

**STREDNÁ PRIEMYSELNÁ ŠKOLA DOPRAVNÁ  
ŠTUDENTSKÁ 23, 917 45 TRNAVA**

**Ročníkový projekt**

Obhajoba vlastného projektu

**Meteostanica pomocou PLC**

**Školský rok 2020-2021**

Konzultant: Mgr. Petra Melíšková

**Branislav Kadlec**

Trieda: IV.EA

---

## Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že prácu stredoškolskej odbornej činnosti na tému „Meteostanica pomocou PLC“ som vypracoval samostatne, s použitím uvedených literárnych zdrojov. Prácu som neprihlásil a ani neprezentoval v žiadnej inej súťaži, ktorá je pod gestorom MŠM VVaŠ SR. Som si vedomý dôsledkov, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

Trnava, 26. apríl 2021

.....

vlastnoručný podpis

## **Pod'akovanie**

Táto práca vznikla pod dozorom Mgr. Petri Melíškovej. Jej patrí najväčšia vďaka za rady a pomoc pri spracovaní tejto práce.

# Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Úvod</b>                                  | <b>5</b>  |
| <b>Problematika a prehľad literatúry</b>     | <b>6</b>  |
| <b>Ciele práce</b>                           | <b>10</b> |
| <b>Materiál a metodika</b>                   | <b>11</b> |
| <b>Hardvér</b>                               | <b>12</b> |
| Návrh  | 12        |
| Konštrukcia                                  | 13        |
| Vylad'ovanie chýb                            | 13        |
| <b>Softvér</b>                               | <b>15</b> |
| Web Server                                   | 16        |
| <b>Príloha A: Schémy zapojenia</b>           | <b>17</b> |
| <b>Výsledky práce</b>                        | <b>20</b> |
| <b>Závery práce</b>                          | <b>21</b> |
| <b>Zhrnutie</b>                              | <b>22</b> |
| <b>Resumé</b>                                | <b>23</b> |
| <b>Prílohy</b>                               | <b>25</b> |
| Príloha A: Schémy zapojenia                  | 25        |
| Príloha B: Program stanice                   | 25        |
| Príloha C: Video návod na zostavenie stanice | 25        |

# 1 Úvod

Téma počasia pre mňa bola vždy zaujímavá, považujem ho za chaos, v ktorom sa snažíme nájsť opakujúce sa dáta a predpovedať ich ďalší vývoj. Táto obtiažnosť predpovedať náhodnosť čo najjednoduchšie a najlacnejšie je najzaujímavejšou časťou tohto projektu. Počasie so sebou prináša neuveriteľne komplexný systém, kde aj najmenšia zmena dokáže vyvolať následky niekoľkonásobných rozmerov. Presná predpoveď počasia má veľmi vysokú hodnotu pre dnešné ľudstvo. Prináša však so sebou aj rovnako vysoké prekážky a problémy, ktoré sa ľudia pokúšali riešiť použitím najpokročilejších dostupných technológií. Preto sa táto práca zameriava na vytvorenie jednoduchkej meteorologickej jednotky na meranie v rozličných podmienkach. Je pravdou že v dnešnej dobe je brána k riešeniam tohto problému otvorená viac ako kedykoľvek predtým. Je možné zostrojiť kompaktné meracie stanice, ktoré presnosťou a počtom funkcií zvládnu konkurovať komerčne vyrábaným modelom. Najväčším problémom u väčšiny postupov s potrebou presného merania je čas. Počasie sa dokáže zmeniť z hodiny na hodinu, ale na preukázanie opakovateľných zmien sú potrebné roky záznamov. Takto sa nám jeden po druhom budú ukazovať niekedy viac alebo menej obtiažne problémy a nedostatky, ktoré ale majú niekoľko rôznych riešení pre rôzne špecializácie a spôsoby využitia. Projekt by sa mal zakladať na podpore od amatérskych meteorológov a začiatočníkov v poli programovateľných mikroprocesorov na rozšírenie projektu do ďalších častí sveta. Roky záznamov sa môžu ukázať ako zbytočné ak boli namerané iba na jednom mieste, nezáležiac na skutočnej geografickej polohe. Meteostanice si zakladajú na možnosti porovnania dát s dátami okolitých staníc. Preto je jednoznačná potreba pre lacné, dostupné a ľahko použiteľné stanice aby sa zvýšila spoľahlivosť predpovedí. Je teda kľúčové zostaviť malú, pomerne vybavenú jednotku ktorá dokáže byť samostatná. Zostavenie taktiež musí byť ľahké a lacné za pomoci dostupných komponentov, ktoré sú čo najspoľahlivejšie a čo najpresnejšie. To nám poskytuje možnosť ľahko ich replikovať a umiestniť na čo najviac meracích bodov a ultimátne spojiť do jednej veľkej siete pre amatérskych meteorológov. Taktiež táto jednotná forma poskytne istý štandard, ktorý bude možné ďalej modifikovať a rozvíjať. Od jednoduchého merania viacerých parametrov cez odolnosť proti rôznym druhom klimatu až po modifikáciu na vzdušné jednotky používané na meranie pohybov vetra v stratosfére.

