



Středoškolská technika 2024

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

METEOSTANICE

Richard Dlouhý

Střední průmyslová škola sdělovací techniky
Panská 3, Praha 1

ANOTACE

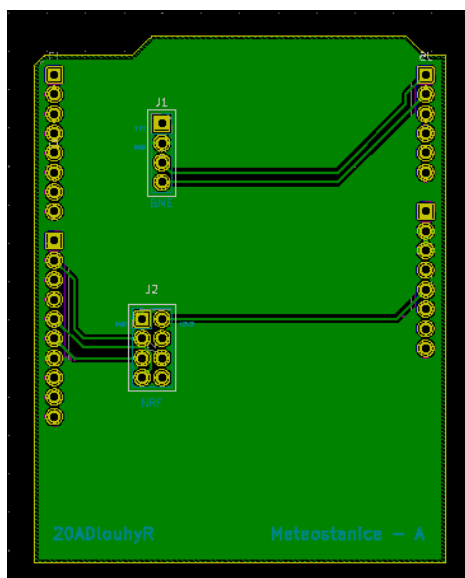
Tento projekt se zabývá konstrukcí meteorologické stanice se dvěma jednotkami, které komunikují bezdrátově. Jednotky jsou řízeny mikrokontrolery Arduino UNO a ESP32. Jedna jednotka hodnoty měří a odesílá na druhou. Tyto hodnoty jsou zobrazovány na LCD displeji nebo zaslány do mobilní aplikace Telegram druhou jednotkou.

1 Úvod

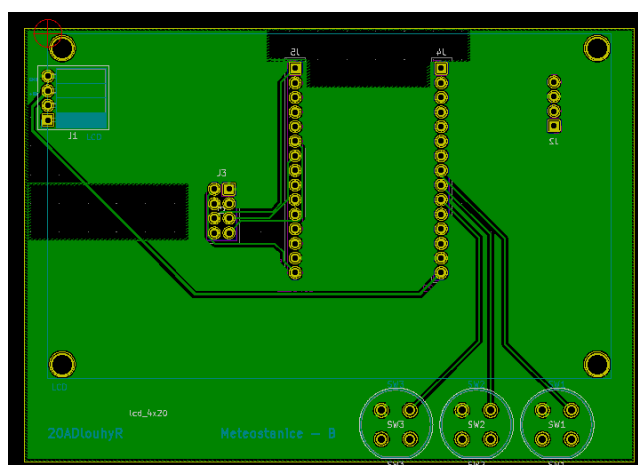
Mým cílem a zadáním bylo sestavit a naprogramovat meteorologickou stanici s vnitřní a venkovní jednotkou. Hlavní komponenty tvoří vývojová deska s mikrokontrolerem ESP32 a vývojová deska Arduino UNO. Meteorologická stanice měří teplotu, vlhkost a tlak, který následně přepočítává na nadmořskou výšku. Naměřené hodnoty se odesílají bezdrátově z venkovní jednotky na vnitřní jednotku. Vnitřní jednotka hodnoty dále zpracovává. Aktuální hodnoty zobrazuje na LCD displej, měří maximální a minimální teplotu a vlhkost. Také dokáže aktuální hodnoty odeslat na mobilní zařízení do aplikace Telegram.

2 Hardware

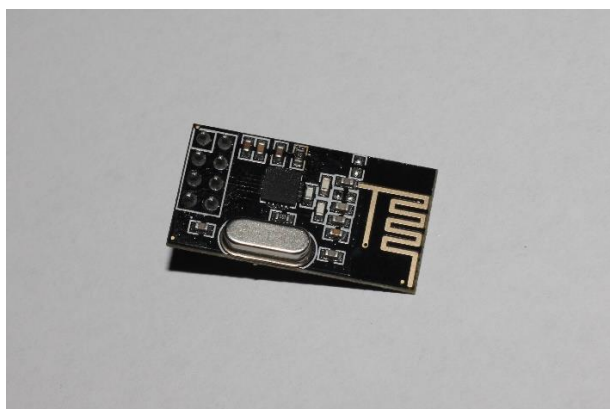
Jako hlavní součásti jsem použil ESP32 pro vnitřní jednotku a Arduino UNO pro venkovní. ESP32 jsem zvolil, protože má velké možnosti komunikace. Na malou spotřebu není kladen velký důraz, bude napájen z 5V USB adaptéru nebo z USB počítače. Arduino má výhodu toho, že se jeho spotřeba dá minimalizovat, proto je to vhodná volba pro zařízení, které bude napájeno z baterií. O bezdrátový přenos dat se stará rádiový modul NRF24L01 – 2,4 GHz, tímto modulem jsou osazeny obě jednotky. Na venkovní jednotce je měřicí modul BME280. Vnitřní jednotka disponuje LCD displejem a třemi tlačítky. Pro upevnění všech modulů jsem navrhl tištěné spoje, které následně nechal vyrobit. Do obou tištěných spojů jsem připájel řady dutinkových lišt a kolíků, do kterých se pak vsadily vývojové desky a moduly. Mohl jsem moduly připájet rovnou do vyvrtaných děr, ale udělal jsem to s dutinkovými lištami pro případ snadné výměny poškozených modulů. Na vnitřní jednotku jsem také připájel tlačítka na ovládání.



