

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Návrh a realizace modelu mobilní
meteorologické stanice – výuková pomůcka

Sezimovo Ústí, 2021

Autor: Tomáš Kratochvíl



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Tomáš Kratochvíl**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Návrh a realizace modelu mobilní meteorologické stanice – výuková pomůcka**
Anglický název práce: **Design and realization of Mobile Weather Station – Teaching aid**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte analýzu výstupních signálů ze snímačů, které jsou součástí stavebnice meteorologické stanice WH5027.
2. Doplňte tuto stavebnici o externí snímač teploty, intenzity osvětlení a vlhkosti.
3. Vyberte vhodný mikropočítač a zobrazovací jednotku pro vyhodnocení výstupních signálů ze snímačů a zobrazení získaných dat. Výběr zdůvodněte.
4. Vytvořte aplikaci pro OS ANDROID, která bude zobrazovat vybrané informace z mikropočítače. Přenos dat bude realizován přes Wi-Fi.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

Doporučená literatura:

- [1] SELECKÝ, Matuš. *Arduino: uživatelská příručka*. Přeložil Martin HERODEK. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4840-2.

Vedoucí práce: Ing. Jiří Bumba, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Mgr. Jakub Macillis, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí
Oponent práce: Mgr. Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **3. 9. 2020**

Datum odevzdání absolventské práce: **14. 5. 2021**

Ing. Jiří Bumba
(vedoucí práce)



doc. PhDr. Mgr. Lenka Hrušková, Ph.D.
(ředitelka školy)

V Sezimově Ústí dne 3. 9. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně, kromě konstrukční části a 3D tisku krabičky a dalších plastových dílců, a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne

17. 8. 2021



_____ podpis

Poděkování

Chtěl bych především poděkovat vedoucímu absolventské práce panu Ing. Jiřímu Bumbovi za metodické vedení, poznatky a rady, které mi pomohly při její tvorbě. Rád bych také poděkoval panu Mgr. Jakubu Macillisovi za cenné rady ohledně aplikace pro operační systém Android. Dále bych chtěl poděkovat rodině a hlavně manželce, že to se mnou po celou dobu vydržela a vždy mě podporovala. V neposlední řadě patří také poděkování kolegovi panu Bc. Vítu Vorlíčkovi za pomoc při konstrukci a 3D tisku plastových dílců. Poděkování patří též firmě TEDOM a.s., která mi umožnila studium při zaměstnání.

Anotace

Tato absolventská práce se zabývá návrhem a realizací modelu mobilní meteorologické stanice založené na snímačích meteorologické stavebnice WH5027. Dále je zde vybrán řídicí mikroprocesor s ohledem na programovací možnosti a příslušenství. Na základě vybraného řídicího mikroprocesoru byly vybrány další komponenty meteorologické stanice a následně bylo vytvořeno blokové schéma. V závislosti na blokovém schématu byla zhotovena elektrická schémata a návrh desek plošných spojů. Dále absolventská práce popisuje vytvoření programu pro řídicí mikroprocesor a aplikace pro operační systém Android. Po naprogramování, sestavení a uvedení do provozu je vše zdokumentováno a je pořízen snímek obrazovky z mobilního telefonu pro demonstraci zobrazovací aplikace a webového prostředí.

Klíčová slova: meteorologická stanice; WH5027; Arduino; Android; firmware; aplikace; elektronika; snímače; LCD

Annotation

This graduate thesis deals with the design and implementation of a model of a mobile weather station based on the sensors of the WH5027 meteorological kit. Furthermore, the control microprocessor is selected with regard to programming possibilities and accessories. Based on the selected control microprocessor, other components of the weather station were selected. Subsequently, a block diagram was created. Depending on the block diagram, electrical schematics and circuit board design were created. Furthermore, the graduate thesis describes the creation of a program for the control microprocessor and an application for the Android operating system. After programming, building and commissioning, everything is documented and a screen shot from a mobile phone is taken to demonstrate the display application and web environment.

Key words: weather station; WH5027; Arduino; Android; firmware; application; electronics; sensors; LCD

Obsah

1	Úvod	1
2	Návrh a konstrukce meteostanice	2
2.1	Snímače	2
2.1.1	Snímač množství spadlých srážek	2
2.1.2	Snímač okolního osvětlení	4
2.1.3	Snímač teploty doteku	5
2.1.4	Snímač směru větru	6
2.1.5	Snímač rychlosti větru	7
2.1.6	Kombinovaný snímač tlaku, teploty a vlhkosti okolního vzduchu	8
2.2	Zobrazovací jednotky LCD displejů	9
2.3	Mikrokontroler Arduino	11
2.4	Elektrické schéma a návrh desek plošných spojů	13
2.5	Mechanická konstrukce	14
2.5.1	Krabička a její víko	14
2.5.2	Podstavec pro stojan	17
2.5.3	Dílec pro upevnění stojanu k hlavní krabičce	18
3	Programové prostředí a obslužná aplikace	19
3.1	Vývojové prostředí	19
3.2	Programové vybavení Arduina	20
3.3	Webová stránka	21
3.4	Obslužná aplikace Android	22
4	Závěr	24
	Literatura	25

Seznam použitých symbolů	26
Seznam obrázků	27
Seznam tabulek	29
A Obsah přiloženého CD/DVD	I
B Použitý software	II
C Elektrické schéma	III
D Desky plošných spojů	V
E Desky plošných spojů – Vrtání	VII

Kapitola 1

Úvod

Absolventská práce se zabývá návrhem, konstrukcí a oživením meteorologické stanice. Na internetu je možné dohledat spousty variant zapojení meteorologických stanic, včetně už hotových řešení ve formě setu a modulárních řešení, nicméně bylo nutné potřeba navrhnout a postavit meteostanici kvůli specifickým potřebám zadavatele. Tato meteorologická stanice využívá některé ze senzorů ze stavebnice WH5027 a bude použita při prezentačních akcích a událostech a jako výuková pomůcka při laboratorních měřeních pro stanovení atmosférických podmínek. Meteostanice zároveň umožňuje zobrazování měřených hodnot na LCD displejích, ve webovém prohlížeči a v aplikaci určené pro operační systém Android.

Cílem této práce je popsat postup návrhu, konstrukce a oživení meteostanice, včetně vnitřních algoritmů firmwaru a obslužné aplikace.

Struktura této práce, která je napsaná v $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ ¹ (SCHENK, C., 2009), je rozdělená do jednotlivých kapitol. První kapitola je úvod, druhá popisuje popsán návrh a konstrukci meteorologické stanice. Ve třetí kapitole je vysvětlena logika vlastního firmwaru a obslužného softwaru a v závěru je zhodnocení celého projektu a dosažení jednotlivých cílů. Na konci práce jsou shrnuty informace o použitém softwaru a referencích.

¹ $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ je rozšíření systému \LaTeX , což je kolekce maker pro \TeX . \TeX je ochranná známka American Mathematical Society.

Kapitola 2

Návrh a konstrukce meteostanice

V této kapitole jsou popsány jednotlivé snímače, zobrazovací jednoty a popis mikroprocesoru. Dále je zde popsán návrh desek plošných spojů a samotná konstrukce meteostanice.

