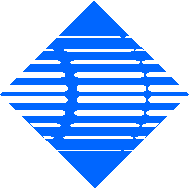
**Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, Šumperk**

**Gen. Krátkého 1, 787 29 Šumperk**

****

**Obor vzdělání: 26-41-M/01 Elektrotechnika**

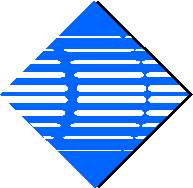
**MATURITNÍ PRÁCE**

**Meteostanice**

**Školní rok 2021/2022 Michal Basler**

**Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, Šumperk,**

**Gen. Krátkého 1, 787 29 Šumperk**



**Obor vzdělání: 26-41-M/01 Elektrotechnika**

**ZADÁNÍ MATURITNÍ PRÁCE**

**z odborných předmětů**

**Žák/Žákyně: Michal Basler**

**Téma maturitní práce: Meteostanice**

**Obsah maturitní práce: 1. Základní informace**

**2. Elektronika a zapojení**

**3. Kód**

**Datum zadání: 30. září 2021**

**Datum odevzdání: 25. března 2022**

**Vedoucí práce:** PaedDr. SOURAL Martin, MBA **Podpis:**

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou maturitní práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze maturitní práce jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Šumperku dne datum ……………………………………………………

Michal Basler

**Poděkování**

Děkuji všem, co mi nepomohli

**Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, Šumperk,**

**Gen. Krátkého 1, 787 29 Šumperk**

**KONZULTAČNÍ LIST**

**Žák/Žákyně: Michal Basler Třída: E4**

**Téma maturitní práce: Meteostanice**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Datum kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Obsah kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Hodnocení kontroly: 1 2 3 4 5 Podpis vedoucího práce: \_\_\_\_\_\_\_\_**

**Datum kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Obsah kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Hodnocení kontroly: 1 2 3 4 5 Podpis vedoucího práce: \_\_\_\_\_\_\_\_**

**Datum kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Obsah kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Hodnocení kontroly: 1 2 3 4 5 Podpis vedoucího práce: \_\_\_\_\_\_\_\_**

**Datum kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Obsah kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Hodnocení kontroly: 1 2 3 4 5 Podpis vedoucího práce: \_\_\_\_\_\_\_\_**

**Datum kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Obsah kontroly: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Hodnocení kontroly: 1 2 3 4 5 Podpis vedoucího práce: \_\_\_\_\_\_\_\_**

**Obsah** vygenerujte!

# Úvod

Práce se zabývá návrhem, výrobou, konstrukcí a zprovozněním poloprofesionální meteostanice vyrobené s použitím to 3D tisku.

Meteostanice by měla umět měřit základní veličiny a to teplota, tlak, vlhkost, rychlost větru, směr větru, UV intenzitu a světlo. Meteostanice by z naměřených jednotek měla také odvodit rosný bod, pocitovou teplotu a relativní tlak.

Cílem mé maturitní práce je zprovoznění meteostanice a zveřejnění měřených dat na internet.

# Meteorologická stanice

Meteorologické stanice jsou zařízení, které umožňují lidem zjišťovat aktuální a budoucí počasí.

Ve většině domácností se tahle zařízení nacházejí, ale umí měřit pouze základní údaje jako je teplota, vlhkost a tlak. Navíc také data zobrazují pouze na jednoúčelových obrazovkách a není zde možnost je zobrazit třeba na mobilním telefonu.

Profesionální stanice měří navíc i rychlost a směr větru, UV záření, sluneční záření, množství srážek, množství oblačnosti a mnoho dalších jevů.

## Druhy senzorů

Zde popíšu principy a zařízení, kterými se měří jednotlivé veličiny. Z důvodu, že se jedná o elektrické zařízení, budou zde jmenováno pouze elektrická měření těchto veličin.

### Teploměr

Teplotu lze změřit mnoha různými způsoby. Mezi ně patří třeba měření pozistorem, termočlánkem, negistorem anebo polovodičem. Negistoru se při rostoucí teplotě snižuje odpor. U pozistorů odpor naopak roste. U termočlánků se při rostoucí teplotě zvyšuje proud. Termočlánky se skládají ze dvou různých kovů. Díky tomu termočlánky vydrží i velice vysoké teploty.

### Vlhkoměr

Čistě elektronicky lze měřit relativní vlhkost pouze kapacitně a odporově. U kapacitních se uvnitř nachází dvě elektrody a oddělující vrstva z hygroskopického materiálu. Mezi elektrodami se měří napětí, a to je dále posíláno na zpracovaní na užitečný údaj. U odporových vlhkoměrů se mění odpor v závislosti na vlhkosti. Uvnitř se nachází materiál, který absorbuje vlhkost a přes něj se měří odpor. Výsledná jednotka je udávána jako relativní vlhkost v %.

