v bazéne 20m<sup>3</sup>, tým pádom je vhodná pre náš objem vody 15m<sup>3</sup>. Filtrácia obsahuje čerpadlo, ktoré spína náš systém. Ovládanie realizujeme tak, že čerpadlo pripojíme do zásuvky na riadiacom systéme a zásuvku spína náš systém. Výhodou je jednoduchá inštalácia, keďže filtráciu treba každý rok zazimovať. Musíme použiť prúdový chránič s vypínacím prúdom 30 mA. Tlak v sústave meriame a vyhodnocujeme ho v systéme. [3]

Tabuľka 2: Technické parametre pieskovej filtrácie ProStar 4

Prietok	4 m <sup>3</sup> / hod
Napätie	230V / 50 Hz
Príkon	200 W
Maximálna teplota vody	35 °C
Krytie	IP X4
Maximálny tlak	1,5 bar
Maximálny objem vody	20.000 litrov



Obr. 3: Piesková filtrácia ProStar 4

### 2.3.3 Solárny ohrev Pyramída Sun

Pripojili sme ho sériovo za čerpadlo. Ventilom upravujeme, kadiaľ bude voda pretekať, a ak ventil zatvoríme voda bude pretekať cez ohrev. Pre väčšiu účinnosť môžeme zapojiť dva alebo viac solárnych ohrevov sériovo za sebou prípadne zvoliť väčší solárny ohrev. Výkon čerpadla je pre tento ohrev dostatočný. Jeho výhodou sú malé rozmery a jednoduchá inštalácia. [3]

Tabuľka 3: Technické parametre solárneho ohrevu Pyramída Sun

Rozmery	59 x 59 x 28 cm
Potrebný výkon filtrácie	2 m <sup>3</sup> /hod



Obr. 4: Solárny ohrev Pyramída Sun

### 2.3.4 Tepelné čerpadlo BP-30WS

Čerpadlo je podľa výrobcu vhodné pre bazény s objemom do 18m<sup>3</sup> a preto je vhodný pre náš systém. Pri výbere sme sa zameriavali hlavne na tento parameter a cenu, pretože sú drahé. Čerpadlo patrí medzi tie menšie, preto cena nie je veľmi vysoká a výkon čerpadla nie je veľmi veľký, čo sa prejaví na úspore elektrickej energie. Tepelné čerpadlo zapíname rovnako ako filtráciu pomocou zásuvky, ktorú spína náš systém. Pri používaní musíme tiež prepnúť ventil, aby voda pretekala cez tepelné čerpadlo. Účinnosť tohto čerpadla veľmi klesá pri teplote vyššej ako 25 °C, preto vodu pomocou čerpadla budeme ohrievať len do tejto hodnoty. Na zohriatie vyššej teploty budeme používať len solárny ohrev. [2]

Tabuľka 4: Technické parametre tepelného čerpadla BP-30WS

Napätie	230/50 V/Hz
Príkon	0,6 kW
Prevádzkový výkon	0,5 kW
Optimálny prietok	2,8 m <sup>3</sup> /h
Hlučnosť	46 dB
Najvyššia účinnosť	15 - 25 °C



Obr. 5: Tepelné čerpadlo BP-30WS

### 2.3.5 Elektrický ventil CWX-25S

Používame dva tieto ventily. Jedeným púšťame vodu cez solárny ohrev a druhý ventil slúži na dopúšťanie vody do bazéna. Tento ventil sa umiestni medzi vodovodné potrubie v domácnosti a hadicu, ktorá je napojená na bazén. Ventil je bez napätia uzavretý, tým zabránime pretečeniu vody z bazéna pri výpadku prúdu. [6]

Tabuľka 5: Technické parametre elektrického ventilu CWX-25S

Napätie	12-24 V
Otvárací/Zatvárací čas	8 sekúnd
Maximálny tlak	1 Mpa
Krytie	IP65



Obr. 6: Elektrický ventil CWX-25S

## 2.4 Komponenty použité na riadenie a komunikáciu

### 2.4.1 Arduino MEGA 2560

Na riadenie nášho systému použijeme mikrokontroléry od spoločnosti Arduino. Z ich ponuky sme si vybrali dva produkty, ktoré nám vyhovovali čo najviac. Pri výbere arduina, ktoré je umiestnené v rozvádzači bol náš hlavný parameter počet digitálnych vstupov a výstupov, aby sme mohli spracovať všetky signály.



Je to mikrokontrolér, v ktorom bude bežať náš program. Má svoju vnútornú pamäť, kde uchovávame údaje. Taktiež vie komunikovať cez sériovú linku, ktorú využívame pri prenose údajov. Naše vstupy zo senzorov sú pripojené priamo do Arduina.

Výstupy spíname pomocou relé a stykačov, ktoré sú pripojené do mikrokontroléra. S mobilným telefónom sa pripájame pomocou bluetooth modulu priamo do Arduina. [12]

Pôvodné Arduino Uno sme museli nahradiť pretože nedisponovalo dostatočným počtom digitálnych vstupov a výstupov. Arduino Mega je vhodné pre komplikovanejšie projekty, disponuje väčším počtom vstupov/výstupov a má väčší výkon. [1]

Tabuľka 6: Technické parametre Arduino MEGA 2560

Mikrokontrolér	ATmega2560
Operačné napätie	5 V
Vstupné napätie	6 - 20 V
Digitálne vstupy/výstupy	54 (15 PWM výstupov)
Analógové vstupy	16
Flash pamäť	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB



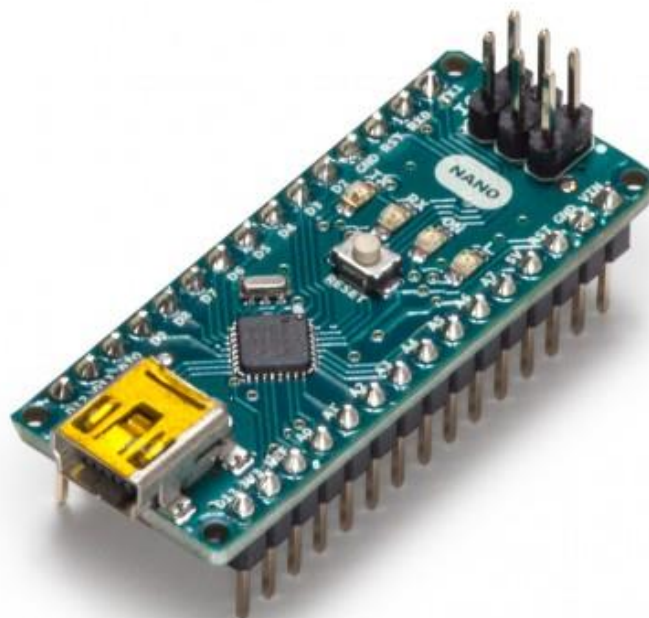
Obr. 7: Arduino MEGA 2560

### 2.4.2 Arduino NANO

Je podobný mikrokontrolér ako Arduino Mega. Jeho výhodou je jeho veľkosť, kompaktnosť, cena a je pripravené na osadenie do plošného spoja. Nevýhodou je menšia pamäť a počet vstupov/výstupov. Keďže ho používame len na zistenie HDO signálu a následný prenos do riadiaceho systému je pre nás najlepšou voľbou. [1]

Tabuľka 7: Technické parametre Arduino NANO

Mikrokontrolér	ATmega328
Operačné napätie	5 V
Vstupné napätie	7-12 V
Digitálne vstupy/výstupy	22 (6 PWM)
Analógové vstupy	8
Flash pamäť	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB



Obr. 8: Arduino NANO

### 2.4.3 Komunikačný modul HC-12

Komunikačné moduly použijeme dva. Jeden na odosielanie informácií, ktorý bude umiestnený pri zariadení, ktoré vysiela HDO signál. Kontakty z tohto zariadenia pripojíme do nášho pomocného obvodu a ten bude vysielať pomocou komunikačného modulu informáciu o HDO do nášho systému cez sériovú linku. [7]

Tabuľka 8: Technické parametre komunikačného modulu HC-12

Napájanie	3,2 - 5,5 V
Maximálna vzdialenosť	600-1000m
Frekvencia	433 MHz
Počet kanálov	1-100
Prúdový odber	16 mA / 100 mA

### 2.4.4 Komunikačný modul HC-05

Komunikačný modul je umiestnený v rozvádzači. Slúži na komunikáciu systému s telefónom. Komunikácia prebieha pomocou sériovej linky rýchlosťou 9600 baud. Pri jeho testovaní bolo spojenie spoľahlivé a dosah bol približne 8-9 metrov, čo je pre náš prípad dostačujúce. [25]

Tabuľka 9: Technické parametre komunikačného modulu HC-05

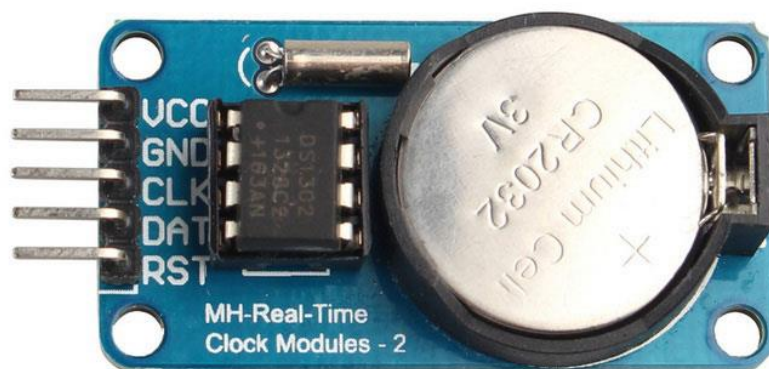
Napájanie	3,3 - 6 V
Maximálna vzdialenosť	10m
Prúdový odber	2 mA / 40 mA



Obr. 9: Komunikačný modul HC-05

### 2.4.5 Časový modul DS1302

Tento modul pracuje s napätím 5V. Vieme doňho zapisovať a následne čítať čas. Tento čas bude nastavovaný cez aplikáciu a čítaný bude pri výpadku prúdu. Modul vie pracovať so sekundami, minútami, hodinami, dňami, mesiacmi a rokmi. V našom systéme používame len minúty a hodiny. Nepotrebujeme zaznamenávať sekundy, keďže v našom systéme nepotrebujeme úplne presný čas a len by sme tým zaťažovali systém. [24]



Obr. 10: Časový modul

## 2.5 Senzory

Po analýze možností ako vieme merať naše potrebné veličiny sme podľa recenzií a parametrov vybrali najvhodnejšie senzory pre náš systém. Pri výbere senzorov bol hlavný parameter jeho odolnosť voči vode. Väčšinu veličín meriame pomocou analógového vstupu, kde vstupné napätie prerátame na inžinierske jednotky, s ktorými následne pracujeme v programe. Pri načítaní údajov z niektorých senzorov používame digitálne vstupy, napr. pri senzore pohybu alebo pri meraní výšky hladiny dostávame impulz, že sa niekto v bazéne pohybuje alebo hladina vody je vysoká/nízka. [16]