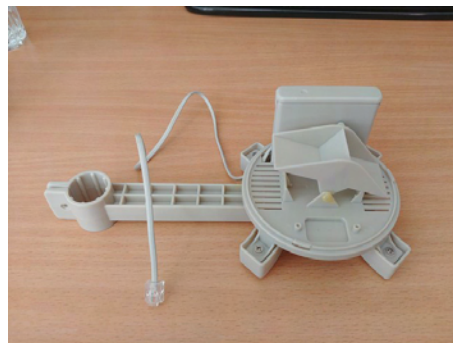
2.1 Snímače

2.1.1 Snímač množství spadlých srážek

Je to původní snímač z meteorologické stanice WH5027. Jedná se o kolébku, která se překlápí na při naplnění vodou na druhou stranu. Voda se z plné půlky kolébky vylije a napouští se druhá část kolébky. Trychtýřový tvar krytu přivádí vodu na kolébku. Jak je patrné z obrázků, při překlopení ve vrcholu pohybu magnet zapůsobí na jazýčkové relé a dojde k sepnutí obvodu. Při pokračování pohybu kolébky magnet přestane působit na jazýčkové relé a dojde k rozepnutí obvodu. Při každém překlopení kolébky se tak vytvoří impuls.



(a) S krytem

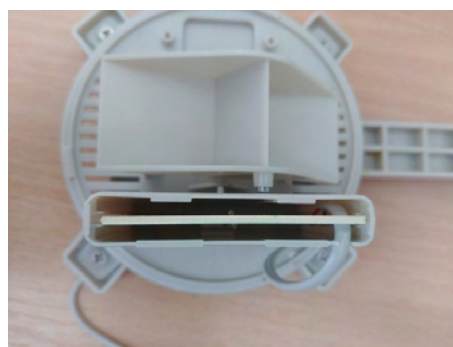


(b) Bez krytu

Obrázek 2.1: Snímač množství srážek – celkový pohled



(a) Krajní poloha 1

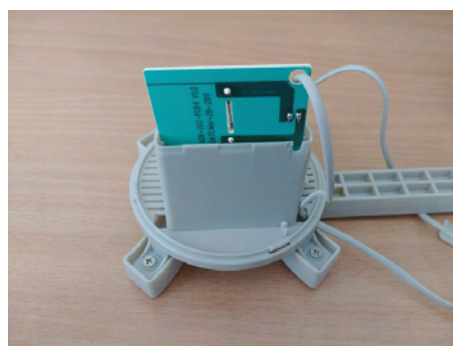


(b) Krajní poloha 2

Obrázek 2.2: Snímač množství srážek – krajní polohy



(a) Přední strana



(b) Zadní strana

Obrázek 2.3: Snímač množství srážek – usazení desky plošných spojů



(a) Přední strana



(b) Zadní strana

Obrázek 2.4: Snímač množství srážek – detail desky

2.1.2 Snímač okolního osvětlení

Tento snímač okolního osvětlení není součástí původního setu meteorologické stanice a byl dodatečně přikoupen dodatečně. Je to typ TEMT6000. Jeho zapojení je provedeno 3 vodiči, a to společným vodičem, napájecím vodičem a výstupním vodičem. Napájení je realizováno 5 V DC. Výstupní signál je napěťový. Maximální výstupní signál je roven napájecímu napětí. Minimální výstupní signál je 0 V. Mezi maximálním a minimálním výstupním signálem je lineární křivka. Jelikož snímač při psaní této práce nebyl kalibrován, uvažujeme o jeho výstupním signálu jako o křivce mezi 0 až 100 %.



Obrázek 2.5: Snímač okolního osvětlení – pohled zepředu

2.1.3 Snímač teploty doteku

Tento snímač není součástí původní sady meteostanice. Samotný snímač má být usazen do desky tak, aby si na něj bylo možné sáhnout po usazení hlavní desky plošných spojů do krabičky.

Je to typ DS18B20 a využívá zapojení 3 vodičů. Datový vodič i napájení využívá společný vodič. Komunikační vodič je připojen na binární vstup mikroprocesoru. Tento vodič je zároveň připojen na napájecí napětí přes odpor o hodnotě 4,7 k Ω . Jelikož je tento snímač digitální, probíhá komunikace přes protokol 1-Wire².



(a) Pohled zepředu



(b) Usazení do konstrukce

Obrázek 2.6: Snímač teploty doteku

²1-Wire je sběrnice navržená firmou Dallas Semiconductor Corp. pro komunikaci zařízení nízkou datovou rychlostí, signalizaci i napájení. 1-Wire je podobná sběrnici I²C, jen má nižší datovou propustnost a delší dosah. Obvykle je používána pro komunikaci s malými levnými zařízeními jako jsou teploměry a další různá zařízení.

2.1.4 Snímač směru větru

Jedná se o snímač původního setu meteorologické stanice WH5027. Skládá se z krouhve, která se otáčí po směru větru. Na spodní straně má magnet, který se točí v kruhu. Zároveň přes něj prochází data o rychlosti větru. Využívá zapojení 4 vodičů, kde je využit společný vodič, napájení 3,3 V, datový vodič s informací o směru větru a datový vodič s informací o rychlosti větru.



Obrázek 2.7: Snímač směru větru – pohled zepředu



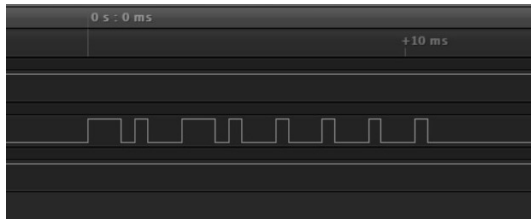
(a) Pohled na desku zepředu



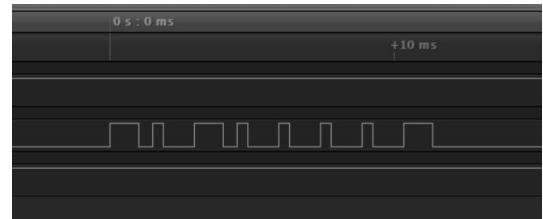
(b) Pohled na desku zezadu

Obrázek 2.8: Snímač směru větru – pohledy na desku plošných spojů

Polohu magnetu detekuje 8 hallových sond. Snímač vysílá na svorce DATA následující 8 bitovou sekvenci přibližně každých 600 ms. První 4 bity jsou inicializační rámeček ve tvaru 1010 a poslední 4 bity ukazují polohu magnetu. Od výchozí polohy, kde poslední 4 bity nabývají hodnoty 0000, po poslední polohu, kde poslední 4 bity nabývají hodnoty 1111. Ve výsledku lze 8 hallovými sondami snímat 16 různých směrů.

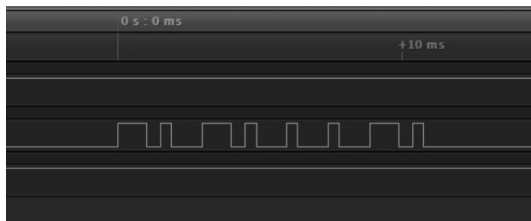


(a) Signál pro výchozí pozici



(b) Signál pro první pozici

Obrázek 2.9: Snímač směru větru – signály pro výchozí a první pozici



(a) Signál pro druhou pozici



(b) Signál pro třetí pozici

Obrázek 2.10: Snímač směru větru – signály pro druhou a třetí pozici

2.1.5 Snímač rychlosti větru

Jedná se o snímač původního setu meteorologické stanice WH5027. Skládá se ze 3 lopatek, které se otáčí podle rychlosti větru. Na spodní straně základny lopatek je připevněný magnet, který opisuje kružnici. Pokaždé, když magnet projde výchozím bodem, jazýčkové relé sepne obvod, čímž vyvolá impuls na výstupu snímače.