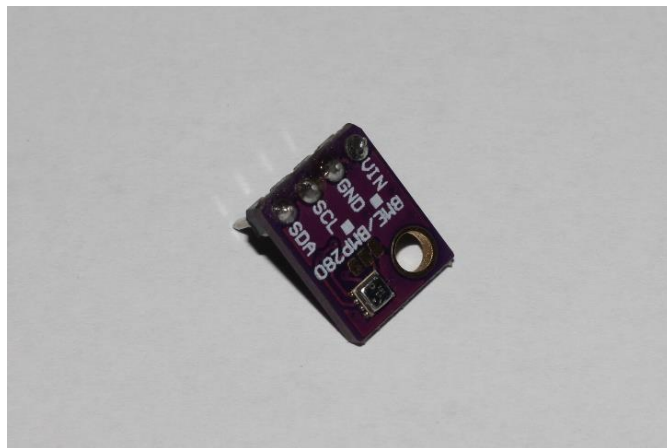
Obr. 1: Návrh tištěného spoje pro Arduino.



Obr. 2: Návrh tištěného spoje pro ESP32.



Obr. 3: Modul NRF24L01 - 2,4GHz.



Obr. 4: Modul BME280.

3 Software

Zdrojový kód pro vnější jednotku je vcelku jednoduchý a krátký. Použil jsem knihovny pro měřicí modul, radiový modul a knihovnu k minimalizování spotřeby. Po nakonfigurování pinů, kam je připojený rádiový modul a měřicí modul, jsem nakonfiguroval proměnné pro každou měřenou hodnotu. Poté jsem napsal několik příkazů k nastavení měřicího a rádiového modulu. Například vysílací výkon nebo kalibrování přepočtu atmosférického tlaku na nadmořskou výšku.

Nakonec do části loop, která se stále dokola opakuje, stačilo napsat, aby se hodnoty změřily, následně odeslaly a Arduino se uspalo. Uspání Arduina pomáhá k zmenšení spotřeby.

Kód pro vnitřní jednotku je mnohem složitější než pro tu venkovní. K tomuto kódu jsem použil knihovny pro rádiový modul, LCD displej, telegram bota a pro WiFi. Jako první jsem nakonfiguroval, na jaké piny je připojen displej, tlačítka a rádiový modul. Následovalo konfigurování proměnných, například aktuální stránka na displeji nebo maximální a minimální hodnoty teplot a vlhkosti. Abych mohl využít Telegram, musel jsem ESP připojit k WiFi, k tomu jsem potřeboval nastavit SSID a heslo k WiFi, ke které se bude mikrokontroler připojovat. Po nastavení těchto údajů jsem musel nastavit základní údaje k Telegram botovi. Tento bot nám bude posílat vyžádané hodnoty do chatu v Telegramu. Nastavoval jsem BOTtoken a CHAT_ID. BOTtoken je unikátní klíč našeho bota, CHAT_ID je naopak unikátní klíč uživatele aplikace. Toto nejen umožňuje komunikaci s botem, ale i zabezpečuje před tím, aby si někdo cizí nemohl zažádat o naměřené hodnoty. Aby bot komunikoval, musel jsem mu naprogramovat jednotlivé funkce na odesílání hodnot.

Naprogramoval jsem úvodní hlášku, kde vypíše jednotlivé příkazy a k nim stručné vysvětlení co dělají. Pokračoval jsem programováním jednotlivých příkazů. V této verzi jich je celkem 6. Všechny slouží pro zasílání naměřených hodnot. 4 z nich pro zaslání jednotlivých hodnot, teplota, vlhkost, atd... 1 pro všechny aktuální hodnoty najednou a zbývající příkaz pro maximum a minimum teploty a vlhkosti. Všechny tyto příkazy se pak během provozu spouští podle toho, co napíšeme do chatu botovi.