### 2.5.1 Tepelný senzor DS18B20

Senzor pripájame na digitálny vstup Arduina. Senzor bude ponorený vo vode, preto sme museli zvoliť vhodné krytie. Výhodou tohto senzoru je, že môžeme pripojiť viac senzorov na jeden dátový vodič, tým vieme merať viac teplôt a zaberá nám to len jeden dátový vstup. [8]

Tabuľka 10: Technické parametre tepelného senzoru DS18B20

Napájanie	3 - 5,5 V
Rozsah merania	-55 °C - 125°C
Presnosť merania	+/- 0,5 °C
Krytie	IP67



Obr. 11: Tepelný senzor

### 2.5.2 Senzor slnečného žiarenia UVM-30A

Senzor je umiestnený pri solárnom ohreve a je pripojený na analógový vstup Arduina. [5] Senzor sa nevyrába s potrebným krytím a preto sme ho umiestnili do nami vytvoreného obalu. Pri testovaní sme zistili, že rôzne materiály UV index veľmi skresľujú, alebo ho neprepúšťajú vôbec. Po analýze možných riešení sme zvolili ako najvhodnejšiu možnosť skúmavku z kremenného skla, ktorá prepúšťa UV svetlo. [9]

Tabuľka 11: Technické parametre detektoru slnečného žiarenia UVM-30A

Napätie	3 - 5 V
Presnosť	+/- 1 UV index
Výstupné napätie	0 - 1 V
Snímaná vlnová dĺžka	200nm - 370nm
Pracovná teplota	-20°C - 85°C
Operačný prúd	0,06 mA
Maximálny prúd	0,1 mA



Obr. 12: Senzor slnečného žiarenia UVM-30A

### 2.5.3 Senzor pohybu SECRUI

Senzor pripájame na digitálny vstup a pri zaznamenaní pohybu nám na vstup dáva impulz, ktorý následne spracujeme. Senzor musíme umiestniť presne, aby nám pokryl vchod do bazénu, ale aj celý bazén. Taktiež ho musíme nastaviť tak, aby nezaznamenával pohyb osôb v okolí bazéna a zbytočne nevypínal čerpadlo. To znamená, že senzor bude umiestnený tiež v blízkosti vody a preto musí disponovať dostatočným IP krytím. [27]

Tabuľka 12: Technické parametre senzoru pohybu SECRUI

Napätie	12 V
Pracovná teplota	-10°C - 50°C
Rozsah snímania	140 °
Vzdialenosť snímania	5 - 10 metrov
Krytie	IP44

### 2.5.4 Senzor tlaku SE0006

Senzor namontujeme do filtrácie namiesto ručičkového ukazovateľa. Pripojíme ho na analógový vstup. Maximálny tlak, ktorý môže byť na filtrácii je 1,5 Baru. Ideálny tlak je 0,5 Baru. Tlak vo filtrácii sa zvyšuje, keď je filter znečistený a vtedy treba filtráciu vyčistiť. Vysoký tlak signalizujeme modrým blikajúcim svetlom. [26]



Tabuľka 13: Technické parametre senzoru tlaku SE0006

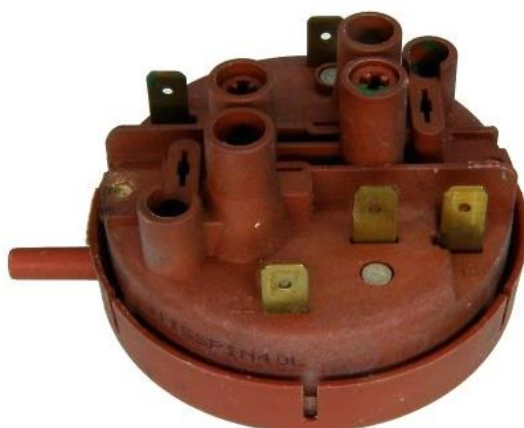
Napätie	5 V
Výstup	0.5 - 4.5 V
Rozsah merania	0 - 0.2 MPa (0-2 Bar)
Maximálny tlak	0.24 MPa
Chyba merania	1,5%



Obr. 13: Senzor tlaku

### 2.5.5 Tlakový spínač METALFLEX HD 505

Tento spínač je určený na merania hladiny vody v práčke. V našom systéme funguje tiež spoľahlivo. Jeho nevýhodou je jeho náročná kalibrácia a náročné testovanie. Pre jeho kalibráciu sme museli vytvoriť simulačný model výšky hladiny a testovaním nastaviť správne hodnoty, kedy sa majú kontakty zopínať.



Obr. 14: Tlakový spínač



Obr. 15: Simulačný model výšky hladiny

1. Tlakový spínač
2. Požadovaná výška hladiny
3. Prepoj medzi simulačným modelom (následne bazénom) a tlakovým spínačom



### 3 Realizácia funkčného vzoru

Ak by sme chceli náš systém hneď po programovaní pripojiť na všetky senzory a zapojiť výstupy, bolo by veľmi zložité odsledovať fungovanie celého algoritmu. V kóde sa môžu nachádzať malé, ale aj veľké chyby, ktoré by mohli zapríčiniť veľké škody pri prevádzke. Veľa vecí nevieme odsledovať a vyskúšať na reálnom objekte. Preto sme sa rozhodli najskôr celý systém odsimulovať a tak odstrániť čo najviac chýb. [18]

Celý náš systém sme si vyskladali a pospájali cez kontaktné polia. Niektoré vstupy sme nahradili tlačidlami alebo potenciometrami. Namiesto výstupov sme zopínali LED diódy. Plynutie času sme umelo zrýchlili, aby sme mohli sledovať funkčnosť nášho systému v kratšom čase.

Začali sme so simulovaním jednoduchého správania a postupne sme úlohy komplikovali. Systém sme sa snažili dostať do všetkých možných stavov. Týmto spôsobom sme sa snažili nájsť čo najviac chýb a postupne ich odstraňovať. Správanie výstupov v závislosti od vstupu sme ukladali do pomocných premenných a následne študovali či sa systém správal v príslušných stavoch správne.

Po dokončení simulácie a oprave chýb sme následne mohli začať s nahadzovaním do reálnych podmienok. Reálne podmienky sa vždy trochu líšia od simulovaných a preto sme pozorovali správanie aj na reálnom objekte. Analyzovali sme históriu správania a tak hľadali chyby a upravovali program. Niektoré chyby sa objavia až časom, ale snažili sme sa ich čo najviac minimalizovať.

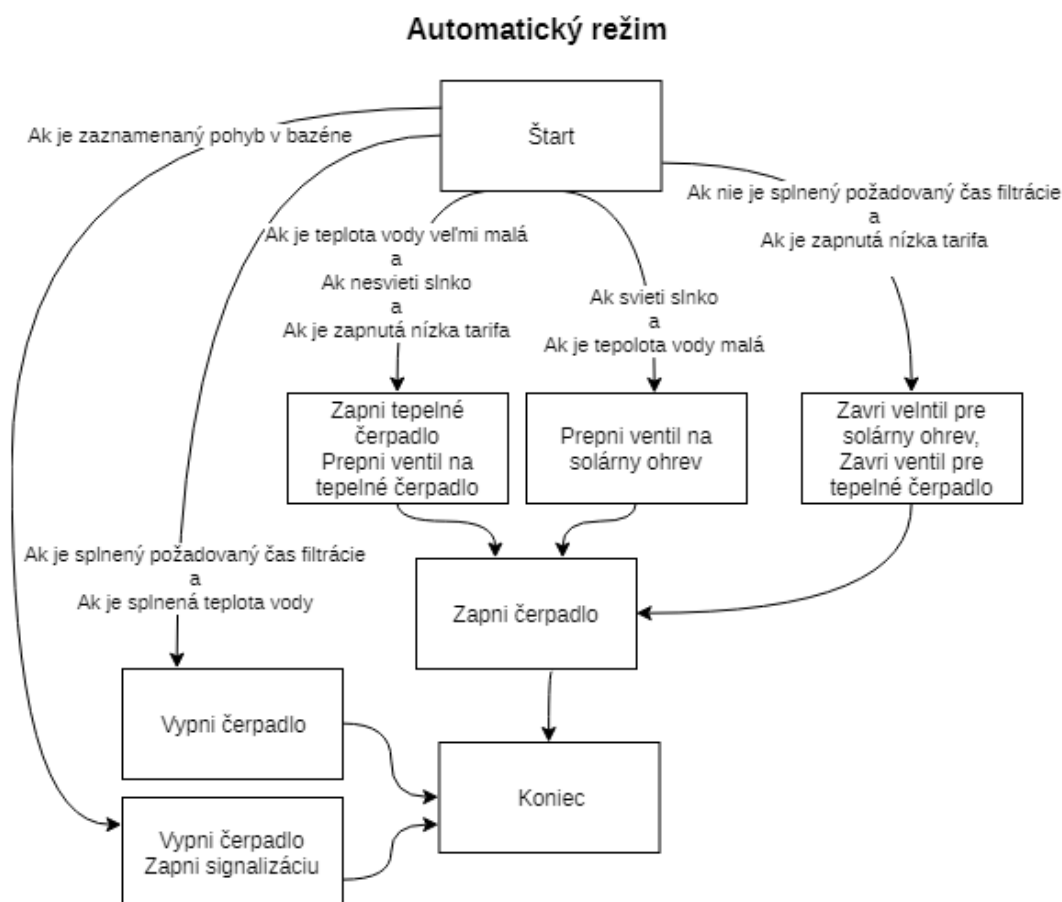
## 4 Programové vybavenie

Arduino projekty sú naprogramované v prostredí Arduino IDE 1.8.9. [15] Aplikácia je naprogramovaná cez webové rozhranie MIT app inventor.[11] Kódy programov sa nachádzajú v prílohe.