(a) Celkový pohled

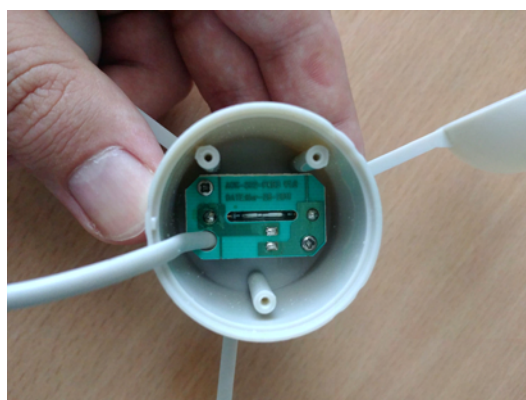


(b) Pohled na magnet

Obrázek 2.11: Snímač rychlosti větru – pohledy na konstrukci



(a) Celkový pohled



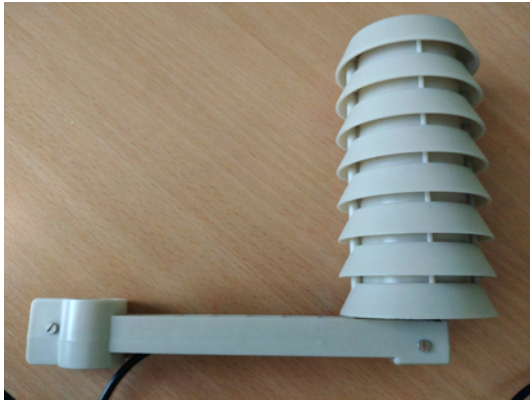
(b) Pohled na desku zespoďu

Obrázek 2.12: Snímač rychlosti větru – pohledy na desku

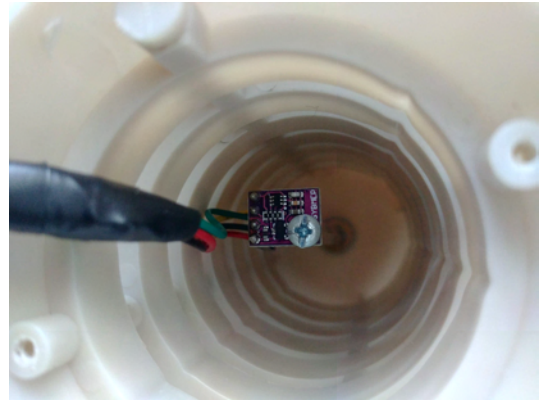
2.1.6 Kombinovaný snímač tlaku, teploty a vlhkosti okolního vzduchu

Samotný snímač není z původní meteostanice WH5027, ale byl u něj použit kryt původní venkovní měřicí stanice. Tento typ snímače je označen jako BME280. Využívá zapojení 4 vodičů, z toho 2 vodiče jsou použité pro napájení pomocí 5 V a zbylé 2 vodiče

pro datovou komunikaci I²C³.



(a) Celkový pohled



(b) Pohled na desku

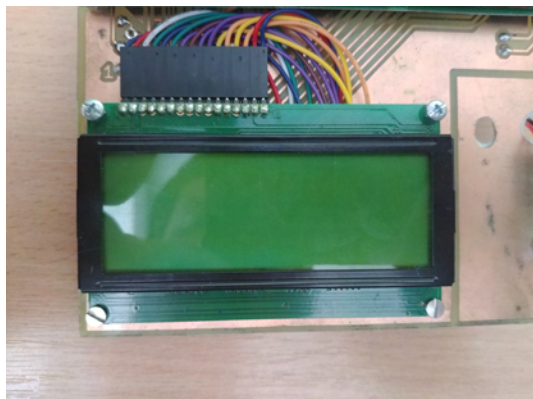
Obrázek 2.13: Kombinovaný snímač tlaku, teploty a vlhkosti okolního vzduchu – pohledy

2.2 Zobrazovací jednotky LCD displejů

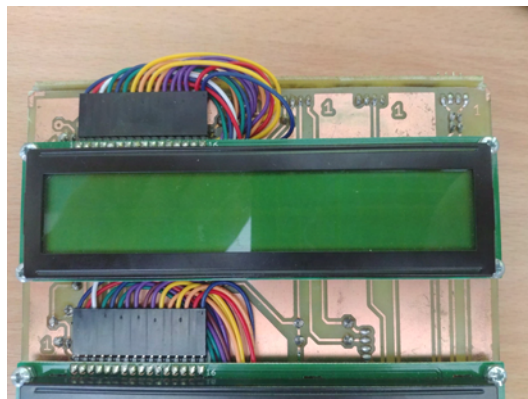
Meteostanice používá pro zobrazení 3 LCD displeje. Všechny použité displeje v tomto projektu používají 4 bitovou komunikaci a sadu řídicích signálů (RS, ENABLE). Dále je využíváno podsvícení displejů.

Typ PC2002LRU-LWT-H-Q je zastoupen dvakrát. Jedná se o displej o 40 znacích s rozložením 20×2 (20 znaků, 2 řádky). Typ RC2004A-YHW-CSX je zastoupen jednou. Jedná se o displej o 80 znacích s rozložením 20×4 (20 znaků, 4 řádky).

³I²C je multi-masterová počítačová sériová sběrnice vyvinutá firmou Philips, která je používána k připojování nízkorychlostních periférií k základní desce, vestavěnému systému nebo mobilnímu telefonu



(a) PC2002LRU-LWT-H-Q



(b) RC2004A-YHW-CSX

Obrázek 2.14: LCD displeje



Obrázek 2.15: LCD displeje – celkový pohled

2.3 Mikrokontroler Arduino

Arduino (SELECKÝ MATUŠ, 2012)deska UNO WiFi REV2 je postavená na mikrokontroleru ATmega4809, obsahuje zabudovanou inerciální měřicí jednotku IMU a WiFi komunikaci zpracovává kryptovací akcelerátor ECC608. WiFi modul ESP32 u-blox NINA-W13 je systém na čipu SoC s integrovaným TCP/IP protokolem, který poskytuje připojení k WiFi síti nebo může fungovat jako WiFi přístupový bod. WiFi modul v sobě integruje WiFi anténu a podporuje zabezpečené připojení (WEP, WPA, WPA2). Arduino UNO WiFi REV2 disponuje 14 digitálními vstupy/výstupy – 5 z nich lze využít jako PWM výstupy. Tato deska má také 6 analogových napěťových vstupů, USB konektor, napájecí a ICSP konektor a RESET tlačítko.



Obrázek 2.16: Arduino deska UNO WiFi REV2

Tabulka 2.1: Základní specifikace Arduino desky UNO WiFi Rev.2

ARDUINO MIKROKONTROLÉR	
Mikrokontroler	ATmega4809
Architektura	AVR 8-bit
Pracovní napětí	5 V
Flash paměť	48 kB
SRAM paměť	6 kB
EEPROM paměť	256 kB
Taktovací frekvence	16 MHz
Stejnoseměrný proud na pin	20 mA
Stejnoseměrný proud na pin 3,3 V	50 mA
WIFI	
WiFi modul	u-blox NINA-W13
WiFi standard	802.11 b/g/n 2,4 GHz
Výstupní výkon	19 dBm EIRP
Citlivost	-96 dBm
Bezdrátový dosah	400 m
VŠEOBECNÉ	
Vstupní napětí (doporučené)	7 (12) VDC
Digitální I/O piny	14 (5 pro PWM)
Analogové vstupy	6
Rozměry PCB	53,4 × 68,6 mm
Hmotnost	45.00 g

2.4 Elektrické schéma a návrh desek plošných spojů

Celý elektrický obvod (Příloha C) je napájen 5 VDC z USB konektoru. Z této větve je přímo napájeno podsvícení LCD displejů, kde jsou proudy omezeny sériově vřazenými rezistory $R1$, $R2$ a $R3$. V rovnicích jsou uvedeny vypočtené hodnoty a vybrané hodnoty na základě nejbližší hodnoty odporové řady E12. Výpočet $R1$ je následující:

$$R = \frac{U - U_D}{I} = \frac{5 - 4,2}{0,27} = 2,96\Omega \doteq 3,3\Omega \quad (2.1)$$