## 2 Problematika a prehľad literatúry

O vytvorenie meteostanice pomocou platformy Arduino sa pokúsilo už mnoho rôznych meteorologických amatérov aj domácich majstrov, tak ako napríklad členovia občianskeho združenia Amatérska meteorológia Slovenska, ktorí na svojej stránke uvádzajú aj presný návod jej zhotovenia (Švec 2017). Boli zostavené z množstva rôznych súčiastok a Arduino rozšírení, no všetky sa odvíjali od rovnakého základu. Tým samozrejme bola doska UNO ktorá je najlepším kompromisom medzi výkonom a veľkosťou samotnej dosky. Závratný rozdiel však nastáva pri rozlišovaní zobrazenia nameraných informácií. Je mnoho možností ako sa takýto systém dá implementovať. Jedným z najčastejších riešení je jednoduchý display na samotnom rozhraní Arduino. Toto riešenie je jedno z najjednoduchších, ale zároveň so sebou prináša aj svoje problémy. Jedným z problémov je prístupnosť k nameraným informáciám. Ak pripojíme display k meracej stanici, čítať dáta je možné iba zo samotného miesta merania. To samozrejme môže byť požadovaná vlastnosť pre niektoré použitia, ale pre iné je táto skutočnosť najväčšou komplikáciou. Dostupnosť nameraných informácií je niekedy až nad mieru citlivá. Pri určeníach na meranie teplôt serverových miestností spoločností a iných citlivých miest a miestností je aj display umiestnený na jednotke príliš verejný. Preto je možné použiť metódu pasívneho zaznamenávania. To znamená, že po každom meracom intervale jednotka zapíše namerané údaje do súboru na internom úložisku a k danému súboru má prístup iba vybraná skupina ľudí s fyzickým prístupom k jednotke a s prístupom ku kľúčom, ktorým je daný súbor kryptovaný. Jednotka môže fungovať bez akéhokoľvek pripojenia na internet, čo znamená že je odolná proti vírusom a hackom útočiacich na zraniteľné miesta v staršej verzii softvéru jednotky. Toto riešenie prináša najväčšiu bezpečnosť, ktorá je ešte viac podporená bezpečnostnými protokolmi v danej budove. Softvér takisto dokáže pomocou zapísaných nameraných dát počasie aj predvídať. Mnohí už sa pokúšali dosiahnuť spoľahlivejšiu predpoveď, ako napríklad študenti z Kakatskej univerzity Inžinierstva ktorý sa snažili prototyp integrovať do meteorologického satelitu (Laskar 2016). Mojim zámerom je ale čo najväčšia dostupnosť nameraných hodnôt. To je možné dosiahnuť dvoma spôsobmi. Jeden z nich je prevádzkovaním vlastného hlavného servera, na ktorý budú všetky prihlásené stanice posielat' svoje namerané dáta, a zároveň bude riešiť a odpovedať na všetky žiadosti na prístup k uloženým údajom. To znamená, že server bude schopný rozpoznať nových účastníkov, ktorí si vyžadujú dáta, vedieť rozpoznať, ktorú jednotku a ktorú informáciu

z akého dňa a času si daný účastník vyžaduje a ďalej mu späť odoslať správny packet s informáciou, ktorá sa mu zobrazí. Toto riešenie však závisí od jedného servera, bez ktorého sa celý systém stane nepoužiteľný. Alternatívny spôsob je rozdeliť hlavný server na mnoho menších serverov, a to tak, že po vytvorení softvéru pre hlavný server Arduino sa daný hotový program publikuje, čo znamená že si každý so záujmom o vlastný server má možnosť založiť a prevádzkovať svoj vlastný. Takéto decentralizovanie informácii nám prináša takú výhodu, že aj v situácii kedy jeden hlavný server prestane byť z akéhokoľvek dôvodu funkčný, rýchlo môže byť nahradený iným z desiatok ďalších verejných serverov fungujúcich nezávisle na sebe. Kľúčovou sa stáva tá vlastnosť, že jednotka musí byť schopná poskytovať informácie viacerým serverom zároveň. Toho je možné dosiahnuť pomerne jednoducho. Ak sa jednotka Arduino stane vlastným WebServerom, môže informácie mať na sebe verejne umiestnené a prečítané môžu byť kedykoľvek. Jedna možná limitácia môže byť maximálny počet pripojení na samotnú jednotku ktorá môže byť pomerne jednoducho preťažená pomerne veľkým množstvom pripojení a následne zlyhať. Ďalším pomerne závažným problémom je potreba neustáleho pripojenia jednotky na internet pomocou signálu Wifi. Táto skutočnosť závratne limituje možné použitia a miesta kde je nasadenie možné. Na internete existuje niekoľko typov základných dosiek Arduino s možnosťou pripojenia na internet, ale menovite hlavne dosky s Wifi pripojením a s možnosťou pripojenia cez Ethernetový port pomocou konektora RJ-45. Samozrejme obe z týchto dvoch možností majú svoje výhody a nevýhody. Mať prístup k Ethernetovému pripojeniu znamená mať konštantný prístup k internetu, čo otvára možnosť prenášať viac dát ako akýmkoľvek iným riešením. Taktiež je toto riešenie to najspoľahlivejšie, vďaka nezávislosti na vonkajších faktoroch, ktoré často negatívne ovplyvňujú mnohé spojenie pomocou rádiových vĺn ako Wifi. Táto aplikácia však bude skoro vždy viac benefitovať z pripojenia na Wifi, ktoré síce poskytuje menšiu rýchlosť a spoľahlivosť, ale zato závratne väčšiu dostupnosť ako aj možnosť väčšieho pohybu ako napríklad pri dočasnom nasadení alebo nasadení na pohyblivom objekte napr.: na meranie teploty kvetu v kvetináči v chladných zimných mesiacoch. Najideálnejším možným riešením by bolo satelitné pripojenie na internet realizované cez kartu SIM ktorá by bola do stanice vložená. Zarážajúco, takáto Arduino doska podľa môjho vedomia zatiaľ neexistuje. Existuje však viacero Arduino dodatkových dosiek, ktoré sa pripájajú priamo na hlavnú jednotku a rozširujú základnú dosku bez akéhokoľvek pripojenia na dosku s pripojením na mobilné dátové prenosy. Táto funkcionalita má ale