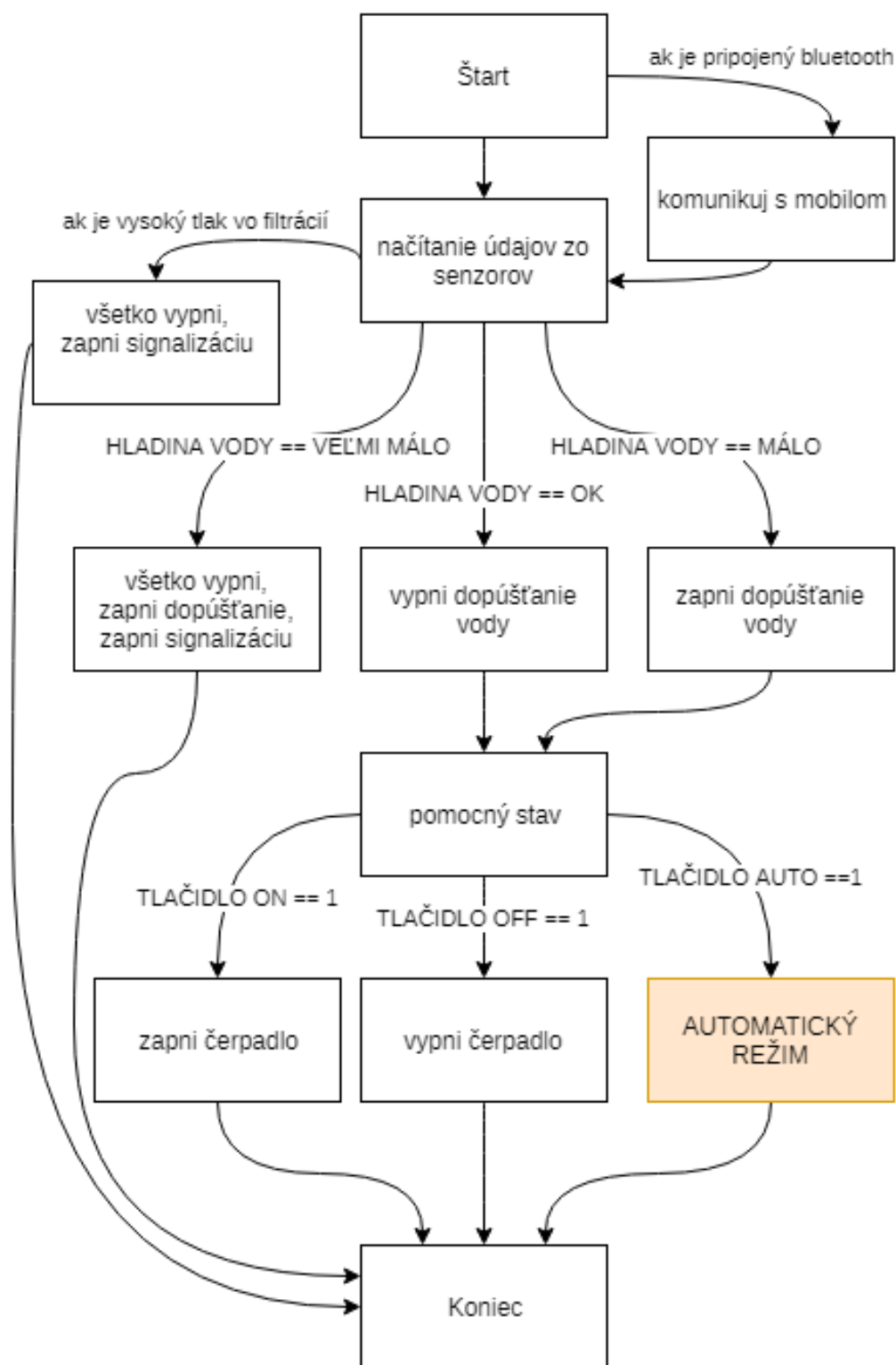
### 4.1 Riadiaci systém

Riadiaci systém sa nachádza v hlavnom rozvádzači. Riadiac jednotka je arduino MEGA, do ktorého sú pripojené vstupy a výstupy. Vstupy do systému: senzor teploty, UV senzor, tlačidlá, snímač výšky hladiny, senzor tlaku, prijímač komunikačného modulu, snímač pohybu. [14]

- Výstupy zo systému: čerpadlo, ventil pre solárny ohrev, ventil pre dopúšťanie vody, tepelné čerpadlo, svetelná signalizácia, ventil pre tepelné čerpadlo



Obr. 16: Blokový diagram - automatický režim



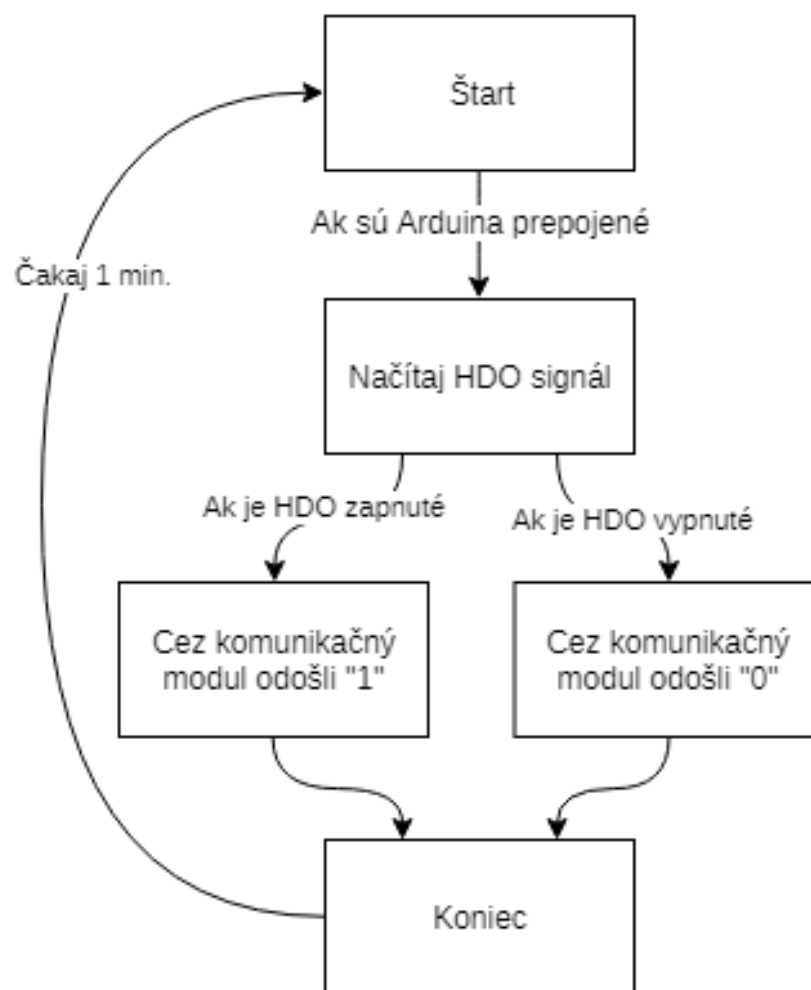
Obr. 17: Blokový diagram - riadiaci systém

## 4.2 HDO vysielateľ

HDO vysielateľ bude pomocný elektrický obvod, ktorý bude umiestnený pri zdroji HDO signálu. Na spracovanie signálu použijeme arduino Nano a pomocou komunikačného modulu budeme vysielateľ informáciu do nášho systému o stave HDO cez sériovú linku.

- Vstupy: signál HDO
- Výstupy: vysielateľ komunikačného modulu

**Blokový diagram programu:**



Obr. 18: Blokový diagram - HDO vysielateľ

### 4.3 Aplikácia pre mobil

Aplikáciu sme vytvárali cez webové rozhrania <http://appinventor.mit.edu>. Aplikácia má jednoduché grafické rozhranie a snažili sme sa ju vytvoriť tak, aby bola pre užívateľa čo najľahšie pochopiteľná. Pri práci s aplikáciou je potrebné najskôr zapnúť bluetooth. [11]



Obr. 19: Aplikácia pre mobil

Aplikácia je jednoduchá na ovládanie a má tieto funkcie:

- Pripojiť - vypíše nám zoznam dostupných zariadení, vyberieme náš bazén a následne sa aplikácia automaticky spojí s našim systémom a vypíše hlášku o úspešnom/neúspešnom pripojení.
- Načítaj dáta - aplikácia odošle do arduina špeciálnu šifru, ak arduino zaznamená túto šifru spätne odošle všetky požadované údaje späť do mobilu. Následne ich spracuje a vypíše užívateľovi na obrazovku.
- Poslať - všetky údaje, ktoré užívateľ zadá do aplikácie budú odoslané do systému. V systéme sa hneď zapíšu do pamäte EEPROM. Môžeme to overiť následným načítaním dát.
- Odpojiť - najskôr sa aplikácia odpojí od riadiaceho systému a následne sa vypne bez dodatočného ukladania dát.

Teplotu vody vieme nastaviť na MIN, MAX alebo si vyberieme konkrétnu požadovanú teplotu. Ak nastavíme MIN, solárny ohrev sa nikdy nezapne. Ak nastavíme hodnotu MAX tak ohrev je zapnutý vždy ak je dostatočný UV index, bez ohľadu na teplotu vody.

Zobrazovaný čas v aplikácií je čas ktorý je nastavený v časovom module. Čas v aplikácií sa vždy nastaví podľa systémového času v telefóne a ten sa následne odošle do nášho systému.

V aplikácií vieme nastaviť požadovaný čas filtrácie a spínaciu hodnotu, kedy sa má spustiť solárny ohrev. Sú v nej zobrazené údaje zo senzorov: UV inde, HDO, výška hladiny a tlak vo filtrácií.

## 5 Bezpečnosť

Pred začatím s tvorbou projektu sme si najskôr našťudovali príslušnú normu a riadili sa ňou počas celej realizácie. Filtračné zariadenie by sme mali umiestniť v blízkosti bazéna a tým zabránime zbytočným tlakovým stratám. Taktiež riadiaci systém by mal byť umiestnený čo najbližšie k bazénu. Preto sme sa ho snažili umiestniť čo najbližšie k bazénu ako norma dovoľuje. Musíme dbať na ochranné IP krytie všetkých zariadení a dodržať ich vzdialenosť od bazéna.

Filtrovanie vody počas pobytu osôb v bazéne je vzhľadom k rôznym miestnym, národným a medzinárodným nariadením zakázané z bezpečnostných dôvodov. Preto, ak systém zdeteguje pohyb v bazéne je čerpadlo ihneď zastavené.

### 5.1 Norma STN 33 2000-4-41 / 2007

Citácia z normy:

*N1.2.1 Priestory s triedami vonkajších vplyvov AD2, AD3, AD4, AF4.*

*Použije sa doplnková ochrana podľa kapitoly 415.*

Citácia z normy - kapitola 415:

*415.1 Doplnková ochrana: prúdové chrániče (RCD)*

*Použitie prúdových chráničov (RCD) s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom nepresahujúcim 30 mA sa v striedavých systémoch uznáva ako doplnková ochrana v prípade zlyhania opatrení na základnú ochranu (ochranu pred priamym dotykom) a/alebo ako ochrana pri poruche (ochrana pred nepriamym dotykom) alebo pri neopatrnosti používateľov.*