Výpočet pro $R2$ a $R3$ je následující:

$$R = \frac{U - U_D}{I} = \frac{5 - 4}{0,24} = 4,16\Omega \doteq 3,9\Omega \quad (2.2)$$

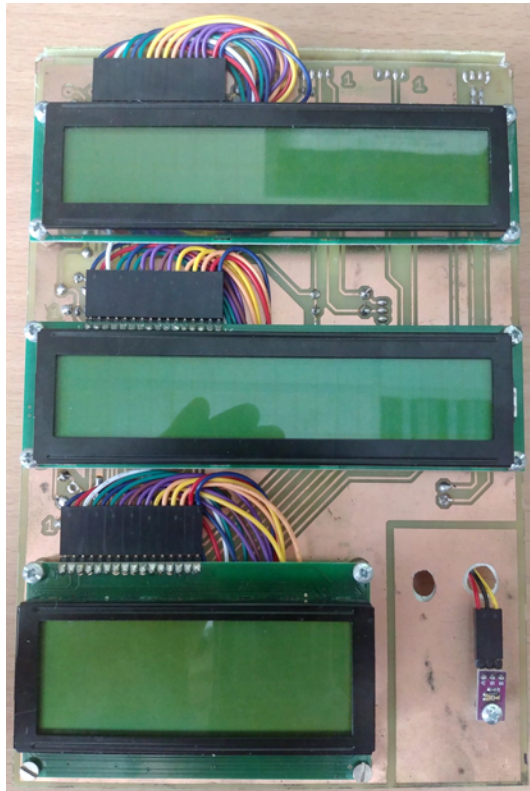
Deska Arduino je připojena do hlavní desky přes pinheady, přičemž je napájena touto hlavní větví a integruje v sobě stabilizační obvody pro 5 VDC a 3,3 VDC. Tato stabilizovaná napětí jsou použita pro napájení všech snímačů a LCD displejů (kromě podsvícení).

Snímač okolního osvětlení, kombinovaný snímač atmosférických hodnot a snímač teploty doteku používají pro napájení stabilizovaných 5 VDC. Snímač směru větru využívá pro napájení stabilizovaného napětí 3,3 VDC. Snímač rychlosti větru nevyužívá žádné napájení a je připojen do snímače směru větru. Snímač teploty doteku a snímač okolního osvětlení jsou do desky připojeny přes pinheady kvůli zabudování do vnitřní konstrukce meteostanice. Zbylé snímače jsou připojeny přes konektor RJ11 kvůli jejich vnějšímu umístění mimo vnitřní prostor meteostanice. U všech konektorů RJ11, které dále napájí snímače, je zapojen kondenzátor kvůli filtraci rušení. Sběrnice I²C pro kombinovaný snímač využívá zajištění logické úrovně přes odpory $R4$ a $R5$. Datová sběrnice OneWire pro snímač doteku tepla též využívá odpor $R6$ pro zajištění logické úrovně.

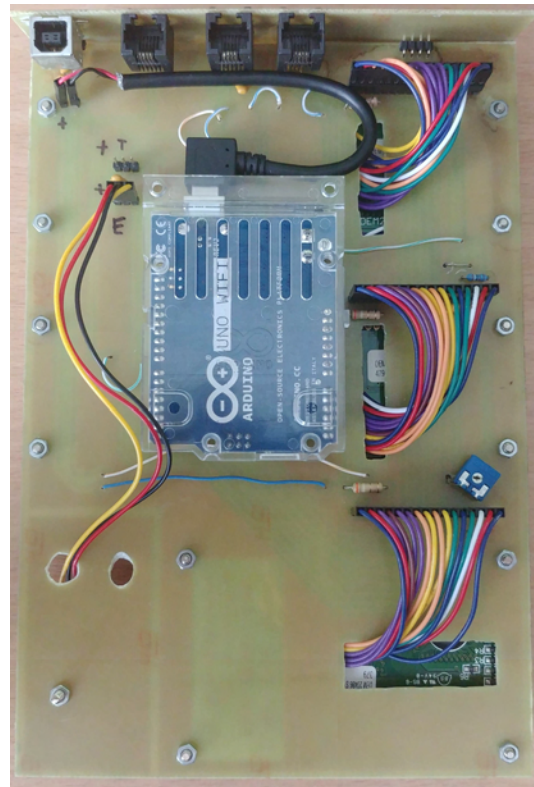
LCD displeje mají na sobě napájeny pinheady. Do těch jsou zapojeny flexibilní kabely vlastní výroby a ty jsou zapojeny do pinheadů na desce. Pro napájení se využívá stabilizovaného napětí 5 VDC. Pro komunikaci s displeji se používá 4bitová komunikace s dalšími 2 signály (RS, ENABLE). Signál RS je společný a signál ENABLE je zvlášť pro každý displej. Na hlavní desce je příprava pro 2 rezistory pro každý displej kvůli nastavení kontrastu krystalů. U displejů DEM 20232 SYH-LY stačilo nakonec stačilo připojit do signálu V_O společný vodič. Pro displej DEM20486SYH-LY-C bylo nutné použít trimr o hodnotě 6,6 k Ω pro přesné nastavení kontrastu.

Elektrické schéma a návrh desek (Příloha D zobrazuje návrh DPS a příloha E obsahuje předpis pro vrtání otvorů na DPS) byly vytvořeny v programu Eagle⁴

⁴EAGLE je aplikace pro návrh elektrických schémat a DPS. Tento SW vyvinula společnost CadSoft



(a) Pohled na DPS zepředu



(b) Pohled na DPS zezadu

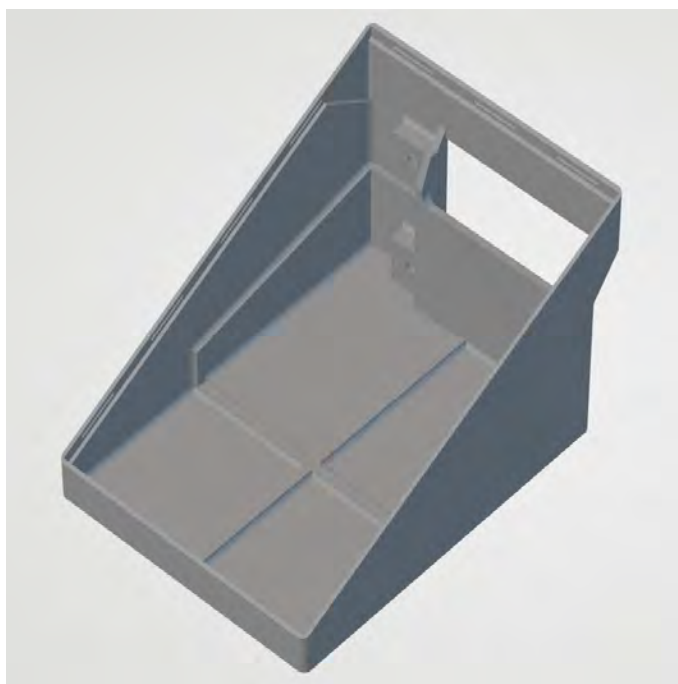
Obrázek 2.17: Konstrukce desek plošných spojů