### Tlakoměr

Tlak lze elektronicky změřit mnoha způsoby. Jednou z nejrozšířenější metod měření tlaku je měření tenzometrem. Jedná se o tenkou kovovou folii přilepenou na membránu. Membrána se pohybuje v závislosti na tlaku a tím se pohybuje i kovová folie. Na ní se měří odpor a ten je následně převáděn tlak. Měřit tlak lze i za pomocí piezorezistivního tenzometru. Využívá se piezoelektrického efektu.

### Anemometr

Anemometr, anebo měřič rychlosti větru se používá na měření rychlosti větru. Elektronicky lze rychlost větru měřit buď dynamem, anebo „tachometrem“. U měření rychlosti dynamem se používá malý motorek jako generátor. V závislosti na rychlosti větru se generuje napětí. Generované napětí je převáděno pomocí A/D převodníku na signál, který lze už převést na rychlost větru. U měření rychlosti „tachometrem“ se používá v anemometru magnet a Hallova sonda nebo jazýčkové relé. Při jednom otočení magnet aktivuje Hallovu sondu anebo jazýčkové relé. Mikropočítač tyto impulzy vezme a s pomocí průměru anemometru vypočítá přesně rychlost větru.

### Větrná korouhev

Větrná korouhev se používá k určení směru větru. Vítr natáčí korouhví a vnitřní obvody detekují směr větru. Směr lze detekovat buď pomocí mnoha jazýčkových relé nebo Hallových sond, ale tahle cesta umožňuje pouze měřit málo přesně. Šlo by rozpoznat pouze sever, severovýchod, východ, jihovýchod, … Z tohoto důvodu jsem se rozhodl jít druhou cestou, a to je cesta pomocí enkodéru. Uvnitř korouhve se nachází disk s otvory. Skrze ně svítí světlo na senzory. Z počtu zakrytých senzorů lze velice přesně vyvodit úhel větru. Tahle cesta je i levnější.

### Srážkoměr

Tento senzor se používá na měření srážek. Nejjednodušší cesta na měření srážek je překlápěcí nádobka. Nádobka se skládá ze dvou symetrických částí. Když do 1. nádobky nateče určité množství vody, tak se nádobka překlopí. Toto překlopení zaregistruje procesor, který si počet překlopení zapamatuje. Po překlopení se 1. část vyprázdní. Následně natéká voda do 2. nádobky. Když do ní nateče stejné množství vody, tak se překlopí zpět, procesor zaregistruje další překlopení, voda odteče a vše může začít znovu.

## Popis jednotlivých senzorů na mé stanici

### Teploměr a tlakoměr

Jako senzor teploty, tlaku a vlhkosti jsem zvolil BME280 a BMP280 od firmy Bosch Sensortek. Tento čip byl zvolen z toho důvodu, že komunikace s ním po sběrnici I2C je velice snadná. Z důvodu stále probíhajícího nedostatku čipů se první prototyp stavěl s jeho ekvivalentem a to BMP180. Čip BMP280 se nachází jak ve vnitřních jednotkách, tak i ve venkovní. U malé vnitřní jednotky je měřena pouze teplota, u velké vnitřní jednotky je navíc měřena i relativní vlhkost. U venkovní jednotky měří pouze tlak a teplotu.

### Vlhkoměr

Jako vlhkoměr byl zvolen senzor DHT22. Tento senzor lze použít i jako teploměr, ale v mé stanici bude použit pouze jako vlhkoměr. Teploměrem v tomto senzoru je termistor a čas, který potřebuje k ustálení je v mém případě až moc velký. S procesorem komunikuje pomocí jednoho vodiče a tím pádem je komunikace s ním bez správné knihovny náročná. Výsledná vlhkost je zobrazena v %, jelikož senzor neměří vlhkost, ale relativní vlhkost, což je jiná veličina.

### Větrná korouhev

První ze dvou senzorů, které byly vytištěny na 3D tiskárně. V otočné části se nachází 2 magnety, které spínají Hallovu sondu ve spodní části. Použitím 2 magnetů lze zajistit přesnější měření. Pomocí matematiky lze jednoduše odvodit, jakou rychlostí fouká vítr

### Anemometr

Anemometr je druhým senzorem, který byl vytištěn na 3D tiskárně. Na zjištění úhlu se zde používá jednořádkový Grayův kód. Díky němu lze s pomocí pěti čidel získat až 30 různých poloh, každá o 12 stupňů větší.

### Senzor UV intenzity

Jako UV senzor byl zvolen čip MP8511. Tento čip je stavěn na detekci UVA a UVB záření (284-390nm). Jelikož senzor posílá data analogově, tak jejich interpretace je s pomocí procesoru velice jednoduchá. Po zpracování je výsledkem hodnota v mW/m2. Z téhle hodnoty lze následně vypočítat UV index.