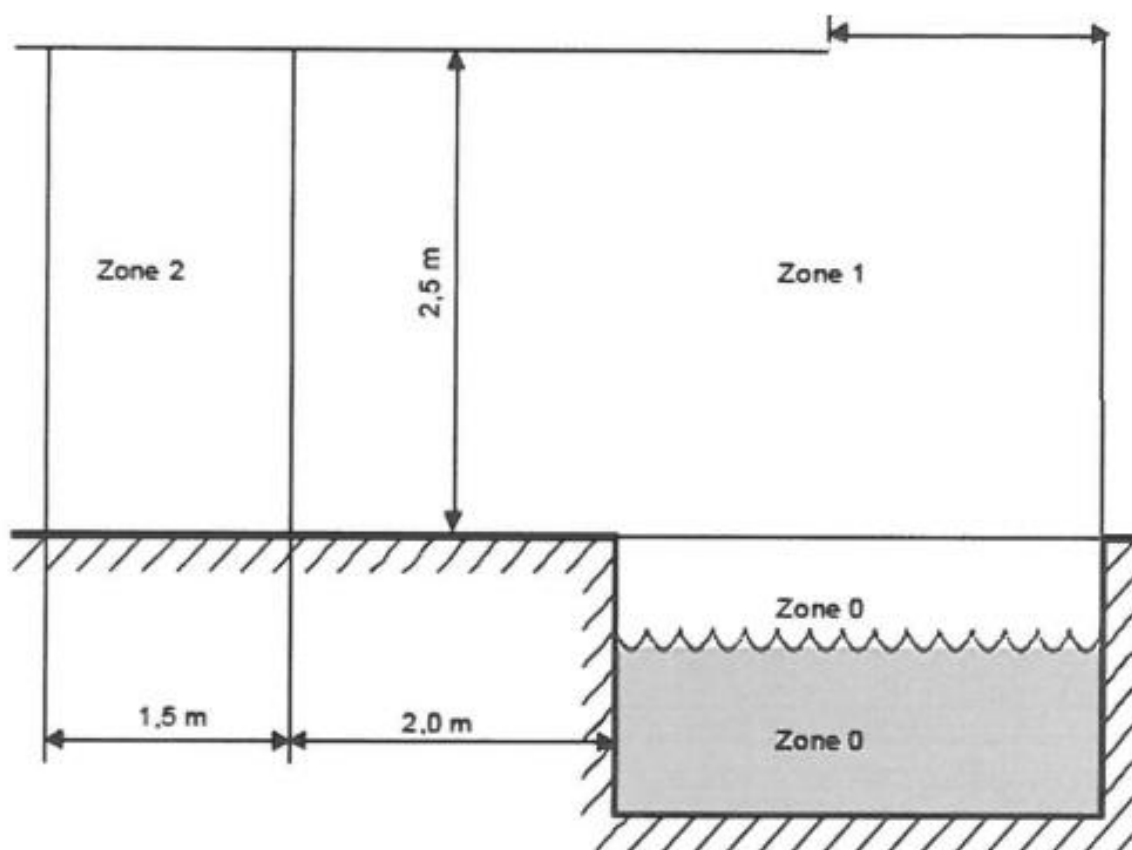
*Použitie takýchto prístrojov sa neuznáva ako jediný prostriedok ochrany a nezbavuje povinnosti použiť ochranné opatrenia stanovené v kapitolách 411 až 414*

V rozvádzači sa nachádza prúdový chránič s vybavovacím prúdom minimálne 30mA, aby sme splnili podmienky normy. Pri tvorbe a umiestnení rozvádzača sme splnili všetky požiadavky normy.

## 5.2 Norma STN 33 2000-7-702 / 2011

Táto norma je špecializovaná pre bazény a fontány. Náš projekt spĺňa všetky požiadavky z tejto normy.

Norma definuje tri základné zóny: Zóna 0, Zóna 1, Zóna 2. Na obrázku nižšie sú definované. Zóna 0 predstavuje priestor v bazéne. Zóna 1 predstavuje priestor nad bazénom do výšky 2,5m a 2m od bazéna. Zóna 2 siaha 3,5m od steny bazénu a do výšky 2,5m.



Obr. 20: Zóny podľa normy

Citácia z normy:

*V zónach 0, 1 a 2 elektrické rozvody nesmú mať prístupové kovové kryty. Kovové kryty, ktoré sú neprístupné, musia sa spojiť s doplnkovým spájaním.*



Keďže náš hlavný rozvádzač je kovový, nie je možné aby bol umiestnený ani v jednej z týchto zón. Preto je umiestnený 3,5m od steny bazéna a nespadá ani do jednej z týchto zón.

Čerpadlo s filtráciou má tiež kovový kryt a preto je umiestnený vedľa hlavného rozvádzača mimo zón. Taktiež to odporúča výrobca.

Citácie z normy:

*V zónach 0 a 1 sa dovoľuje iba ochrana SELV pri menovitom napätí neprevyšujúcom striedavú hodnotu 12V alebo jednosmernú hodnotu 30 V, s výnimkou že platí 702.55.104. Zdroj napájania musí byť inštalovaný mimo zóny 0 a 1.*

*Ak sa používa SELV bez ohľadu na menovité napätie, musí sa základná ochrana (ochrana pred priamym dotykom) zaistiť zábranami alebo krytmi poskytujúcimi stupeň ochrany aspoň IP2X podľa EN 60529.*

V zóne 1 sa nachádza naša plastová krabica, kde sú umiestnené naše komponenty. Táto krabica je prepojená s hlavným rozvádzačom, v ktorom sa nachádza zdroj, ktorý slúži aj ako bezpečnostný oddelovací transformátor. Pracujeme len s 12 V jednosmerným napätím teda spĺňame požiadavky SELV. Táto krabica spĺňa stupeň ochrany IP2X.

Taktiež sa v zóne 1 nachádzajú dva elektrické ventily. Sú otvárané/zatvárané, keď privedieme na vstup 12V. Ich krytie je IP65, takže sú vhodné na vonkajšie použitie vo vlhkom prostredí. Aj v tomto prípade spĺňame požiadavky normy.

### **5.3 Norma STN 33 2000-5-51 / 2018**

Táto norma sa špecializuje na elektrické inštalácie budov - výber a stavba elektrický zariadení. Touto normou sme sa riadili pri výbere, umiestnení a tvorbe rozvádzača.

Náš hlavný rozvádzač patrí do skupiny AD4 - Striekajúca voda. Norma o tejto skupine hovorí [17]:

*Voda môže striekať vo všetkých smeroch. Miesta, v ktorých zariadenie môže byť vystavené striekajúcej vode; vzťahuje sa to napr. na niektoré*

*vonkajšie svietidlá, zariadenia stavenísk. Musia mať minimálne krytie IPX4.*

*Prednostne sa majú používať nástenné rozvádzače so stupňom ochrany krytom aspoň IP43 z nevodivého korózne odolného materiálu.*

Náš rozvádzač má krytie IP54. Do rozvádzača sú nainštalované zásuvky a tlačidlá, ktoré majú v sebe zabudované LED diódy pre indikáciu stavu. Zásuvky majú krytie IP44 a tlačidlá majú krytie IP67. LED diódy pracujú s napätím 5V.

## 6 Verifikácia na reálnom objekte

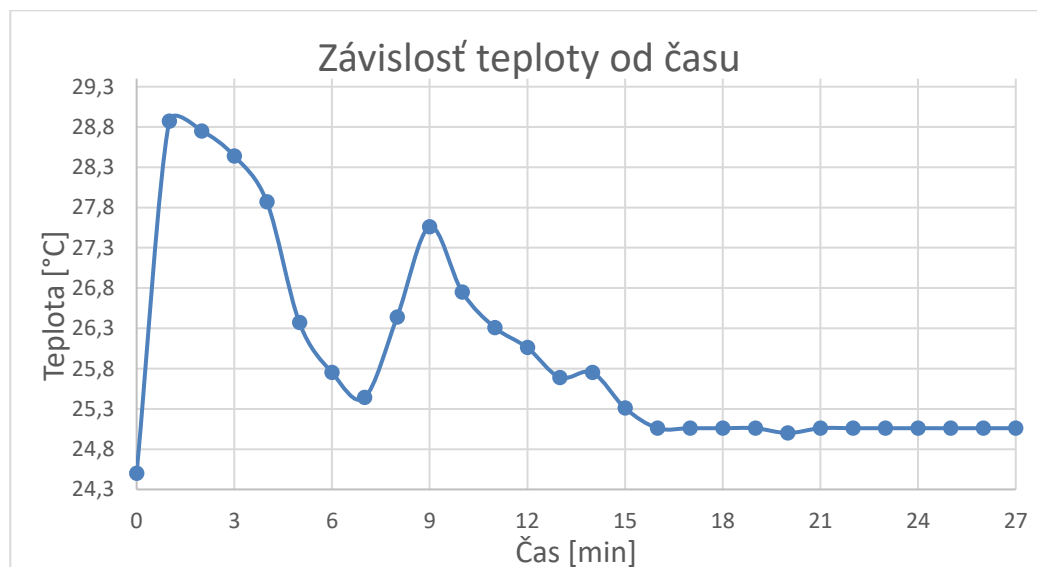
### 6.1 Meranie času premiešania vody v bazéne

V našom systéme potrebujeme vedieť presnú teplotu vody v bazéne. Teplota vody v bazéne je na rôznych miestach odlišná vplyvom slnečných lúčov a vonkajšej teploty.

Vodu v bazéne vieme premiešať spustením čerpadla. Čerpadlo tlačí vodu silným prúdom späť do bazéna, čím vieme vodu premiešať a tak získať reálnu teplotu vody v celom bazéne. Preto sme teplotný senzor umiestnili na miesto, kde voda z bazéna vyteká a následne pokračuje do čerpadla.

Na to aby sme zistili reálnu teplotu vody, potrebujeme najskôr vodu premiešať a potom začať meranie. Preto sme museli zmerať ako dlho trvá kým sa teplota vody ustáli.

Meranie začalo hneď spolu so spustením čerpadla. Merali sme po dobu 35 minút v intervale raz za minútu. Zo získaných údajov sme vytvorili graf.



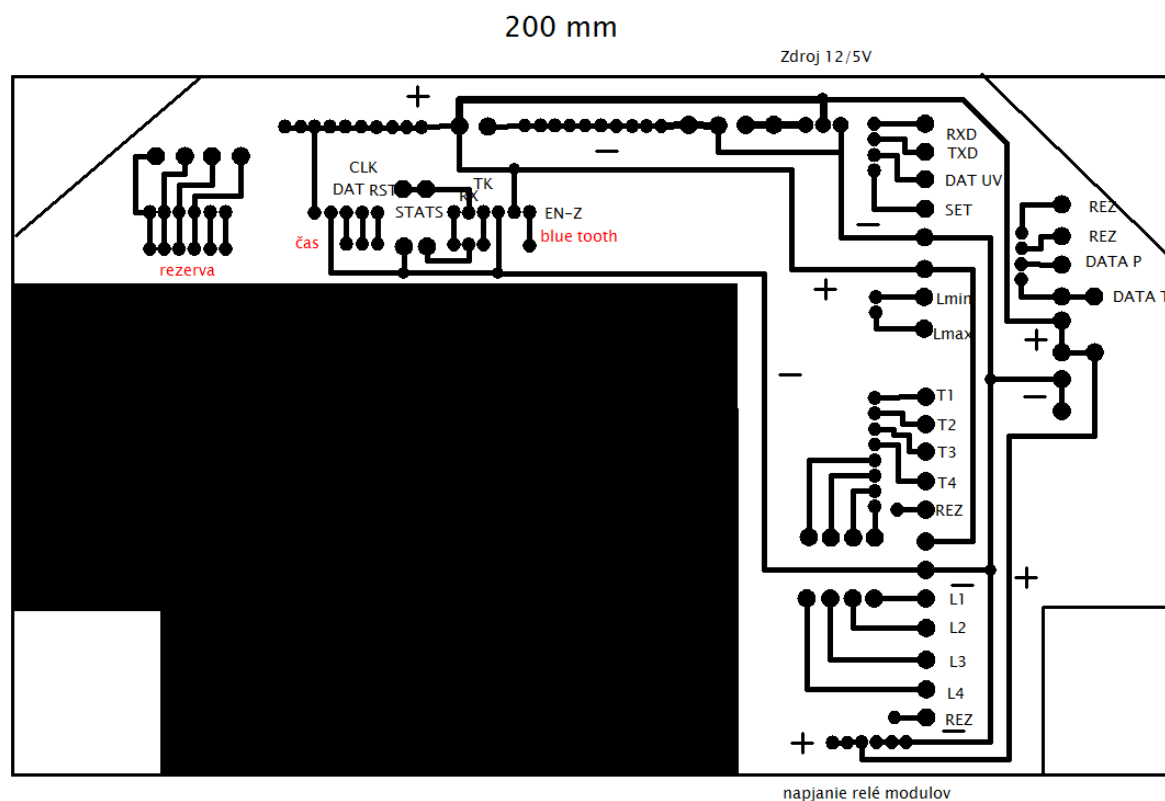
Obr. 21: Graf závislosti teploty vody od času