2.5 Mechanická konstrukce

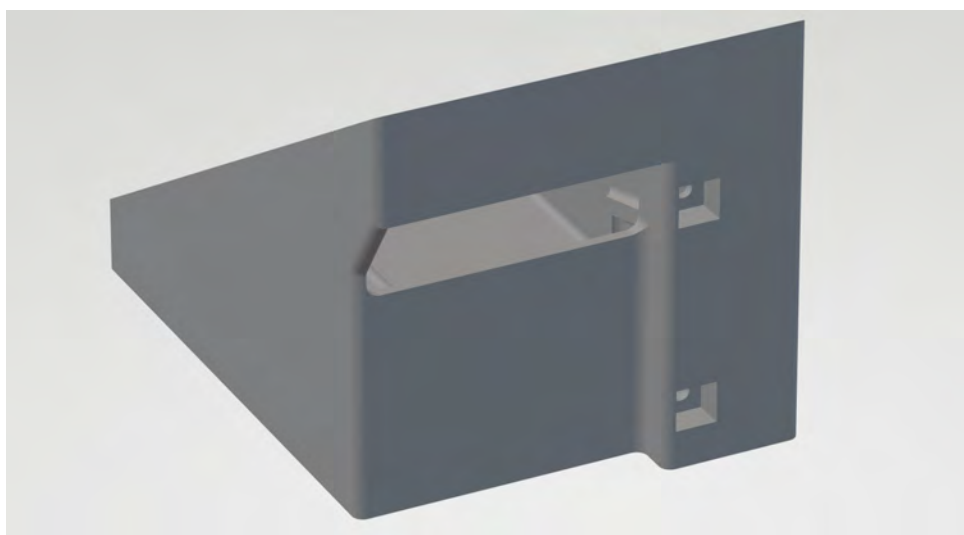
Při sestavování meteostanice bylo potřeba, alespoň koncepčně, řešit samotnou nosnou konstrukci meteostanice. Bylo vytvořeno několik prototypů konstrukce, které byly postupně vylepšovány. V čase psaní této práce stále není zhotoven finální návrh konstrukce.

2.5.1 Krabíčka a její víko

Základním nosným prvkem DPS je krabíčka trojúhelníkového profilu, která má na zadní straně otvor pro připojení konektoru pro napájení, další snímače a otvor pro připevnění dílce spojujícího krabíčku a nosnou tyč pro další snímače.



Obrázek 2.18: Pohled na krabičku



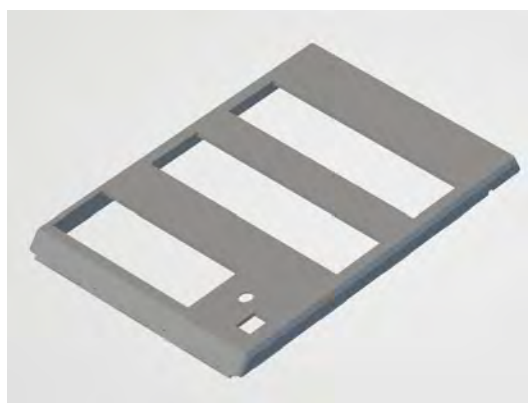
Obrázek 2.19: Pohled na krabičku



Obrázek 2.20: Krabička – první verze



(a) Pohled na spodní část víka

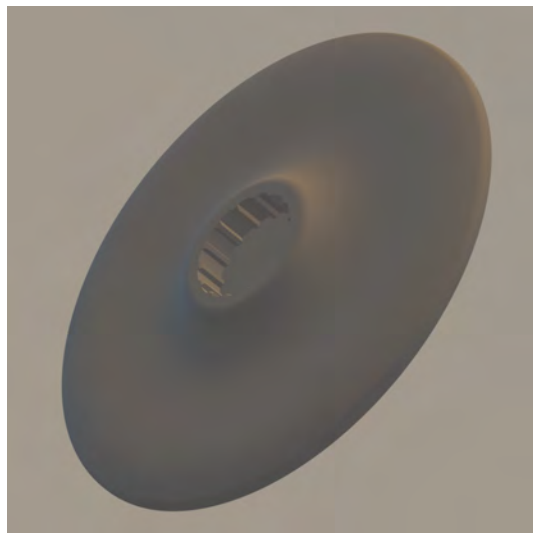


(b) Pohled na vrchní část víka

Obrázek 2.21: Pohled na víko

2.5.2 Podstavec pro stojan

Podstavec je kruhového tvaru se středovým vybráním pro usazení podpůrné tyče pro další snímače. Do tohoto vybrání se zasouvá podpůrná tyč.

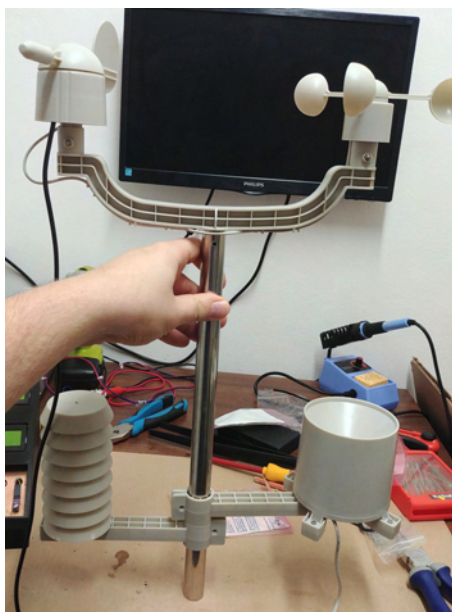


(a) Vrchní pohled na podstavec



(b) Boční pohled na podstavec

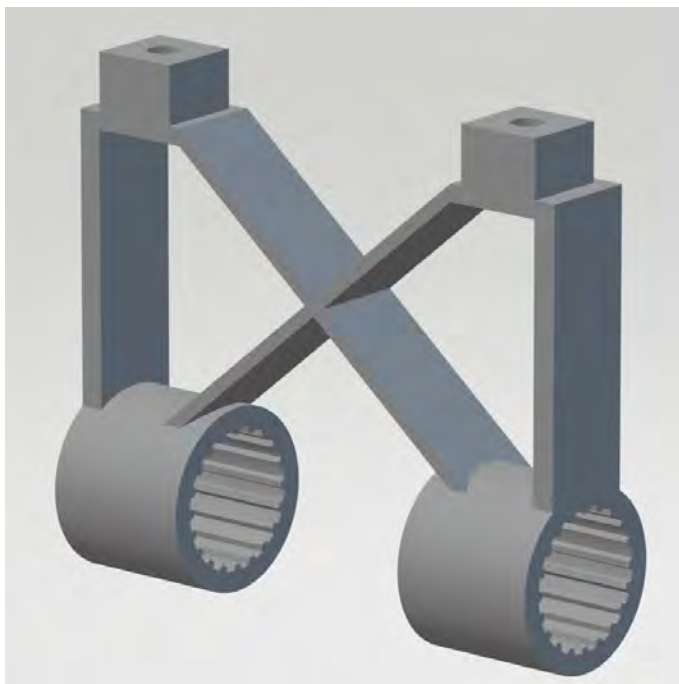
Obrázek 2.22: Pohled na podstavec



Obrázek 2.23: Podpůrná tyč se snímači

2.5.3 Dílec pro upevnění stojanu k hlavní krabičce

Tento dílec bude připevněn na podpurné tyči a následně ho bude možné připevnit ke krabičce meteostanice.