aj svoje nevýhody a to hlavne dramatické zvýšenie ceny výroby samotnej jednotky, ako aj zvýšenie ceny o potrebnú kartu SIM a spotrebované mobilné dáta od jej operátora. Táto nadbytočná cena je tak dramatická že sa za krátku dobu môže vyrovnat' cene celého zbytku stanice, a napokon ho aj prekonať. Preto je odporúčané používať túto možnosť iba v krajných prípadoch kedy sa nedá ani vzdialene použiť iná možnosť. V teórii je však možné týmito jednoduchými stanicami prekonať ľubovoľné podmienky. Vonkajším podmienkam však nemusí konštantne vystávať iba internetové pripojenie. Samotná elektronika má tiež tendenciu zlyhávať v kritických momentoch kedy počasie neberie neočakávané hodnoty, ale aj po dlhšom použití v miernejších podmienkach. Správne zostrojiť takého zariadenie a následne ho chrániť je určite jedna z najvyšších priorít. Cieľom je zaznamenať čo najviac dát počas života jednotky. Tiež je potrebné si uvedomiť, že pri akejkol'vek snahe jednotka nevydrží večne a súčiastky budú jedna po druhej zlyhávať. Je teda potrebné, aby bola stanica zostavená z čo najdostupnejších a čo najľahšie vymeniteľných súčiastok. Príkladom je tento zoznam súčiastok od študentov z univerzity Amity Haryana v indii (Katyal 2016). Výber týchto súčiastok môže byť samozrejme veľmi náročný, len z toho dôvodu že dnešný internet poskytuje závažné množstvo katalógov, ešte väčšieho množstva rovnakých súčiastok, ktoré sa líšia iba v tých najminimálnejších detailoch. Dostupnosť jednotlivých súčiastok je tiež ťažké určiť len podľa kusov na sklade predajcu v jeden moment, dlhodobá dostupnosť tak musí byť určená vonkajšími zdrojmi. Rovnako ako dostupnosť nových súčiastok, život jednotky tiež závisí na kvalite jednotlivých častí. Kvalita komponentu je určená mnohými faktormi, ktoré sú zmenené a dostupné od výrobcu alebo zamerané tretími stranami, ktoré súčiastku používali. Pri určovaní kvality najviac závaží presnosť. Presnosť merania je dôležitá pre každú jednu súčiastku a väčšinou je meraná vo voltoch, ako hodnota, o ktorú sa môže nameraná hodnota líšiť od skutočnej. Rôzne súčiastky majú rôzne hodnoty presnosti, ktoré môžu byť ďalej upresnené kalibráciou oproti presnejšiemu zariadeniu. Na dnešnom internete je možné nájsť veľmi presné diely za pomerne nízke ceny. Ďalej je dôležitá hodnota tolerancií, ako aj na vstupe tak aj na výstupe. Hodnota tolerancií udáva, ako sa môže hodnota výstupného napätia líšiť od výrobcom odporúčanej hodnoty bez toho, aby sme boli schopní zaznamenať zmenu vo funkcii súčiastky. A posledným dôležitým faktorom je odolnosť voči vonkajším podmienkam. Je dôležité vedieť do akej miery môže veľmi vysoká alebo veľmi nízka teplota, vlhkosť alebo nadmerné ultrafialové žiarenie ovplyvniť výsledky merania.



Naopak ako pri presnosti je veľmi ťažké nájsť odolné súčiastky. Životnosť sa ale dá zvýšiť použitím ochranných pokryvok alebo obalov.

### 3 Ciele práce

Práca je založená na zostavení jednoduchej, samostatnej a hlavne plne funkčnej meteorologickej stanice. Stanica by mala samostatne zaznamenávať niekoľko rôznych meteorologických parametrov v reálnom čase alebo v stanovenej obnovovacej frekvencii. Na to bude potrebné vybrať platformu, na ktorej bude celé zariadenie stavať. To ovplyvňuje možnosti, ako použitý programovací jazyk, cenu a dostupnosť hlavnej časti jednotky a výkonové parametre samotných hardvérových čipov.