Teplota vody sa ustálila po šesťnástich minútach od spustenia čerpadla. Najväčší rozdiel medzi teplotami bol  $4,4^{\circ}\text{C}$  a to hneď po zapnutí čerpadla. Medzi počiatočnou a ustálenou hodnotou je rozdiel  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Aj tak malá odchýlka je pre nás dôležitá, pretože zmena teploty vody o  $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$  je citeľná. Pre presné udržiavanie teploty v bazéne je

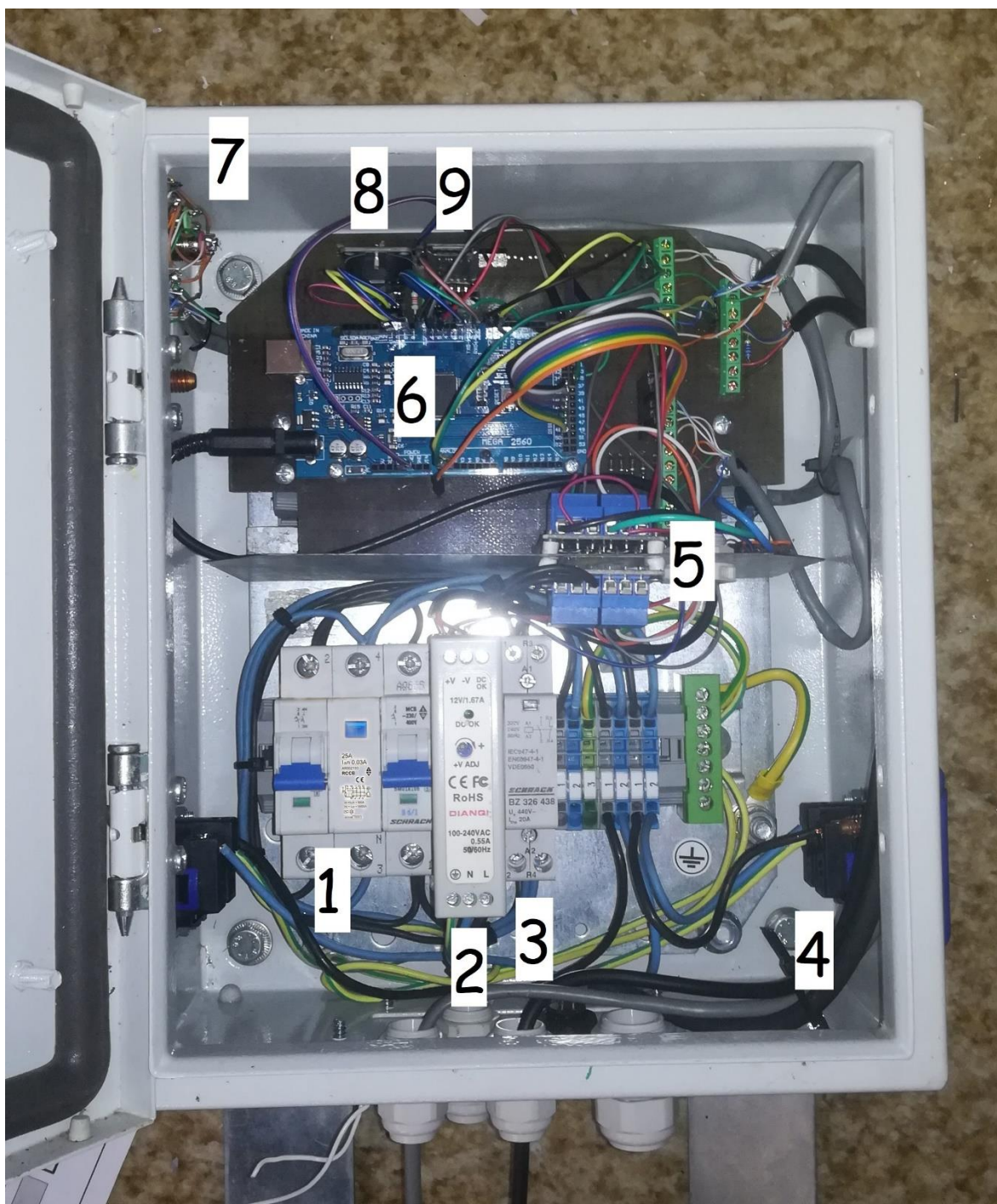
dôležité najskôr spustiť čerpadlo na približne 15-20min a následné hodnoty teploty považovať za smerodajné.

## 6.2 Hlavný rozvádzač

V hlavom rozvádzači sa nachádza hlavná časť nášho systému. Vytvorili sme plošný spoj, ktorý slúži na prepojenie tlačidiel, káblov a komponentov s arduinom. V silnoprúdovej časti sa nachádza prúdový chránič, zdroj 12V, stýkač a dve zásuvky. Prvá zásuvka je spínaná pomocou stýkača a ovláda čerpadlo. Druhá zásuvka slúži ako pomocná a nemá konkrétne využitie. Ventily ovládame pomocou relé modulov. Plošné spoje sme vytvorili v programe profiCAD. [10]



Obr. 22: Plošný spoj v hlavnom rozvádzači

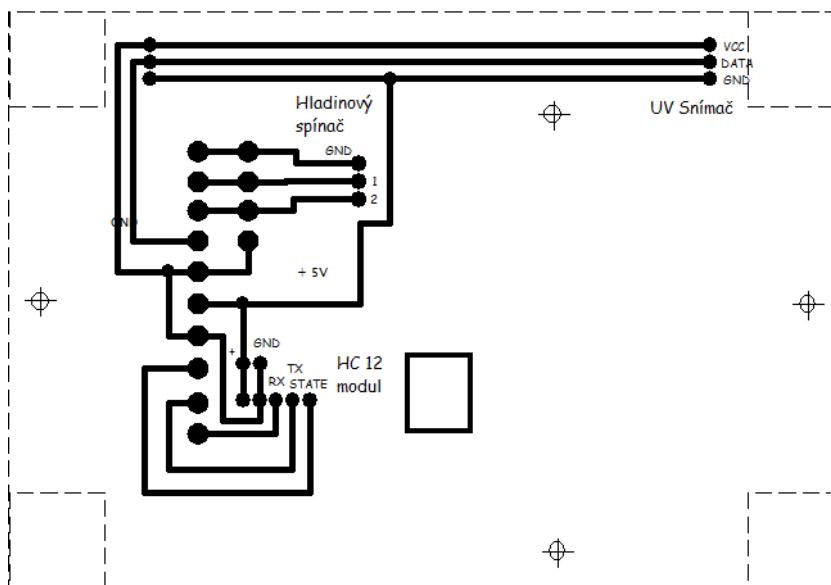


Obr. 23: Hlavný rozvádzač

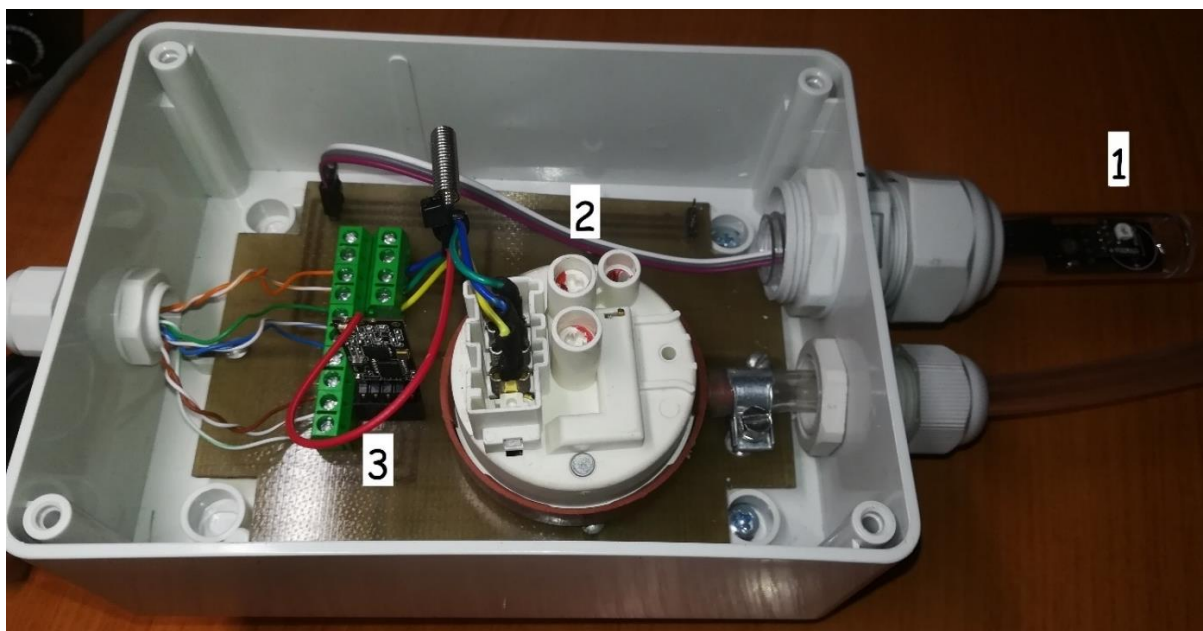
- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Prúdový chránič | 6. Arduino Mega    |
| 2. Zdroj 12V       | 7. Tlačidlá s LED  |
| 3. Stýkač          | 8. Časový modul    |
| 4. Zásuvka         | 9. Bluetooth modul |
| 5. Relé modul 4x   |                    |

### 6.3 Krabíčka so senzormi

Táto krabíčka sa nachádza čo najbližšie k solárnemu ohrevu, pretože je v nej snímač UV indexu. Nachádza sa tu tlakový spínač ktorý je hadičkou spojený s bazénom. Umiestnili sme sem aj komunikačný modul, ktorý zisťuje HDO (Hromadné diaľkové ovládanie), aby sme zvýšili dosah signálu. Tieto komponenty sú pospájané pomocou plošného spoju. Táto krabíčka je káblom spojená s hlavným rozvádzačom.