Obrázek 2.24: Dílec pro upevnění stojanu k hlavní krabičce

Kapitola 3

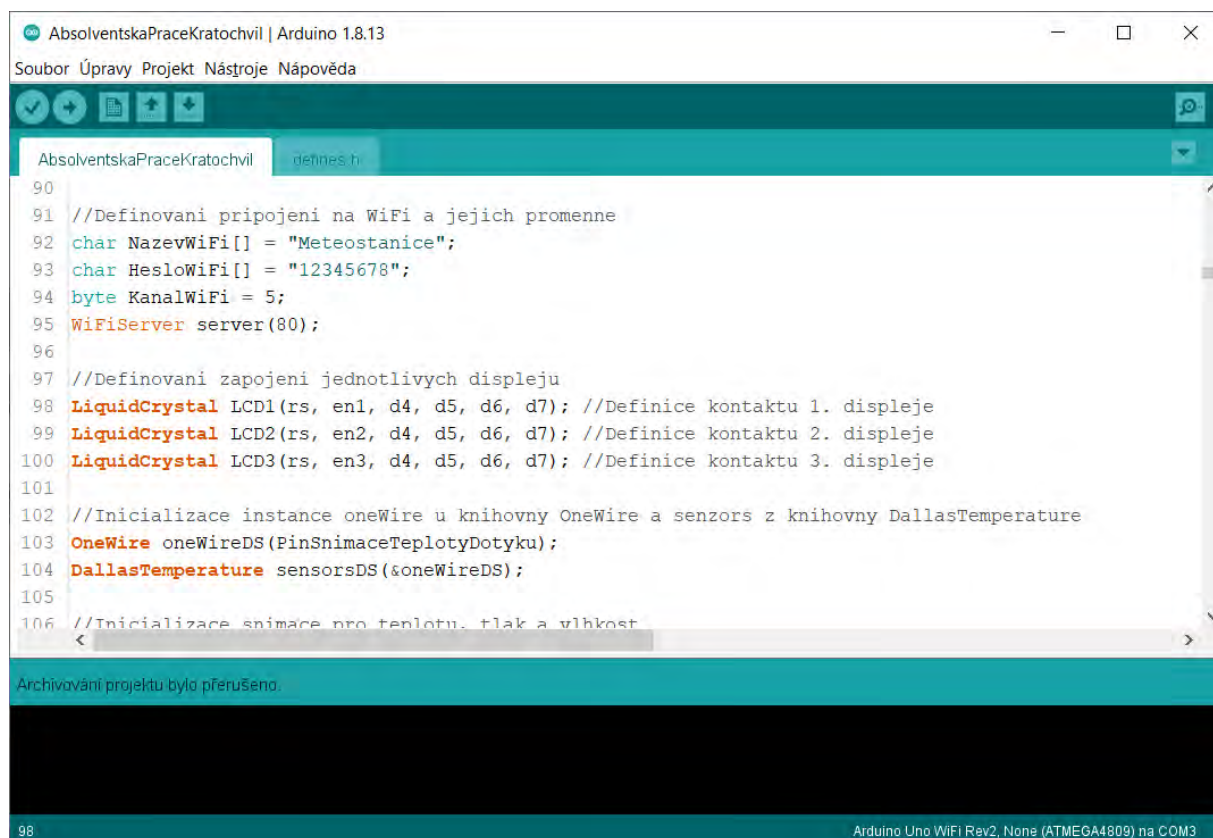
Programové prostředí a obslužná aplikace

Tato kapitola uvádí informace a souvislosti ohledně softwarového vybavení a programů použitých v tomto projektu.

3.1 Vývojové prostředí

Integrované vývojové prostředí (IDE) Arduino je multiplatformní aplikace (pro Windows, MacOS a Linux) napsaná v programovacím jazyce Java. Vzniklo z IDE pro jazyky Processing a Wiring. Obsahuje editor kódu s funkcemi, jako jsou vyjmutí a vložení textu, vyhledávání a nahrazování textu, automatické odsazování, porovnávání závorek a zvýrazňování syntaxe, a poskytuje jednoduché mechanismy pro kompilaci a nahrávání programů na desku Arduino pomocí jednoho kliknutí. Zdrojový kód IDE je uvolněn pod licencí GNU General Public License, verze 2.

Arduino IDE podporuje jazyky C a C++ pomocí speciálních pravidel strukturování kódu. Arduino IDE dodává softwarovou knihovnu z projektu Wiring, která poskytuje mnoho běžných vstupních a výstupních procedur. Arduino IDE používá program avrdude k převodu spustitelného kódu do textového souboru v hexadecimálním kódování, který je načten do desky Arduino načítacím programem ve firmwaru desky.

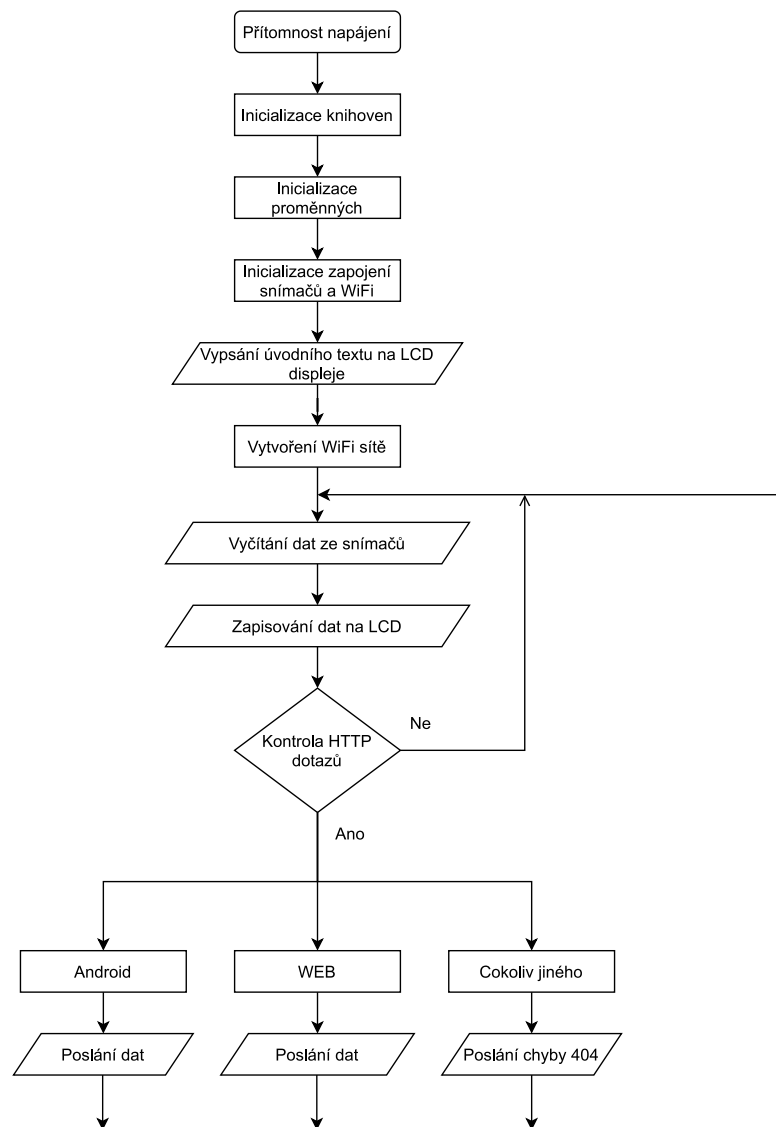


Obrázek 3.1: Screenshot z Arduino IDE

3.2 Programové vybavení Arduina

Řídicím prvkem celé meteostanice je deska Arduino Uno Wifi rev. 2. Jejím úkolem je vyčíst data ze snímačů, zpracovat je do čitelného formátu a následně zobrazit na LCD displejích, webové stránce nebo aplikaci. Deska má v sobě integrovaný WiFi modul, takže nebylo nutné připojovat další komunikační moduly. Při startu inicializuje všechny připojené knihovny, vytvoří WiFi síť, nastaví výchozí proměnné, zinicilizuje snímače a vyčte z nich naměřené hodnoty. Tyto hodnoty následně zobrazí na LCD displejích. Pro zobrazení těchto hodnot dochází ke kontrole přítomnosti externí komunikace přes WiFi. Potom se program vrací ve smyčce ke čtením údajů ze snímačů.