Ďalej bude potrebné určiť zoznam meteorologických parametrov, ktoré máme v záujme merať. Tento zoznam by mal byť krátky, no malo by z neho byť očividné, aké počasie je práve na pozícii kde je jednotka umiestnená. Bude taktiež potrebné vybrať meracie čidlá, ktoré budú spĺňať určité účel a zároveň budú kompatibilné so zvolenou platformou. V následnej časti nastáva problém, kedy bude stanica musieť nazbierané dáta odoslať na web server, predpokladane pomocou siete WIFI. Dosiahnutie stabilného spojenia medzi stanicou a prijímacím serverom bude nutné hlavne vtedy, ak stanica bude odosielať rýchlo sa meniace parametre alebo vizuálnu zložku, teda živý obraz. Ako posledné bude potrebné opakovaného a neustáleho zverejňovania nameraných hodnôt web serverom, ktorý bude tieto hodnoty doplňovať do HTML dokumentu a následne ho nahrať na predpripravenú doménu.

## 4 Materiál a metodika

Táto práca bude vyžadovať niekoľko krokov na vypracovanie. Ako pri mnohých projektoch, prvým krokom je vždy výskum. Výskum nám poskytuje všetky potrebné informácie na zostavenie hrubého postupu. Pri tejto práci nám výskum poskytol široké množstvo informácií, nakoľko sa o podobnú prácu pokúsilo už množstvo ľudí. Najosvedčenejšia platforma sa ukázala byť Arduino UNO wifi ref 2. Tesne pod ňou bola doska Raspberry Pi Zero wifi h, ktorá sa ukázala príliš zložitá na tento účel. Ohľadom týchto dvoch jednotlivých dosiek je dostupných mnoho článkov, ktoré objektívne porovnávajú ich jednotlivé funkcie. Napríklad tento z Hustonskej univerzity (Pasha 2020). Ďalej vieme, že potrebujeme meradlá a súčiastky na meranie parametrov počasia. Tie sú tak isto široko zdokumentované. Komplikácie však nastanú pri dovážaní do Európy, nakoľko nie všetky meradlá vyrobené v Číne dodržia Európske normy. Máme v záujme zostrojiť meteostanicu zo spoľahlivých súčiastok, preto pri vyberaní zohľadňujeme také súčiastky, pre ktoré dokážeme nájsť testy alebo záznamy o funkčnosti súčiastok. Z nich vyberieme zoznam a zaobstaráme si ich od spoľahlivých predajcov. Súčasťou výskumu bola aj skúška, či sa súčiastky spoločne na hlavnú dosku zmestia. Po rozsiahlom výskume nasleduje fáza konštrukcie stanice. To znamená, že bolo potrebné časti stanice zakúpiť, zložiť a na záver poskladať dokopy. Proces získavania súčiastok pozostával z hľadania čo najlepšieho predajcu, ktorý poskytoval komponenty za najlepšiu cenu. Tým sa ukázal byť slovenský obchod s názvom Techfun s.r.o.. Viac o samotnej konštrukcii sa nachádza v kapitole Hadvér. A posledným krokom bolo napísanie softvéru k tejto stanici. Ten je napísaný v jazyku Arduino IDE a skompilovaný pomocou programu Arduino agent dostupný na hlavnej stránke arduino.cc . Kód sa skladá z piatich častí, a to jedna pre každé meracie zariadenie a posledná slúži na pripojenie hlavnej dosky Arduino na wifi sieť. To je popísané podrobnejšie v kapitole Softvér.

## 5 Hardvér

Základom projektu zameraného na spoľahlivosť a škálovateľnosť je samozrejmé, že musíme použiť čo najspoľahlivejšiu a najrozšíriteľnejšiu dostupnú platformu mikropočítačov a meradiel počasia na trhu. V tejto kapitole podrobnejšie rozvediem ako je hardvér stanice navrhnutý a vyrobený.

### 5.1. Návrh

Hlavný výber sa naskytá medzi platformami Arduino, dostupné a ľahko použiteľné mikrokontrolery, alebo platformou Raspberry Pi, plne funkčné počítače veľkosti kreditnej karty. S oboma doskami v rukách, vyšiel iba jeden vhodný kandidát. Pri rozhodovaní zavážila hlavne skutočnosť, že dosky Raspberry síce poskytujú väčšiu funkcionálnu a viac možností použitia, ale drasticky vyššou energetickou spotrebou. Niekedy až desaťnásobne viac. Ďalej nasledovalo intenzívne čítanie produktových manuálov pre vhodné súčiastky z katalógu výrobcov z Číny a veľkej časti Európy. Vieme, že základnými informáciami o počasi sú teplota, vlhkosť a tlak. Obvody, ktoré dokážu merať práve tieto parametre sa veľmi často kombinujú na jeden príhodný plošný spoj s viacerými výstupmi. Takýto ale nebol prístupný v čase kedy bol na tento projekt potrebný. To závažne prekračuje hranicu dostupnosti pre každú jednu súčiastku v projekte. Je potrebné dodať že takéto čipy boli taktiež nevýhodné z hľadiska pomeru ceny a kvality. Súčiastky, ktoré boli napokon použité pozostávajú z analógového teplomeru a vlhkomeru spojených na jednej malej doske. Podľa mojich nálezov je to jeden z najpoužívanejších teplomerov a vlhkomerov, nakoľko je veľmi ľahko dostupná dokumentácia spolu s mnohými článkami riešiacich väčšinu možných problémov so zariadením. Ďalej sa ako najviac vyhovujúca možnosť ukazuje kúpa digitálneho tlakomeru na jednej doske spolu s digitálnym teplomerom. Tieto súčiastky sú v správnom zapojení veľmi spoľahlivé a presné, a prítomnosť dvoch teplomerov v rámci jednej jednotky nám poskytuje ďalšiu vrstvu presnosti na ktorej budú namerané dáta overené medzi sebou, čo zvyšuje celkovú redundanciu systému. Po presnom meraní teploty, vlhkosti a tlaku je ďalším najdôležitejším parametrom svetelnosť, ktorá označuje hodnotu svetelného žiarenia dopadajúceho na plochu určenej veľkosti. Pomocou informácií ako teplota, zmeny tlaku a samozrejme času môžeme pomerne jednoducho vyhodnotiť stav oblačnosti v danej oblasti, ako aj cez deň tak aj v noci.