Obr. 24: Plošný spoj v krabíčke



Obr. 25: Krabíčka so senzormi

1. UV senzor

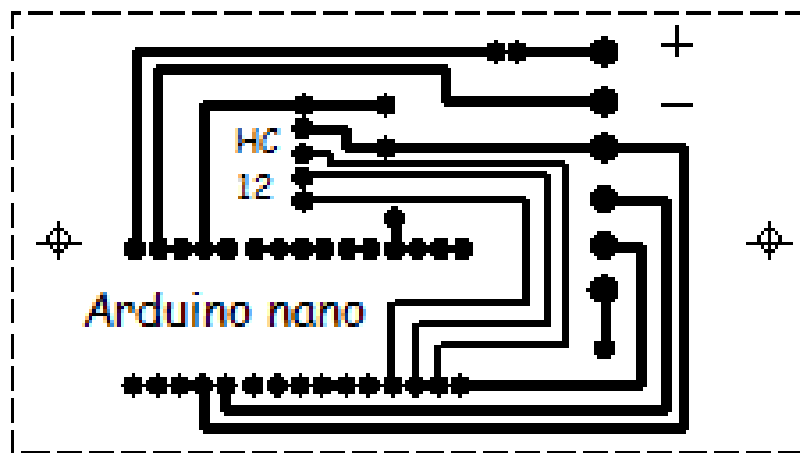
2. Tlakový spínač

3. Komunikačný modul

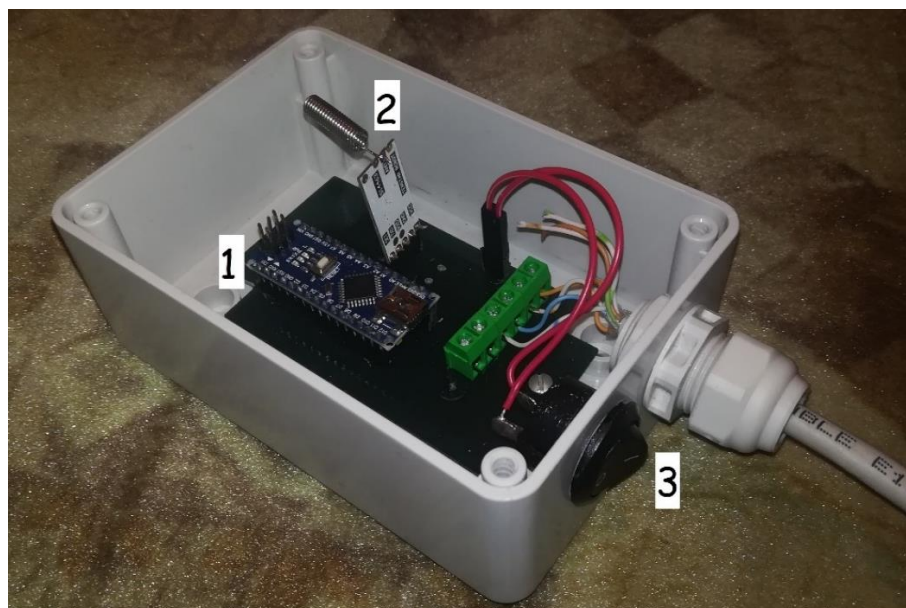


## 6.4 Vysielač HDO

Poslednou časťou systému je vysielač HDO signálu. Tiež sme použili plošný spoj pre pospájanie komponentov. Túto krabičku umiestnime v dome, kde máme spínacie kontakty na HDO signál. Vstupy do tejto krabičky sú 4 káble: napájanie 12V a dva spínacie kontakty ktoré sa spoja pomocou relé modulu HDO. Arduino spracuje informáciu a pomocou komunikačného modulu odošle informáciu do systému. Na vstup napájania sme zakomponovali prepínač ktorým vieme vysielanie HDO signálu zastaviť. To používame mimo kúpacej sezóny, kedy je zbytočné vysielat' signál do systému.



Obr. 26: Plošný spoj vysielača HDO



Obr. 27: Vysielač HDO

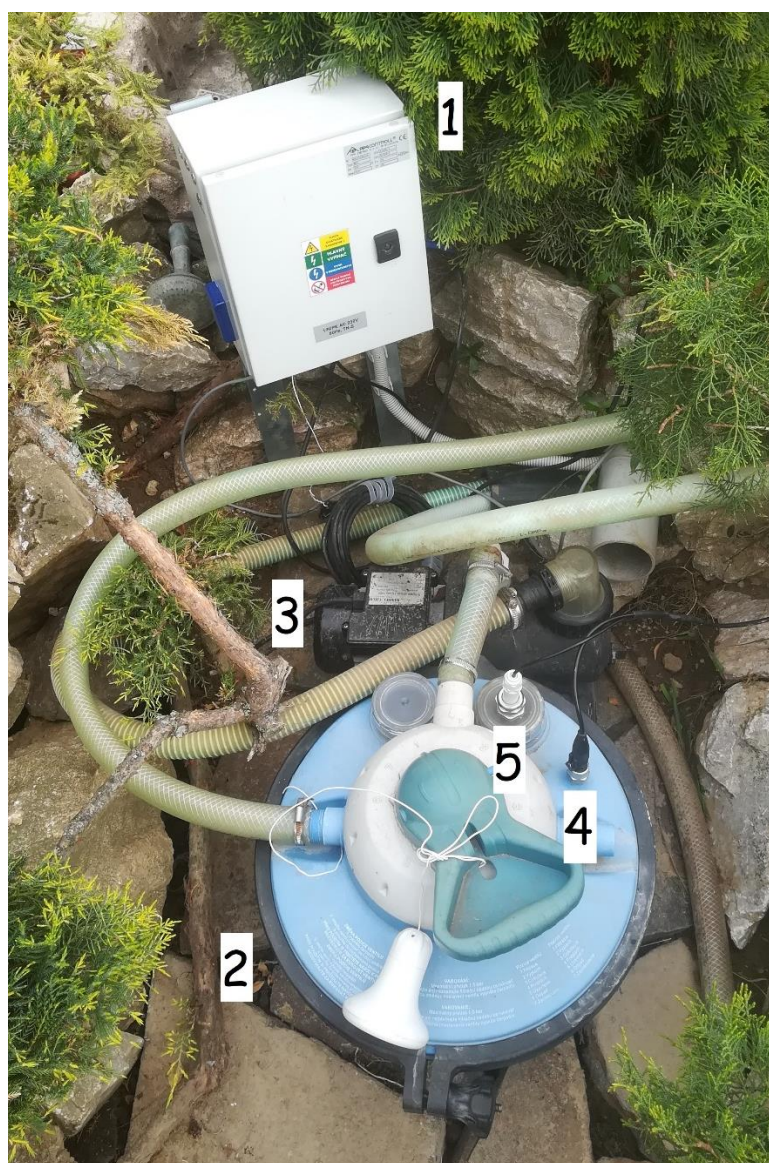
1. Arduino NANO

2. Komunikačný modul HC-12

3. Prepínač

## 6.5 Realizácia na reálnom objekte

Všetky tieto zariadenia sme umiestnili pri bazéne. Krabíčka so senzormi je umiestnená tesne pod solárnym ohrevom, aby UV index bol čo najpresnejší. Ventil na dopúšťanie vody je pripojený za filtráciou a voda vteká buď cez solárny ohrev, alebo priamo do bazénu. Rozvádzač je na pevno spojený s krabičkou so senzormi. Čerpadlo je pripojené do rozvádzaču cez štandardnú zásuvku. Elektrické ventily sú spojené cez odnímateľné kontakty. Tlakový snímač a tepelný senzor je v rozvádzači umiestnený na pevno a sú vyvedené cez káblové prechodky, ale sú odnímateľné z filtrácie. Montáž aj demontáž celého systému je pre to veľmi jednoduchá a rýchla. [13]



Obr. 28: Reálny objekt

1. Rozvádzač   2. Filtrácia   3. Čerpadlo   4. Tlakový snímač   5. Teplotný senzor





Obr. 29: Solárny ohrev s krabičkou



Obr. 30: Tlačidlá na ovládanie





Obr. 31: Solárny panel a ventily

## 7 Dosiahnuté výsledky

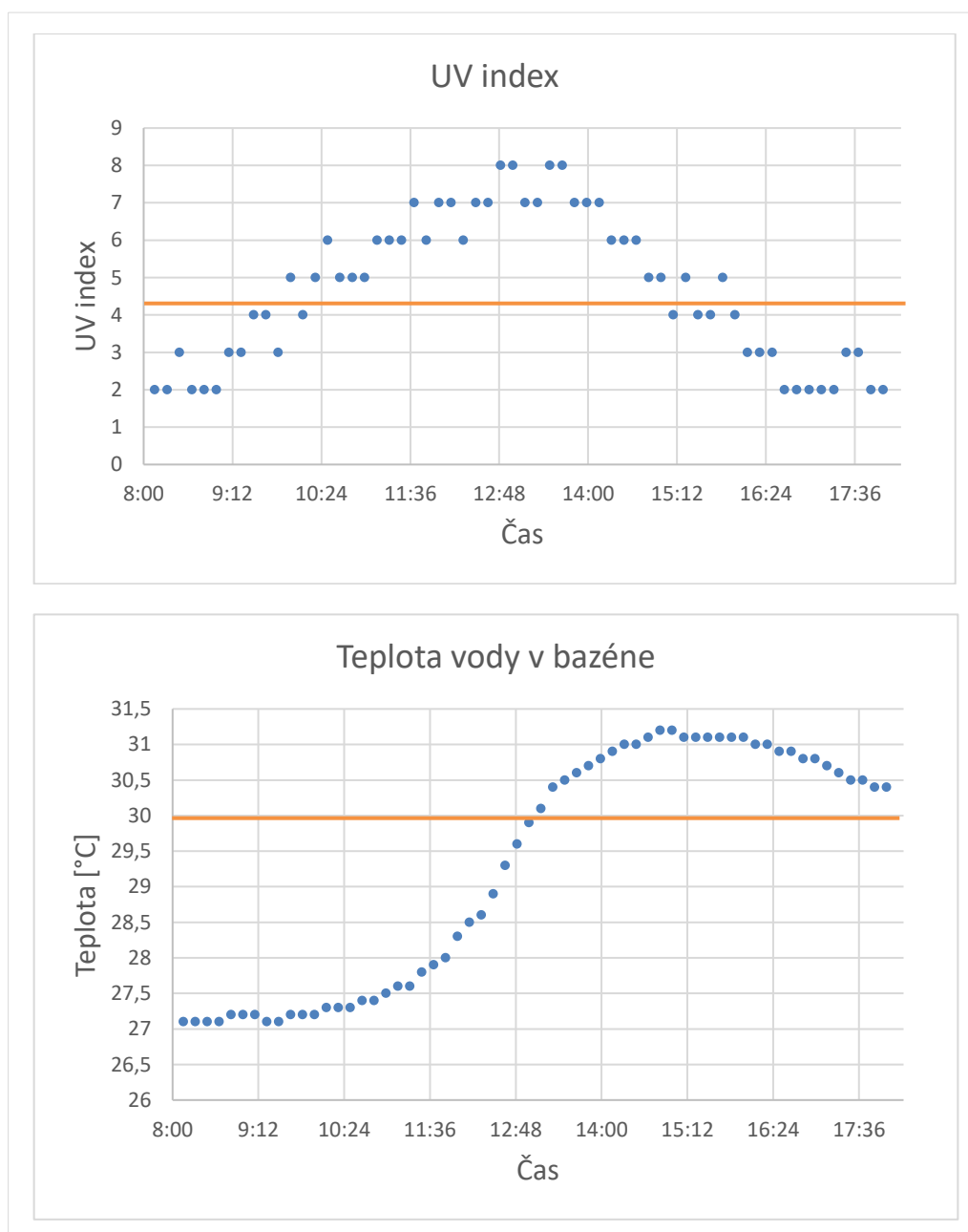
Verifikáciu na reálnom objekte sme overili tromi meraniami za rôznych podmienok. Všetky merania prebiehali rovnako. Merali sme UV index a teplotu vody v bazéne od rána 8:00 do večera 18:00. Interval merania bol každých 10 minút. Merali sme tri dni, nie za sebou ale v troch podmienkach. Prvé meranie prebiehalo počas slnečného dňa, druhé meranie počas polooblačného dňa a tretie merania prebiehalo, keď bolo zamračené počasie. Z nameraných údajov sme následne vytvorili grafy a zhodnotili výsledky.