Po naprogramování zpracovávání zpráv neboli příkazů jsem pokračoval v části kódu, která se spustí pouze po spuštění mikroprocesoru. Začal jsem nastavením chování pinů pro tlačítka. To, o které piny se jedná máme už nadefinované na začátku celého kódu, teď jsem pouze nastavoval, jak se mají chovat. Piny se chovají jako vstup, k tomu je na nich nastavený interní pull up rezistor. Tento pull up rezistor zajišťuje to, aby při nestisknutém tlačítku byla na pinu 1. Po stisknutí tlačítka se pin propojí se zemí, tudíž z 1 se stane 0. Tuto funkci využijeme

později. Dále jsem naprogramoval počáteční stránku na displeji, zapnutí podsvícení displeje a připojení k WiFi. Když nebude WiFi k dispozici, anebo se ESP nepřipojí z důvodu špatně zadaného SSID nebo hesla, WiFi modul se úplně vypne, protože ESP běží plynuleji, je-li vypnutý. Po připojování k WiFi následuje spuštění rádiového modulu.

Poslední část kódu je ta, která se opakuje stále dokola. Na začátku jsem udělal jednoduchý čítač, ten při každém cyklu kódu přičte 1 k proměnné „timeout“, ta při spuštění mikroprocesoru je nastavená na hodnotu 100. Když vnitřní jednotka přijme data, proměnná „timeout“ se nastaví na hodnotu 0. Když čítač dosáhne hodnoty 100 a větší, bude se vypisovat na stránce „Status“, venkovní jednotka nepřipojena. Když bude hodnota „timeout“ menší než 100, bude se vypisovat, venkovní jednotka připojena. Po čítači jsem naprogramoval kontrolu nových zpráv pro bota od uživatele. Následně čtení dat z rádiového modulu a přepisování maximálních a minimálních hodnot teploty a vlhkosti. V této části je také již zmiňované nulování proměnné „timeout“.

Jako poslední jsem naprogramoval vypisování a stránkování na LCD displeji. Stránkování je pomocí tlačítek, když se na pinu tlačítka objeví 0, stránka se posune o jednu vpřed nebo vzad, podle stisknutého tlačítka. Na první stránce jsou vypsány aktuální hodnoty. Na druhé stránce maximální a minimální teploty. Na třetí stránce to samé, ale pro vlhkost. Na těchto stránkách jsem naprogramoval nulování hodnot po stisknutí třetího tlačítka. Poslední stránka s názvem „Status“ také obsahuje informace o připojení k WiFi a připojení k venkovní jednotce.

Taky je zde naprogramováno, aby se pomocí třetího tlačítka dalo připojit nebo odpojit od WiFi. Když je ESP připojeno k WiFi a stiskneme tlačítko, odpojí se, modul se vypne. Naopak když je ESP odpojené, tlačítkem se zapne modul a ESP se pokusí připojit. Když se pokus o připojování nezdaří, modul se opět vypne.

4 Testování a měření

Testování probíhalo během psaní celého kódu k objevení zřetelných chyb. Také jsem otestoval dosah jednotek. Venkovní jednotku jsem se pokusil umístit do pařníku na zahradě, vnitřní jednotku jsem měl ve svém pokoji. Jednotky byly připojeny úspěšně. Maximální dosah je 47 m bez překážek. Měřil jsem také spotřebu venkovní jednotky pro odhad výdrže při napájení z baterií. Při klidném stavu venkovní jednotky byla spotřeba zhruba 34 mA, při odesílání dat zhruba 47 mA. Odesílání trvá jen zlomek vteřiny. Spánek trvá 10 vteřin. Měření probíhalo tak, že jsem si vložil rezistor mezi zdroj a vývojovou destičku. Na tomto rezistoru jsem pomocí osciloskopu měřil napětí. Podle naměřeného napětí a hodnoty rezistoru jsem vypočítal procházející proud.

5 Závěr

Můj vytyčený cíl jsem téměř splnil. Při návrhu projektu jsem si neuvědomil, že Arduino má integrovaný stabilizátor napětí, který má velkou spotřebu i když je Arduino v úsporném režimu. Tím je bohužel způsobena malá výdrž při napájení z baterií. Řešením by bylo tento stabilizátor eliminovat. Vnitřní jednotka je připravena na rozšíření o další měřicí modul, ten bych chtěl v budoucnu doplnit. Meteostanice se dá využívat každý den, sice by se v tuto chvíli musely měnit baterie každých několik dní, ale při napájení ze stálého zdroje se dá provozovat neomezeně. Měřené hodnoty by šly ukládat dlouhodobě a z nich poté vytvořit například grafy. Vidím v této meteostanici velký potenciál.