

HOME METEOSTATION USING RASPBERRY PI

Radek Špringer

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsprin03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ondřej Krajsa

E-mail: krajsao@feec.vutbr.cz

Abstract: Práce se zabývá návrhem a vytvořením domácí meteostanice s využitím platformy Raspberry Pi. Tato stanice bude zaznamenávat základní meteorologické údaje, které bude posléze odesílat na webový server, kde budou dále zpracovávány. Na webovém serveru se budou uživatelé zobrazovat aktuální naměřené hodnoty, statistiky vypočtené z naměřených hodnot a grafické průběhy jednotlivých meteorologických veličin v libovolných časových intervalech.

Keywords: Raspberry Pi, meteostanice, DHT22, BMP1810, nRF24L01

1 ÚVOD

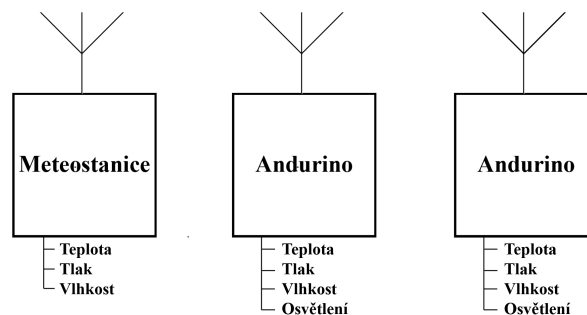
Jednodeskový počítač Raspberry Pi měří základní meteorologické hodnoty a je hlavní výpočetní částí domácí meteostanice. Meteostanice je rozdělena na dvě části, část výpočetní a senzorovou, které jsou propojeny bezdrátovými senzory pro větší mobilitu. Hodnoty zpracované senzorovou částí se budou zpracovávat v samotném Raspberry Pi a posléze odesílány na webovou stránku, kde budou dále zpracovávány. Na webové stránce jsou zobrazovány aktuální změřené hodnoty, předpověď počasí vypočtená z měřených hodnot, tabulkové a grafické statistiky s možností změny zobrazovaného intervalu.

2 METEOSTANICE

Meteostanice využívá jednodeskový počítač Raspberry Pi verze B. Tato verze byla vybrána z důvodu dvojnásobné operační paměti (512 MB) oproti modelu A a přítomnosti LAN konektoru pro komunikaci s webovou aplikací. Hlavní prioritou Raspberry Pi je zpracovávání signálů od jednotlivých senzorů osazených v meteostanici a převod těchto signálů na fyzikální veličiny. Signály z jednotlivých senzorů nebudou zpracovávány v aktuálním čase, nýbrž v pravidelných časových intervalech, které lze změnit nastavením vyčítací funkce v počítači Raspberry Pi. Meteostanice neobsahuje zobrazovací jednotku, proto není uvažováno se zpracováváním dat v reálném čase. V případě rozšíření meteostanice o zobrazovací prvek, lze zobrazovat aktuální fyzikální veličiny v reálném čase na zobrazovacím prvku.

Meteostanice je osazena moduly (nRF24L01) pro bezdrátový přenos, díky kterým lze oddělit senzorovou a výpočetní část meteostanice. Senzorovou část meteostanice jsme osadili Arduino NANO, které se stará o komunikaci s Raspberry Pi a přenos dat naměřených senzory. Arduino NANO a bezdrátové moduly typu nRF24L01 byly zvoleny z důvodů malé spotřeby, protože tato bezdrátová senzorová část je napájena z akumulátoru. Spolehlivý dosah bezdrátových modulů je přibližně 100 m, což pro funkci meteostanice je dostatečně vyhovující. S těmito moduly lze připojit k Raspberry Pi jeden či více senzorových částí meteostanice, viz obrázek 1. Díky této možnosti můžeme snímat meteorologické hodnoty z více míst současně.

Po převedení signálů na fyzikální veličiny budou tyto veličiny uloženy do souboru a odeslány na vzdálený WWW server¹. Pro ukládání naměřených veličin byla zvolena MySQL databáze, která je součástí serveru. Na tomto serveru jsou pro uživatele meteostanice zobrazovány změřené veličiny v pravidelných časových intervalech, jímž zvoleným. Dále zde bude graficky zobrazována podrobná denní statistika změřených veličin s možností zobrazení týdenní, měsíční či roční statistiky. Bude se zobrazovat minimální a maximální hodnota pro daný den v týdnu, výpis nejchladnějších a nejteplejších dní v roce, měsíci či dnu. Po přihlášení do administrace na straně serveru má uživatel k dispozici upravovat názvy jednotlivých měřených veličin, měnit jejich fyzikální jednotku, pořadí, ve kterém se veličiny budou zobrazovat na hlavní stránce serveru, měnit ikonu zobrazenou před danou veličinou, přiřadit veličinu k senzoru osazenou v meteostanici a smazat veličiny. Dále lze přidávat a odebírat senzory, kterými je osazena meteostanice a konfigurovat nastavení přijímaných souborů z Raspberry Pi.