Ohrev pomocou solárneho panela bol spustený ak UV index bol väčší ako 4. Čas filtrácie denne bol nastavený na 7 hodín a 30 minút ako udáva výrobca. Pri pokusoch sme nemali zapnuté udržiavanie teploty. V grafe sme zvýraznili teplotu 30°C a vyhodnotili sme či sa teplota vody k tejto hodnote priblíži.

### **Slnečný deň**

Teplota vody na začiatku dňa bola 27,1°C a maximálna teplota vody počas celého dňa bola 31,2°C. Teplota stúpala o 4,1°C. Teplota vody na konci dňa bola 30,4 °C. Požadovanú teplotu 30°C by sme dosiahli približne o 13:00 a vtedy by bolo čerpadlo a ohrev zastavené. Kvôli pokusu sme nechali ohrev zapnutý, aj po dosiahnutí teploty a tak zistili aj maximálnu teplotu.

Solárny ohrev bol spustený približne od 10:00 do 16:00. Bol spustený 5 hodín a 20 minút. To znamená, že aj pri slnečnom dni, kedy využívame solárny ohrev skoro celý deň nám ostali 2 hodiny a 10 minút, kedy musí byť čerpadlo stále spustené aby sme vodu dokonale vyfiltrovali. Tento čas dofiltrujeme v noci počas nízkej tarify a tým ušetríme elektrickú energiu. Pri zamračenom dni budú tieto hodnoty niekoľkonásobne väčšie. Ak by bol v tomto prípade systém nastavený na udržiavanie teploty napr. na 30°C čas filtrácie cez deň by bol približne polovičný.

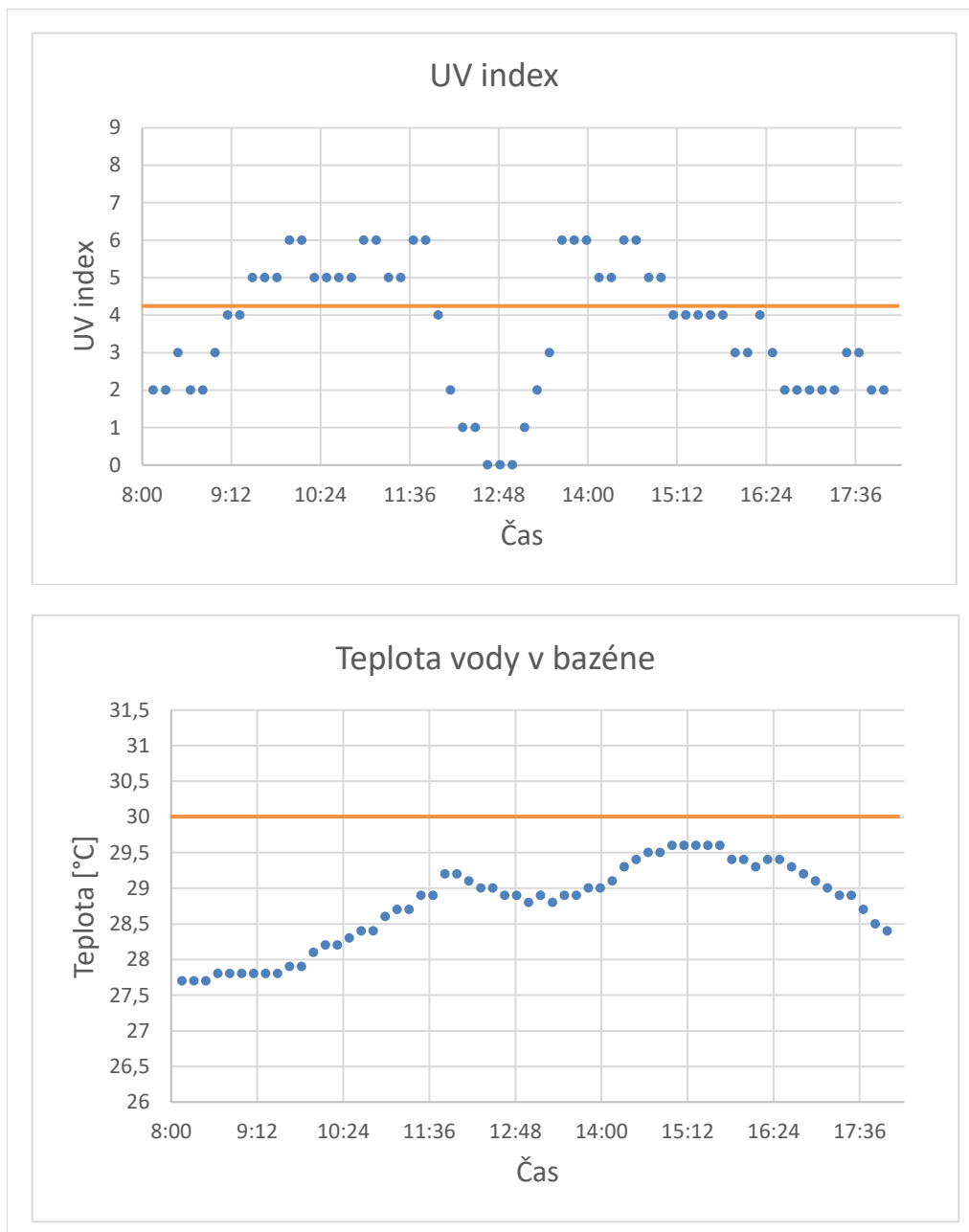


Obr. 32: Grafy pre slnečný deň

### Polooblačný deň

V konkrétny meraný deň sa UV index pohyboval pri hodnote 5-6. Pred 13:00 hodinou došlo k zatieneniu UV senzora a solárny ohrev bol vypnutý po dobu 100 minút. Teplota vody na začiatku dňa bola 27,7°C. Z grafu vieme pozorovať, že priebeh teploty pri zapnutí ohrevu bol podobný, ako pri slnečnom dni až pokiaľ nedošlo k pozastaveniu ohrevu. Vtedy sa teplota vody ustálila a po opätovnom zapnutí ohrevu bol priebeh teploty podobný, ako pri slnečnom dni. Teplota vody sa na konci dňa vyšplhala na

29,4°C. Teplota vody sa v tomto prípade nevyšplhala nad 30°C. Ohrev bol spustený 4 hodiny a to od 9:30 do 15:00 so 100 minútovou prestávkou v poobedných hodinách.

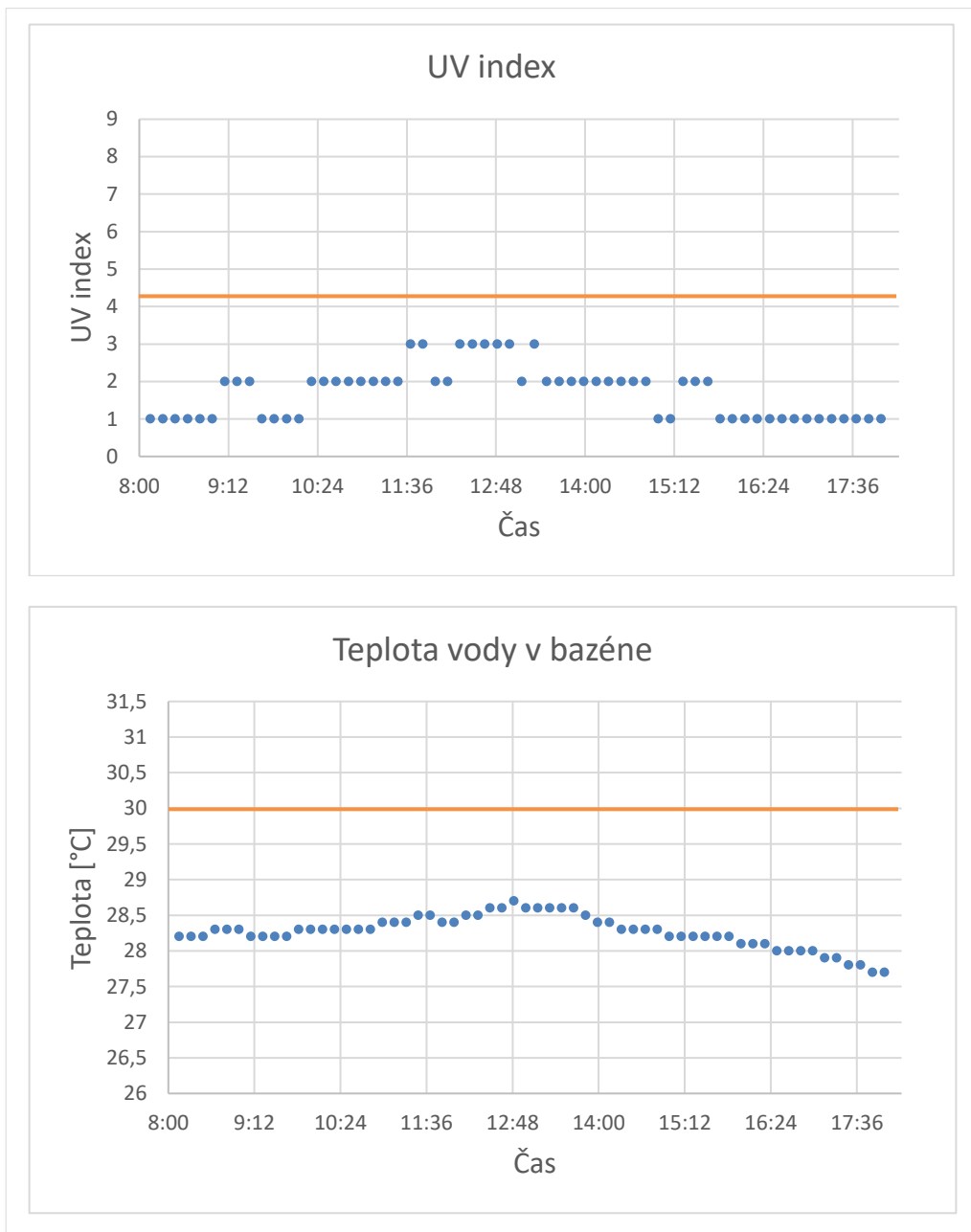


Obr. 33: Grafy pre polooblačný deň

### Zamračený deň

Pri zamračenom dni sa hodnota UV indexu pohybovala v rozmedzí 1-3. To znamená, že ohrev vody sa počas celého dňa nezapöl pretože UV index nebol dostatočný a voda v bazéne sa vyfiltrovala počas nízkej tarify celých 7,5 hodiny. Začiatočná teplota vody bola 28,2°C a počas dňa kedy nebol spustený ohrev klesla na 27,7°C. Rozdiel teplôt je 0,5°C. Teplota vody sa v tomto prípade nevyšplhala nad 30°C. To znamená, že ak by po

sebe nasledovali približne tri až štyri zamračené dni po sebe, teplota vody by začala byť nekomfortná a bolo by potrebné zapnúť ohrev pomocou tepelného čerpadla.