## 5.2. Konštrukcia

Pri samotnej konštrukcii meracej jednotky sa stretáme s viacerými problémami na ktoré treba vybrať vhodné riešenia. Po kontaktovaní a krátkej korešpondencii s výrobcom sme boli schopný objednať vybrané súčiastky za veľmi rozumné ceny. Keď súčiastky prišli, bola požadovaná menšia úprava v podobe pripájkovania výstupných pinov k malým doskám do ich predpripravených dierok. V rámci celého zostavenia ale bola táto operácia rýchla a jednoduchá. Predtým ako ich môžeme zapojiť do finálneho obvodu na dosku Arduino, je nutné otestovať ich funkčnosť samostatne v niekoľkých testovacích obvodoch. Jednotlivé testovanie nám poskytuje väčšiu možnosť overiť funkcionality komponentov a overiť ich presnosť. Prípadne máme možnosť nakalibrovať zariadenie a tým jeho presnosť zvýšiť. Testovanie zariadenia v tejto fáze konštrukcie zaručuje, že súčiastky dodané výrobcom sú plne funkčné a dodržia vlastnosti udávané výrobcom v katalógu. Dôležitým bodom v procese zostavovania jednotky je otázka napájania celého systému. Keďže napájame celý systém iba pomocou jednotky Arduino, musíme sa uistiť, aby systém napájania, ktorý zvolíme spĺňal podmienky stanovené výrobcom týchto mikroprocesorov. Parametrom je určite aj veľkosť napájacej jednotky. Nakoľko, chceme aby sa celý obvod dokázal uložiť do kompaktného púzdra vyrobeného z pevného plastu, môžu nastať problémy s nadmerným prehrievaním počas letných mesiacov. Do parametrov veľkosti a kompatibility s Arduino platformou spadajú aj jednoduché AA batérie, no pre ich malú výdrž a potrebu niekoľkých jednotiek na dosiahnutie 5 V a pre problémy s teplom sa toto riešenie ukázalo ako nevhodné. Ďalšou možnosťou bolo použitie mobilnej powerbanky, určenej hlavne na nabíjanie mobilných telefónov. Väčšina mobilných powerbaniek je už predom vyrábaná s tým, aby dosahovala stabilné a nepretržité napájanie 5 V po dlhšiu dobu. Preto finálne riešenie zahrňuje powerbanku od spoločnosti Huawei.

## 5.3. Vylad'ovanie chýb

Síce už vieme finálnu zostavu, zoznam súčiastok a finálny plán zapojenia. To ale nezaručuje že sa v našom dizajne nenachádzajú žiadne chyby. Jednou z neočakávaných nedostatkov sa ukázalo byť nedostatok analógových pinov na doske Arduino UNO. Nakoľko, pomerne neskoro v navrhovanom procese prišiel nápad pridať na meraciu jednotku aj malú, ale predsa výkonnú kameru, kompatibilnú s Arduino zapojením.

Neočakávaným následkom ale bolo že kamera zabrala skoro všetky vstupné analógové piny na doske Arduino. Riešenie tohto nedopatrenia zabralo pomerne dlhú dobu, pričom sme museli dohľadať obvod samotnej Arduino dosky, a hľadať akýkoľvek spôsob akým by sa tento nedostatok v hardvér funkcionalite dal obísť. Jedna dostačujúca cesta sa na naše šťastie našla. Táto cesta, ale zahrňuje použitie pinu na doske Arduino na účel, na ktorý nikdy nebol určený. Takzvaný CLK pin alebo hodinový pin sa v základe chová ako každý iný analógový pin, a teda pomocou správnej úpravy v kóde je možné tento pin použiť na rozšírenie funkcionality našej stanice. Ďalšou potencionálnou chybou sa ukázalo byť riešenie zverejňovania dát na web pomocou WIFI funkcionality samotnej dosky Arduino. Nakoľko, sa na tejto doske nenachádza žiadny display ani iný možný spôsob zobrazenia textu, jediným spôsobom ako zistiť ip adresu, na ktorej jednotka poskytuje webhost, je nutné ju pred prvým použitím zapojiť a nakonfigurovať cez stolný počítač alebo iné podobné zariadenie.