Vytvořená WiFi síť má název *Meteostanice* a je chráněna heslem *12345678*. Výchozí IP adresa je 192.168.4.1 a maska je 255.255.255.0. Není nutno nastavovat statickou IP adresu na připojeném zařízení, je mu přidělena automaticky.



Obrázek 3.2: Diagram firmwaru Arduino desky

3.3 Webová stránka

Pokud je připojení k meteostanici úspěšné, je nutno pro webovou stránku zadat <http://192.168.4.1/> a následně se zobrazí webová stránka s aktuálně naměřenými údaji. Stránka se automaticky aktualizuje jednou za 5 vteřin. Není interaktivní, zobrazuje pouze naměřené hodnoty.



Obrázek 3.3: Screenshot z webového prohlížeče

3.4 Obslužná aplikace Android

Aplikace pro Android byla naprogramována ve webovém rozhraní MIT App Inventor⁵. Aplikace si stahuje data z <http://192.168.4.1/Android> a následně je parsuje do jednotlivých řádků. Pokud není možnost navázat spojení a stáhnout požadovaná data z meteostanice, zobrazí se chybová hláška. Hodnoty se aktualizují po 15 vteřinách.

⁵MIT App Inventor je vývojové prostředí a grafický programovací jazyk pro mobilní telefony. Používá se k výuce programování, ale lze jej použít i k vývoji plnohodnotných aplikací. Prostředí App Inventoru je v prohlížeči a zdrojový kód je uložen v cloudu. App Inventor byl původně vyvinut společností Google a v současné době je spravován Massachusettským technologickým institutem (MIT), přičemž společnost Google nadále poskytuje projektu podporu.



Obrázek 3.4: Screenshot z aplikace

Takto vypadají surová data, která obdrží aplikace před parsováním.

```

1 Okolní teplota ;°C;24.8;24.8;24.8;24.8;24.8NR;
2 Okolní tlak ;hpa;958;958;958;958;958NR;
3 Relativní vlhkost ;%;63;63;63;63;63NR;
4 Okolní osvětlení ;lux;11;15;16;16;16NR;
5 Teplota pro dotek ;°C;24.7;24.7;24.6;24.6;24.6NR;
6 Rychlost větru ;m/s;0;0;0;0;0NR;
7 Smer větru ; ;JZ;JZ;JZ;JZ;JZNR;
8 Uhn srážek ;mm/h;0;0;0;0;0NR;

```

Kapitola 4

Závěr

V této práci byla postupně navržena a zkonstruována meteorologická stanice. Před samotným návrhem a konstrukcí bylo důležité vytyčit požadované funkce meteostanice, které jsou od ní očekávány. Tyto informace byly uvedeny v kapitole 1.

Po vytyčení všech požadovaných funkcí byla provedena analýza jednotlivých snímacích prvků a zobrazovacích jednotek. Následoval návrh elektrického schéma. Po návrhu byly vyrobeny a osazeny desky plošných spojů. Zároveň byly navrženy plastové dílce. Tyto informace jsou obsaženy v kapitole 2.

V kapitole 3 byla popsána vlastní logika a princip softwarového vybavení mikroprocesoru a obslužného softwaru.

V této absolventské práci se podařilo splnit veškeré body zadání. Sestrojené zařízení funguje a reaguje podle zadaných požadavků. Navíc oproti původnímu zadání je rozpracovaný návrh plastových dílců pro meteostanici.

Literatura

SCHENK, C. (2009), MiKTeX [online]. [cit. 2009-06-16], <http://www.miktex.org/>.

SELECKÝ MATUŠ (2012), *Arduino: uživatelská příručka*, Brno: Vydavatelství Computer Press. ISBN 978-80-251-4840-2.

Seznam použitých symbolů

Symbol	Význam	Jednotka
i	elektrický proud	A
u	elektrické napětí	V
v	rychlost	m s^{-1}
T	teplota	$^{\circ}\text{C}$
P	tlak	hpa
E	osvětlení	lx

Seznam obrázků

2.1	Snímač množství srážek – pohledy	3
2.2	Snímač množství srážek – krajní polohy	3
2.3	Snímač množství srážek – krajní polohy	3
2.4	Snímač množství srážek – detail desky	4
2.5	Snímač okolního osvětlení – pohled zepředu	4
2.6	Snímač teploty doteku	5
2.7	Snímač směru větru – pohled zepředu	6
2.8	Snímač směru větru – pohledy na desku plošných spojů	6
2.9	Snímač směru větru – signály pro výchozí a první pozici	7
2.10	Snímač směru větru – signály pro druhou a třetí pozici	7
2.11	Snímač rychlosti větru – pohledy na konstrukci	8
2.12	Snímač rychlosti větru – pohledy na desku	8
2.13	Kombinovaný snímač tlaku, teploty a vlhkosti okolního vzduchu – pohledy	9
2.15	LCD displeje – celkový pohled	10
2.16	Arduino deska UNO WiFi REV2	11
2.17	Konstrukce desek plošných spojů	14
2.18	Pohled na krabičku	15
2.19	Pohled na krabičku	15
2.20	Krabička – první verze	16
2.21	Pohled na víko	16
2.22	Pohled na podstavec	17
2.23	Podpůrná tyč se snímači	17
2.24	Dílec pro upevnění stojanu k hlavní krabičce	18
3.1	Screenshot z Arduino IDE	20
3.2	Diagram firmwaru Arduino desky	21
3.3	Screenshot z webového prohlížeče	22

3.4	Screenshot z aplikace	23
C.1	Elektrické schéma zapojení meteostanice	IV
D.1	Návrh desek plošných spojů meteostanice	VI
E.1	Předpis pro vrtání děr pro desky plošných spojů	VIII

Seznam tabulek

2.1	Základní specifikace Arduino desky UNO WiFi Rev.2	12
-----	---	----

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD/DVD s následující adresářovou strukturou.

- Absolventská práce v $\text{\LaTeX}2\text{e}$
- Fotodokumentace
- Manuály a dokumentace ke snímačům
- Zdrojový kód a knihovny
- Aplikace pro Android
- Modely plastové krabičky
- Schéma a návrhy DPS
- Kratochvíl_AP_2020_2021.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

L^AT_EX 2 ϵ [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

WinEdt 5.3 [⟨http://www.winedt.com/⟩](http://www.winedt.com/)

Eagle 7.4 [⟨https://www.autodesk.com/products/eagle/⟩](https://www.autodesk.com/products/eagle/)