Obr. 34: Grafy pre zamračený deň

## 8 Záver

Ak si chce človek k svojmu bazénu kúpiť ohrev, prípadne kombináciu ohrevov nemá veľa možností ako tieto ohrevy ovládať. Jeho možnosti sú veľmi neefektívne ako napríklad jednoduchý časovač do zásuvky. V práci sme tento problém vyriešili a vieme tieto ohrevy efektívne využívať. Dokonca sme systém obohatili o oveľa funkcií, ktoré slúžia na ochranu bazénového príslušenstva, ochranu ľudského života a odbremenili užívateľa od niektorých povinností.

Pri realizácii sme najskôr zanalyzovali možnosti ohrevov, spôsoby riadenia a typy senzorov. Následne sme si naštudovali príslušné normy a všetko sme sa od začiatku snažili prispôbiť týmto normám. Potom ako sme našli najvhodnejšie riešenia pre riadenie sme celý systém naprogramovali a spravili si funkčný model. Taktiež sme naprogramovali mobilnú aplikáciu, ktorá slúži na získanie dát, nastavenie parametrov systému a získanie chybových hlások, ak sa systém začne správať nechcene. Funkčný model sme následne testovali a odstraňovali všetky chyby.

Následovala verifikácia na reálnom objekte. Vytvorili sme tri plošné spoje, prvý hlavný plošný spoj je umiestnený v hlavnom rozvádzači, ktorý sa stará o riadenie celého systému a komunikáciu s mobilným telefónom. Druhý plošný spoj je káblami prepojený s hlavným rozvádzačom a je umiestnený v plastovej krabici. Tá je umiestnená pri solárnom ohreve, hlavne kvôli tomu že sa tu nachádza senzor slnečného žiarenia a ten sníma lúče, ktoré dopadajú na solárny ohrev. V tejto krabici sa nachádzajú aj komponenty na snímanie výšky hladiny a komunikáciu pre získanie HDO signálu. Tretí plošný spoj sa tiež nachádza v krabici, ktorá je nezávisle od rozvádzača umiestnená v dome, kde vieme získať HDO signál. Je napájaná 12 V a jej funkcia je vysielat' HDO signál do riadiaceho systému.

Po zapojení sme overili funkčnosť meraním hodnôt zo senzorov a zisťovaním stavu, v akom sa systém nachádza. Tieto hodnoty sme zhodnotili v práci. Systém reagoval podľa očakávaní, komunikácia medzi telefónom prebiehala bez problémov. Celý projekt prešiel úspešnou kontrolou revízneho technika.

# Literatúra

- [1] *Arduino*. [online][18.12.2018] Dostupné na URL:  
< <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>>
- [2] *Tepelné čerpadlo*. [online][13.12.2018] Dostupné na URL:  
<[https://www.eurosystemy.cz/katalog/tepelna-cerpadla/mountfield\\_tepelna\\_cerpadla\\_prospekt\\_podlahove\\_topeni\\_cenik.pdf](https://www.eurosystemy.cz/katalog/tepelna-cerpadla/mountfield_tepelna_cerpadla_prospekt_podlahove_topeni_cenik.pdf)>
- [3] *Marimex komponenty*. [online][19.11.2018] Dostupné na URL:  
< <https://www.marimex.sk/nase-produkty/>>
- [4] *Typy ohrievačov a spôsoby ohrevu vody*. [online][7.3.2019] Dostupné na URL:  
< <https://www.tatramat.com/tipy-a-rady/typy-ohrievacov-a-sposoby-ohrevu-vody>>
- [5] *UV snímač*. [online][9.4.2019] Dostupné na URL:  
<<https://www.amazon.com/UVM-30A-Ultraviolet-Detection-Sensor-Arduino/dp/B01LXSCT42>>
- [6] *Elektrický ventil*. [online][7.3.2019] Dostupné na URL:  
<<https://www.aliexpress.com/item/ADC9-24V-CR02-CR03-CR04-DN8-DN10-DN15-DN20-DN25-DN32-CWX-25s-2-5nm-8s/32796739168.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.27424c4dQO2ixG>>
- [7] *Komunikačný modul HC-12*. [online][21.2.2019] Dostupné na URL:  
< <https://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/komunikacni-modul-hc-12-433-mhz.html>>
- [8] *Dallas teplomer DS18B20*. [online][27.4.2019] Dostupné na URL:  
< <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>>
- [9] *Kremenné sklo*. [online][27.4.2019] Dostupné na URL:  
< [https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%99emenn%C3%A9\\_sklo](https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%99emenn%C3%A9_sklo)>
- [10] *CAD Software pro elektro dokumentaci*. [online][7.10.2018] Dostupné na URL:  
< <https://www.proficad.cz/ProfiCAD.pdf>>



- [11] David Wolber: App Inventor 2: Create Your Own Android Apps, O'Reilly Media, 2014, 362s., ISBN 978-1491906842
- [12] Matúš Selecký: Arduino - Uživatelská příručka, Computer Press, 2016, 344s., ISBN 978-80-251-4840-2
- [13] Ján Meravý: Výroba rozvádzačov NN podľa európskych noriem a ich správne umiestnenie, Ing. Ján Meravý - Lightning, 2015, 119s., ISBN 978-80-89576029
- [14] Jiří Bumba: Programování mikroprocesorů, Computer press, 2011, 136s., ISBN: 978-80-25128381
- [15] B. W. Kernigham, D. M. Ritchie: Programovací jazyk C, Computer press, 2013, 286s., ISBN: 978-80-251-0897-0
- [16] Milan Žalman: Akčné členy, STU v Bratislave, 2003, 209s., ISBN: 80-227-18351
- [17] M. Kopča, J. Packa, M. Váry: Bezpečnosť elektrických zariadení, STU v Bratislave FEI, 2013, 215s., ISBN: 978-80-227-3902-3
- [18] Pavel Herout: Učebnice jazyka C: 1. díl, Kopp, 2011, 271s., ISBN: 978-80-7232-383-8
- [19] J. C. McVeigh: Sun Power: An Introduction to the Applications of Solar Energy, Pergamon Pr, 1983, 240s., ISBN: 978-0080261485
- [20] B. Ramlow, B. Nusz: Solar Water Heating--Revised & Expanded Edition: A Comprehensive Guide to Solar Water and Space Heating Systems, New Society Publishers, 2010, 256s., ISBN: 978-0865716681
- [21] *Princíp tepelného čerpadla*. [online][19.11.2018] Dostupné na URL:  
<<https://urobsisam.zoznam.sk/dom/vykurovanie/ohrejte-si-vodu-vo-svojom-bazene-zadarmo-vdaka-teplu-zo-vzduchu>>
- [22] *Ako funguje ultrazvukový senzor*. [online][19.1.2019] Dostupné na URL:  
<<https://www.maxbotix.com/articles/how-ultrasonic-sensors-work.htm>>
- [23] *HDO signál*. [online][7.10.2018] Dostupné na URL:  
<[https://www.ssd.sk/odberatelia-elektriny/domacnosti/hdo?page\\_id=4319](https://www.ssd.sk/odberatelia-elektriny/domacnosti/hdo?page_id=4319)>
- [24] *Datasheet DS1302*. [online][19.11.2018] Dostupné na URL:  
<<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1302.pdf>>

[25] *HC - 05 modul*. [online][4.3.2019] Dostupné na URL:

< <https://techfun.sk/produkt/bluetooth-modul-hc-05-slavemaster/>>

[26] *Tlakový senzor*. [online][7.3.2019] Dostupné na URL:

< <https://www.ebay.com/itm/5V-PRESSURE-TRANSDUCER-SENSOR-STAINLESS-STEEL-30-500PSI-OIL-GAS-AIR-0-5-4-5V-New/254153939035?hash=item3b2cc1585b:m:mQSplUWfmwOlig2XHlCKZxg>>

[27] *Senzor pohybu*. [online][7.3.2019] Dostupné na URL:

<[https://www.aliexpress.com/item/AC-220V-DC-12V-Infrared-PIR-Motion-Sensor-Switch-With-LED-Light-Automatic-Outdoor-Motion-Sensor/32960398562.html?spm=2114.search0604.3.2.57e42a0bkb8dlD&ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0,searchweb201602\\_10\\_10065\\_10068\\_319\\_10059\\_10884\\_317\\_10887\\_10696\\_321\\_322\\_10084\\_453\\_10083\\_454\\_10103\\_10618\\_10307\\_10820\\_10821\\_10303\\_537\\_536,searchweb201603\\_52,ppcSwitch\\_0&algo\\_expid=4ec1e03b-bd00-465f-9221-a6bee11c95a2-0&algo\\_pvid=4ec1e03b-bd00-465f-9221-a6bee11c95a2](https://www.aliexpress.com/item/AC-220V-DC-12V-Infrared-PIR-Motion-Sensor-Switch-With-LED-Light-Automatic-Outdoor-Motion-Sensor/32960398562.html?spm=2114.search0604.3.2.57e42a0bkb8dlD&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_10_10065_10068_319_10059_10884_317_10887_10696_321_322_10084_453_10083_454_10103_10618_10307_10820_10821_10303_537_536,searchweb201603_52,ppcSwitch_0&algo_expid=4ec1e03b-bd00-465f-9221-a6bee11c95a2-0&algo_pvid=4ec1e03b-bd00-465f-9221-a6bee11c95a2)>

# Prílohy

Príloha A: CD médium - bakalárska práca v elektronickej podobe, zdrojové kódy pre Arduino, zdrojové kódy pre aplikáciu, samotná aplikácia