Obrázek 1: Blokový model meteostanice

Webová aplikace je realizována jako uživatelsky nenáročná. Na hlavní stránce aplikace jsou zobrazeny údaje získané z meteostanice. Při změnách v administraci je kladen důraz na jednoduchost a srozumitelnost jednotlivých úprav. V aplikaci není řešena registrace nových uživatelů, protože k přístupu do administrace postačuje jeden účet, přes který se dají realizovat veškeré změny v aplikaci. Aplikaci není třeba nijak uživatelsky omezovat. Všichni uživatelé, kteří navštíví daný webový server, mají stejná práva a mohou si zobrazovat veškeré statistiky a aktuální hodnoty veličin.

3 SENZORY

V současné době je meteostanice osazena třemi senzory. Senzorem Bosch BMP180 pro měření teploty a tlaku, senzorem DHT22 pro měření vlhkosti a teploty a senzorem BH1750 pro měření osvětlení.

Většina senzorů obsahuje i teplotní čidlo, ale k měření teploty je používán senzor Bosch BMP180, z důvodů vysoké přesnosti. Ostatní teplotní čidla a senzory jsou používány jako referenční.

3.1 SENZOR BOSCH BMP180

Senzor Bosch BMP180 byl vybrán z důvodu malých rozměrů, zařazený do kategorie pro předpověď počasí, pro jeho nízkou spotřebu a nízké napájecí napětí. Napájecí napětí senzoru se pohybuje mezi 1,8 - 3,6 V, což umožňuje připojit senzor přímo na sběrnici I2C, přes kterou komunikuje. Udávaná absolutní přesnost senzoru pro měření tlaku je stanovena na ± 1 hPa a u měření teploty na ± 1 °C. Výhoda tohoto senzoru je v zobrazování teploty na desetinná místa a zobrazení tlaku v jednotkách pascalů. Výsledný tlak vypočtený senzorem je brán jako absolutní, proto je nutné ho přepočítat na hladinu moře. Takto přepočtený tlak se uvádí ve všech meteorologických stanicích a počítá se s ním při stanovení předpovědi počasí. Tlak na hladinu moře je stanoven pomocí vzorce 1:

¹<http://31.31.76.16/meteo/>

$$p_{\text{more}} = \frac{p_{\text{abs}} \times 9,80665 \times v}{287 \times (273 + t + \frac{v}{400})} + p_{\text{abs}}, \quad (1)$$

kde p_{abs} znázorňuje aktuální tlak v Pa, v přesnou nadmořskou výšku senzoru a t aktuální venkovní teplotu. Pokud je senzor teploty uvnitř budovy, výsledky výpočtu budou nepřesné a hodnoty teploty se musí zjišťovat jiným způsobem.

3.2 SENZOR DHT22

Senzor DHT22 byl vybrán z důvodů měření vlhkosti s citlivostí $\pm 0,1\%$ a $\pm 0,1^\circ\text{C}$ pro teplotu. Přesnost tohoto senzoru je stanovena pro vlhkost na $\pm 2\%$ a $\pm 0,5^\circ\text{C}$ pro teplotu. Pomocí tohoto senzoru můžeme dopočítávat rosný bod, který stanovíme pomocí vzorce 2:

$$T_{\text{dp}} = \frac{c \ln\left(\frac{V}{100} \times e^{\frac{b \times T}{c+T}}\right)}{b - \ln\left(\frac{V}{100} \times e^{\frac{b \times T}{c+T}}\right)}, \quad (2)$$

kde konstanta $b = 17,67$ a $c = 443,5^\circ\text{C}$. Dále ve vzorci vystupuje V , to znamená relativní vlhkost (hodnota změřená vlhkoměrem) a T teplotu změřenou ve $^\circ\text{C}$.

3.3 SENZOR BH1750

Senzor BH1750 byl vybrán z důvodů měření denního osvětlení a grafického znázornění doby trvání dne. Výhoda tohoto senzoru je, že výstupní data se nemusí přepočítávat nebo nějak jinak upravovat, protože výstupní hodnota je přímo v jednotkách luxech.

4 ZÁVĚR

V této práci byla zprovozněna meteostanice s využitím Raspberry Pi a ověřena její funkčnost. Meteostanice je v současné chvíli osazena čtyřmi senzory pro měření teploty, tlaku, vlhkosti, osvětlení a dopočítaného rosného bodu. Meteostanice je rozdělena na dvě části, výpočetní a senzorovou. Tyto části jsou propojeny pomocí bezdrátových modulů pro větší mobilitu senzorové části. Pomocí Raspberry Pi jsou změřené hodnoty senzory odesílány na webový server, kde se dané hodnoty dále zpracovávají. Po zpracování těchto hodnot se na webové stránce zobrazují aktuální naměřené hodnoty. Je vykreslena denní statistika minimálních a maximálních hodnot a průměrná hodnota denních veličin. Toto vykreslování se provádí v grafickém zobrazení.

REFERENCE

- [1] Meteostanice - Meteorologická stanice. *Www.deramax.cz - praktická elektronika* [online]. 2010 [cit. 2014-01-01]. Dostupné z URL: <<http://www.deramax.cz/domaci-meteostanice/c-928/>>.
- [2] Encyklopedie meteorologie a klimatologie - *Meteocentrum.cz. Meteocentrum.cz - předpověď počasí podrobně, počasí aktuálně* [online]. 2007 [cit. 2014-01-01]. Dostupné z URL: <<http://www.meteocentrum.cz/encyklopedie>>.