## 6 Softvér

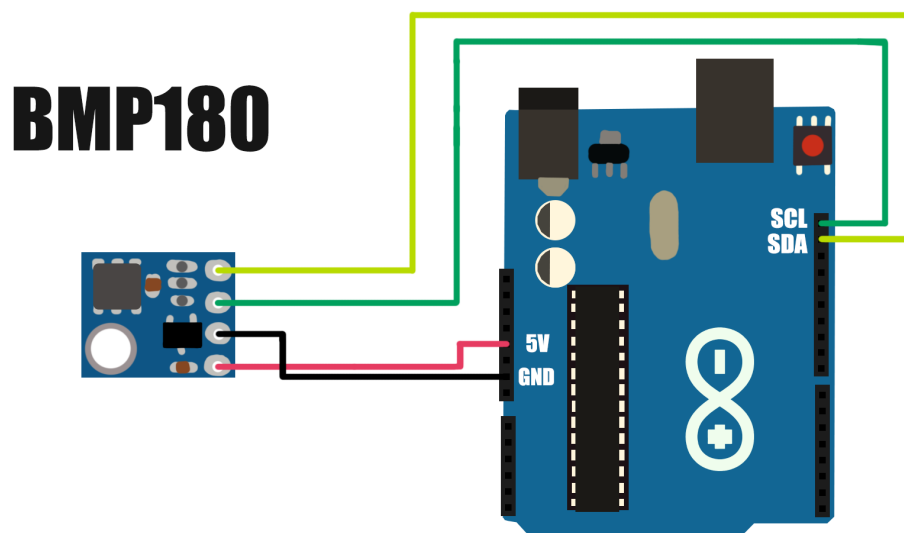
Softvér pre toto zariadenie sa na prvý pohľad nejaví nadmerne náročný. Môžeme ho rozdeliť na päť na sebe nezávislých častí. Prvou je samozrejme časť, ktorá dovoľí WIFI čipu na doske Arduino sa pripojiť do siete. Na toto použijeme verejne dostupnú knižnicu zvanú WifiNINA. Pomocou tejto knižnice je jednotka schopná sa pripojiť na akúkoľvek WIFI sieť, na ktorú jej špecifikujeme SSID a prípadne aj jej heslo. Nedostatkom sa môže zdať potreba zmeniť samotný script pred nahratím do jednotky. Jednotka Arduino však neposkytuje žiadny display, klávesnicu a ani žiadny iný spôsob, ktorým by sa dalo toto nastavenie zmeniť. Zmena v samotnom kóde, ktorý na jednotke beží je jediná možnosť bez pridania ďalších súčiastok alebo dramatického zvyšovania ceny celého systému. Druhou oddelenou časťou kódu je pripojenie prvej vybranej súčiastky. Ňou je veľmi rozsiahle dostupný jednoduchý teplomer spojený s vlhkomerom DHT-11. Proces implementovania tejto časti programu je veľmi uľahčený pomocou vlastnej verejnej knižnice, ktorá nám umožní jednoducho prečítať informácie prichádzajúce zo zariadenia. V skutočnosti použijeme dve separátne knižnice od výrobcu tohto zariadenia, jednu na čítanie výstupu a druhú na zobrazenie dát vo forme textu. Treťou časťou programu je rovnako ako pri druhej časti implementácia meracieho zariadenia na teplotu a tlak vzduchu. Pri tejto súčiastke ale nemáme príhodnú knižnicu, ktorá by previedla hodnoty napätia na výstupe zo snímača na hodnoty čitateľné ľuďmi. Avšak, dokážeme jednoducho takúto prevádzaciu funkciu vytvoriť pomocou kapitoly v manuáli pre tento komponent. Výsledok však nie je v kiloPascaloch ale v atmosférach. To ale postačí na účel vytvorenia grafu zmeny tlaku v neskoršej fáze programovania. Štvrtou časťou je pridávanie meradla svietivosti. Tento proces implementácie sa podobá tretej časti s jednou zásadnou zmenou. Čidlá na meranie svietivosti akéhokoľvek typu sú smerové. To znamená, že presnosť merania sa zmení od smeru akým je fyzicky čidlo orientované. Piatou a poslednou časťou je implementácia obrázku z výstupov kamery. Pri tejto konkrétnej kamere, a to OV7670, máme síce poskytnutú knižnicu od výrobcu ale i tak je implementácia tohto zariadenia so sebou prináša isté problémy. Vykresľovanie pixelov cez sieť nie je veľmi efektívne. Pri použití štandardnej knižnice pre našu kameru, je potrebné nastaviť ju a použiť optimalizácie, to ale substančne zväčší veľkosť nášho programu.

## 6.1. Web Server

Web Server je pre tento projekt nesmierne dôležitá časť. Je to jediná časť, s ktorou sa užívateľ priamo stretáva. Preto je veľmi dôležité, aby bola táto časť intuitívna a ľahká na použitie. Je mnoho a mnoho možností dodatočných programovacích jazykov, ktoré sa dajú použiť spolu s alebo aj namiesto klasického HTML a CSS. Od programovacích jazykov založených na JavaScripte ako NodeJS alebo Dart, po kompletne samostatné jazyky ako Elixir a Haskell. Pre nás bude najvhodnejšie použitie základného JavaScriptu, z dôvodu jednoduchého postupu importovania nových knižníc ako aj ich rozsiahlosť na internete. Pomocou programu JavaScript sme schopný pomerne jednoducho dosiahnuť plnú funkcionálnu web stránku, ktorá by iba s použitím HTML a CSS bola veľmi náročná na zhotovenie, ak nie kompletne nemožná. Naše použitie zahŕňa hlavne obnovovanie hodnôt na stránke každých 5 sekúnd, nakoľko, bez JavaScriptu by sa hodnoty zdali konštantné až do obnovenia celej stránky užívateľom.