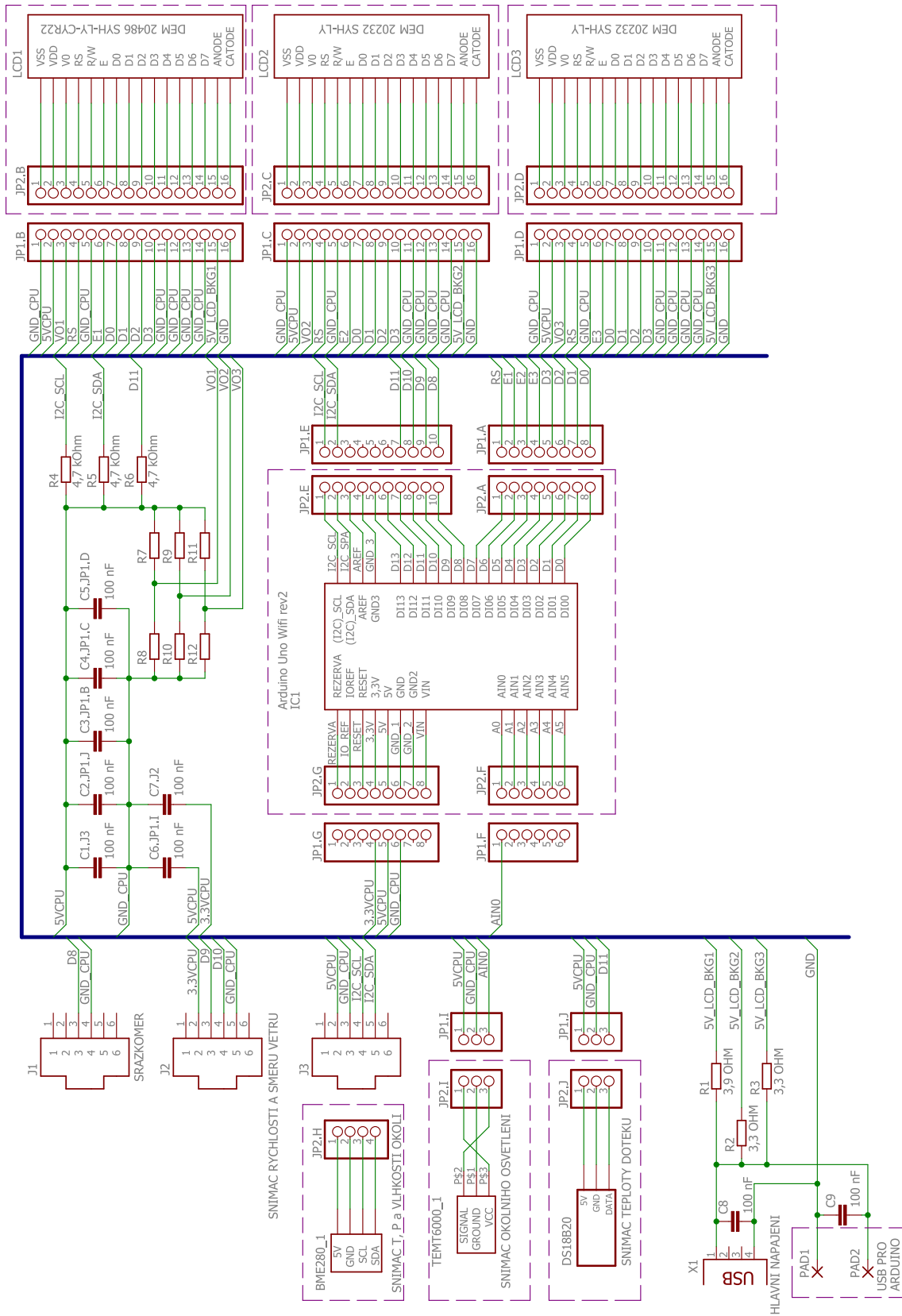
Overleaf [⟨https://www.overleaf.com/⟩](https://www.overleaf.com/)

Arduino IDE 1.8.13 [⟨http://developer.android.com/studio/⟩](http://developer.android.com/studio/)

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, jeho licenci toho času vlastní Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor studoval a vytvořil tuto práci, nebo jeho licenci toho času vlastní společnost TEDOM a.s.

Příloha C

Elektrické schéma



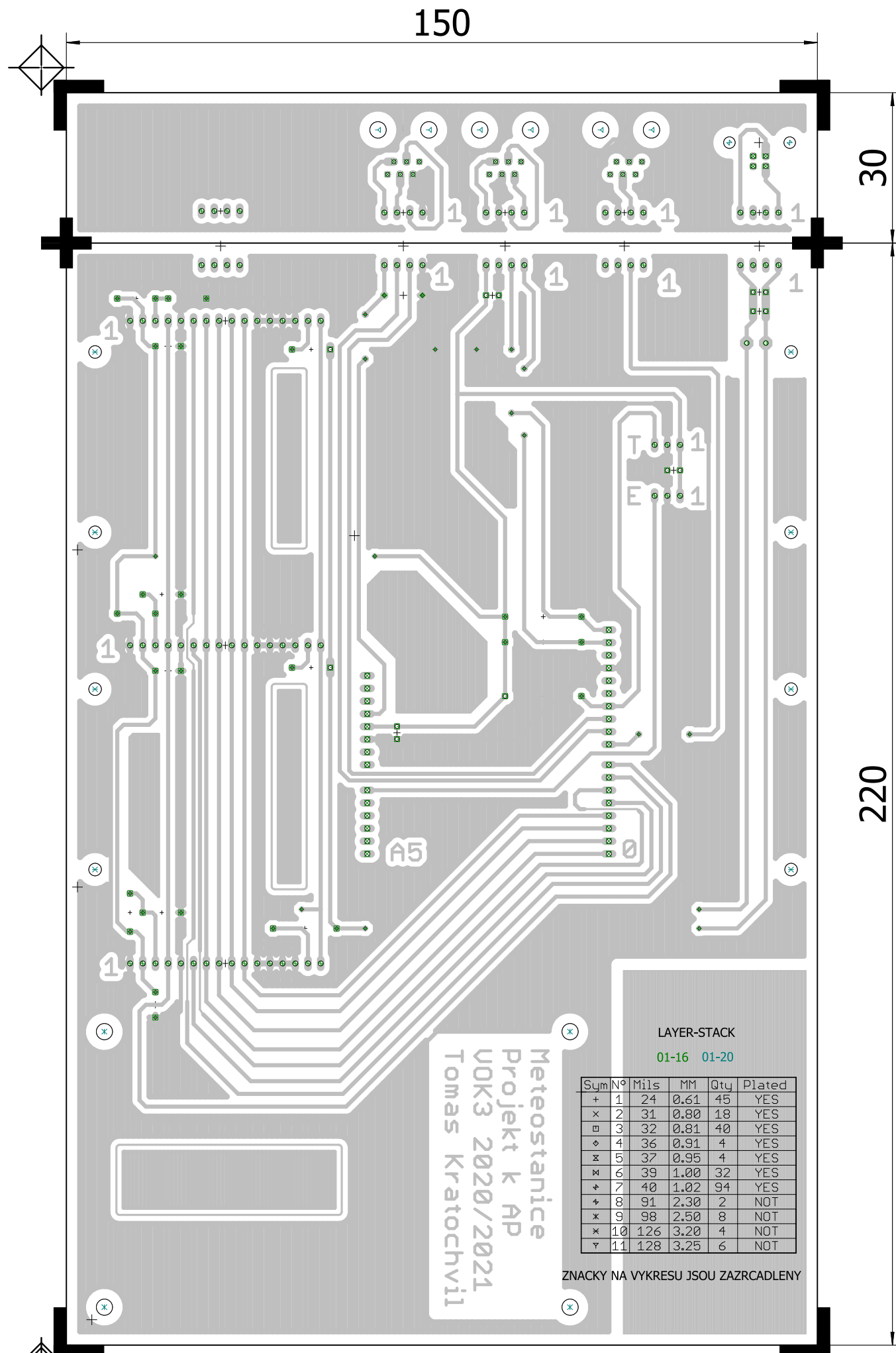
Obrázek C.1: Elektrické schéma zapojení meteostanice

Příloha D

Desky plošných spojů

Příloha E

Desky plošných spojů – Vrtání



Obrázek E.1: Předpis pro vrtání děr pro desky plošných spojů