### Senzor světla

Posledním senzorem je senzor světla. Byl použit čip BH1750. S pomocí tohoto senzoru je stanice schopna zjistit míru osvětlení.

# Popis elektrických obvodů a desek

Většina komponentů, které se na deskách nachází jsou ve formě modulů. Moduly byly zvoleny z toho důvodu, že moduly jsou jednodušší na sehnání než samostatné čipy. Kupříkladu je tu čip BME280. Tento čip se v době psaní této práce nedá samostatně nikde sehnat, tak musel být koupen ve formě modulu.

## Základní deska

Základní deska se stará o spojení všech senzorů k procesoru a také o jejich napájení.

### Procesor

Jako hlavní procesor jsem zvolil mikrokontroler ESP32 od firmy Espressif. Byl zvolen z mnoha důvodů. Mezi ně patří třeba Wi-Fi připojení, mnoho použitelných pinů pro periferie a taky dvě použitelná jádra na zrychlení výpočtů. Pro jednodušší vývoj jsem zvolil mikrokontroler, který byl již osazen na vývojové desce s nezbytnými komunikačními čipy.

### Indikační LED diody

Pro anemometr a korouhev jsou na základní desce indikační LED diody. Tyto LED diody slouží pouze jako indikace stavů jednotlivých senzorů.

### Napájení

Napájení bylo jednou z nejobtížnějších věcí na této stanici. Musel jsem zajistit, aby se převod z 12 voltů od solárních panelů na 6v pro olověný akumulátor byl co nejefektivnější. Originálně měl na desce být osazen lineární regulátor MAA723 od bývalé Tesly Rožnov. Ale jelikož se jedná o lineární regulátor, tak by jeho ztráty byly vyšší než vlastní spotřeba celého zařízení. Proto jsem se rozhodl lineární cestu opustit a místo něj sem osadil spínaný modul s LM2396, který má převést napětí až s 90 % efektivitou. Z 6 voltů z akumulátoru jsem potřeboval získat 5 voltů pro mikroprocesor. Zde byl zvolen spínaný stabilizátor napětí TSR 1-2450 firmy Traco Power. O napětí 3,3 voltů pro jednotlivé instrumenty se stará modul s procesorem.

### Spínací obvody

Aby senzory a vytápěcí obvody nejely nonstop, tak byly na základní desku dány obvody pro jejich spínání, kdy je potřeba. Tím docílím vyšší výdrže baterie. Pro spínání senzorů byl zvolen MOSFET a pro mnohem náročnější vytápění bylo relé tou správnou volbou.

### Akumulátor

Jako úložiště energie byl vybrán 6 V olověný gelový akumulátor. Tento typ akumulátorů je stavěn na drsnější podmínky. Pro měření napětí je na desce také jednoduchý dělič napětí, jehož výsledné napětí je měřeno jedním z analogových vstupů na procesoru.

## Deska senzorů 1

Úkolem této desky je sbírat data o teplotě, tlaku a relativní vlhkosti.

Tlak a teplotu snímá senzor BMP280. Vlhkost snímá senzor DHT22.

## Deska senzorů 2

Tato deska má za úkol měřit světlo. Jak UV intenzitu, tak i světelnost. Deska je také osazena vyhřívacím odporem. Ten je přilepen na okénko, skrz které senzory vidí na oblohu. Pokud je okénko zasněžené, vyhřívací odpor začne topit a sníh roztaje. Tak je možno měřit světelnost i v zimě.

## Vnitřní jednotka s OLED displejem

Jako první z mnoha přídavků ke stanici jsem vyrobil vnitřní jednotku. Uvnitř je pouze procesor ESP8266, OLED displej a stejný senzor teploty a tlaku BMP280. Opět zde mohl být použit senzor BME280, ale nejsou dostupné, takže vlhkost uvnitř nelze měřit. Tato jednotka zobrazí nejnovější data ze stanice.

## Vnitřní jednotka s E-INK displejem.

Tenhle přídavek byl koupen jako celek, kromě baterie a krabičky. Úkolem této vnitřní jednotky je zobrazit data, která jsou až 24hodin stará. Výhodou E-INK displejů je ta, že mohou data zobrazovat i bez elektřiny.

# programy a kód

Kód je nejdůležitější částí této stanice. Bez něj by nic nefungovalo. Z důvodu velice dlouhých kódů budou u některých částí odkazy na GitHub, kde se kód nachází.

## Kód pro stanici

Lorem

## Kód pro OLED zobrazovače

Ipsum

## Kód E-INK zobrazovač

Dolor

## Překladatel

Sit

## Veřejný přístup

Amet

### Grafana

Consectetuer

### API

Adipiscing

### Twitter

Elit