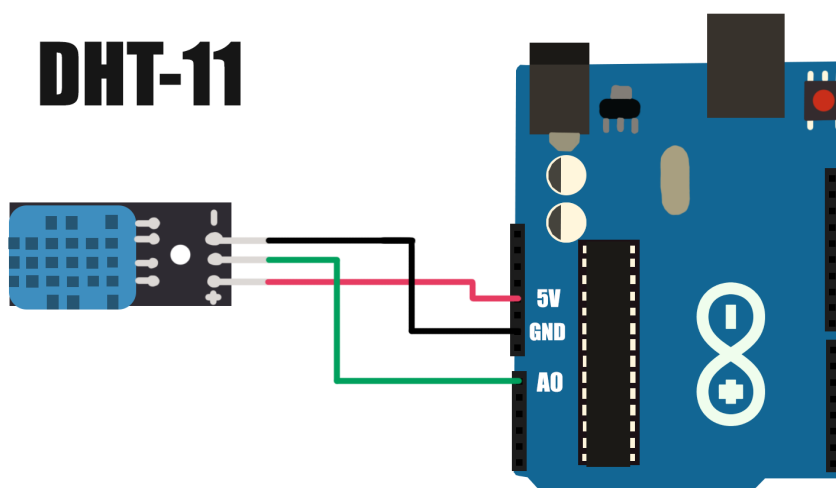


## 7 Schémy zapojenia



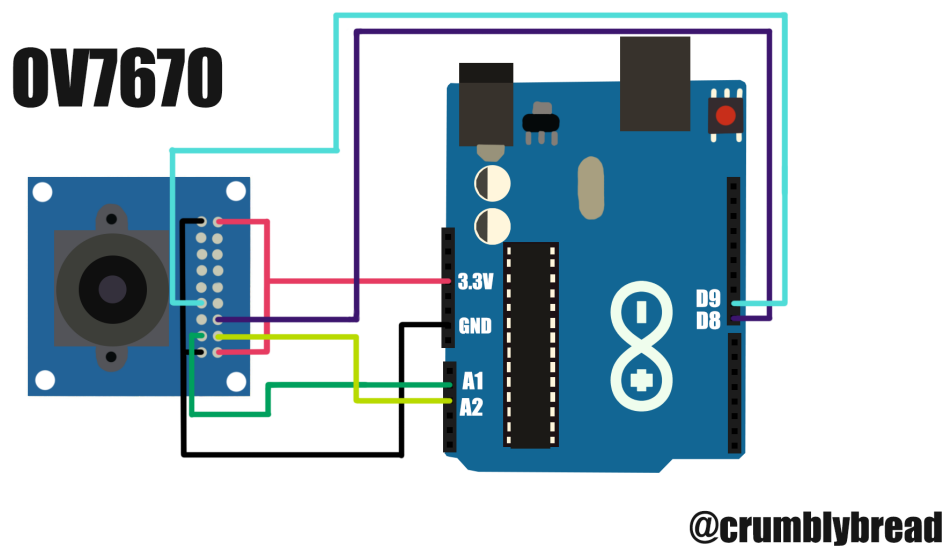
@crumblybread

(Schéma zapojenia pre tlakomer BMP180)

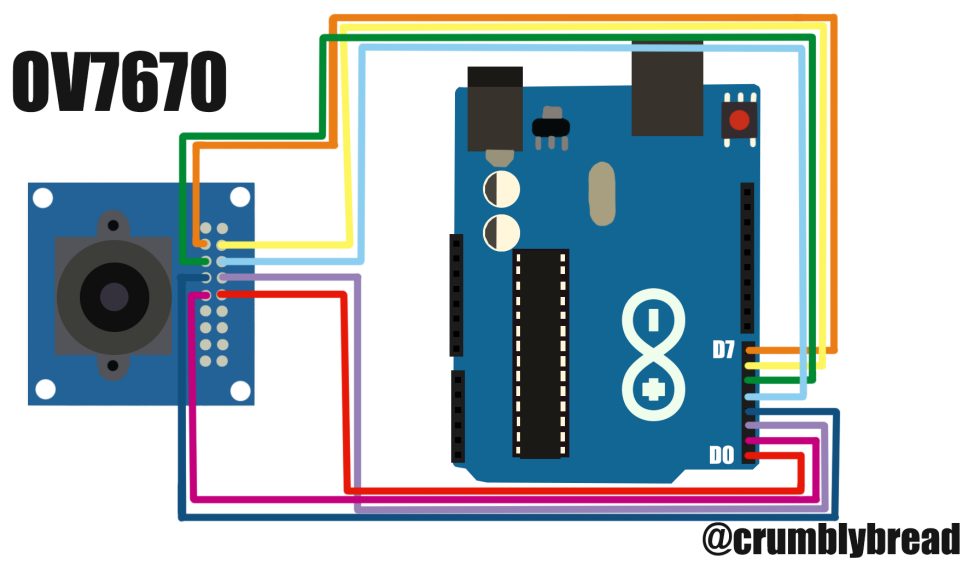


@crumblybread

(Schéma zapojenia pre teplomer a vlhkomer DHT-11)

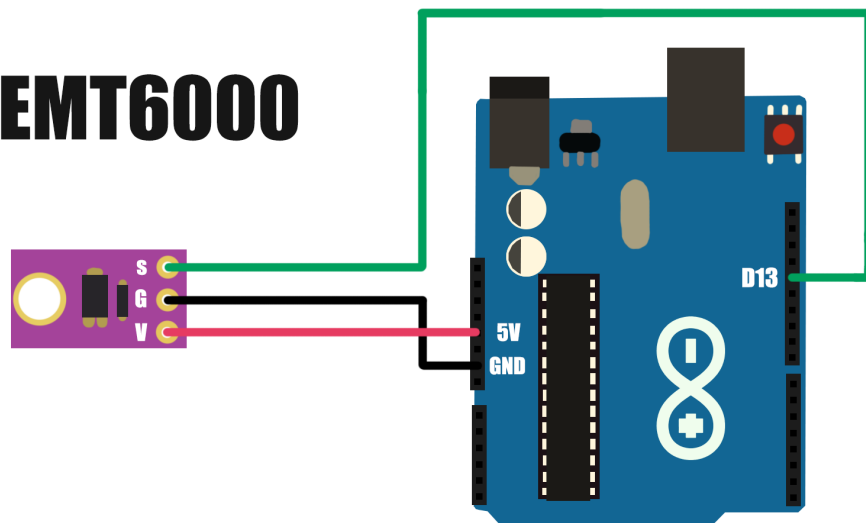


(Schéma zapojenia napájacích pinov pre kameru OV7670)



(Schéma zapojenia dátových pinov pre kameru OV7670)

# TEMT6000



**@crumblybread**

(Schéma zapojenia pre čidlo svietivosti TEMT6000)

## 8 Výsledky práce

Táto práca bola zameraná na otázku, či je možné zhotoviť meteostanicu zostavenú z ľahko dostupných, lacných a pomerne vysoko kvalitných častí, a či je takáto stanica schopná zaznamenávať použiteľné dáta spoľahlivo a nepretržite. Po navrhnutí a zrealizovaní takéhoto dizajnu je zrejmé, že meteorologické stanice takého typu je možné veľmi ľahko zhotoviť a používať. Ponúkajú veľký rozsah možností prispôsobenia spolu s jedným z najväčších katalógov dodatkových súčiastok pre používateľské microcontrollery. Podobné stavebnice a predvyrobené jednotky môžu byť jednoduchý a zábavný spôsob ako upútať začiatočníkov do meteorológie, jednoduchého programovania, alebo jednoduchej robotiky. Meteostanica ako táto má potenciál rozšíriť sa po celom svete, ako jednoduchý a štandardizovaný nástroj na sledovanie zmien v atmosfére, a byť adaptovaná na veľký počet ďalších účelov.

## 9 Závery práce

Cieľom tejto práce bolo zostaviť plne funkčnú meteorologickú stanicu. Stanica bola síce po zapojení a usadení na stálu pozíciu plne funkčná, nie je však plne samostatná. Vyžaduje prípadné opravy, a hlavne občasné ale nevyhnutelné doplnenie batérie. Z mojich testov je stanica schopná vydržať na 6500 mAh powerbanke určenej pre mobilné telefóny, asi tri dni bez akýchkoľvek zmien vonkajších podmienok. Po konzultácii s vybranými ľuďmi, sa Web Server taktiež zdá byť stabilný a ľahko použiteľný. Pre mňa osobne, je najväčším nedostatkom nemožnosť žiadneho predpovedanie počasia v rámci samotnej jednotky. Nakoľko, ukladáme všetky namerané hodnoty na serveri, je možné pridať túto funkcionality separátne do logiky servera. Zatiaľ nie je možné prepínanie medzi viacerými aktívnymi stanicami alebo ukladanie už známych staníc medzi pripojeniami. Za výhodu považujem zvolenú architektúru Web Servera, ktorá umožňuje rozširovanie funkcií, ktoré nie sú náročné a je ich možné pridať pomerne rýchlo. Po rozšírení pamäte dosky je možné pridať predpoveď počasia na samotnú dosku Arduino.

## **10 Zhrnutie**

Cieľom tejto práce bolo navrhnúť a zhotoviť plne funkčnú meteorologickú stanicu, zostaviť pre ňu zoznam ľahko dostupných a ľahko použiteľných súčiastok a realizovať spôsob akým by mal užívateľ rýchly a jednoduchý prístup k nameraným dátam. Výber správneho programovacieho jazyka si vyžadoval dlhý proces rozhodovania. Kľúčový k prípadnému rozširovaniu funkčnosti do budúcnosti. Taktiež bol dôležitý výber programovacieho jazyka na web serveri, ktorý slúži ako prístupová cesta k nameraným dátam.

## **11    Résumé**

The goal of this project was to design, build and test a fully functional weather station, complete it's list of easily accessible and easy to use components and realize a method for users to quickly and easily access the measured data. That was accomplished from a long process of deciding for the best microcontroller platform and the most usable programming language. The choice of the right language was key for later updating and building upon the functionality in the future. Also the programming language for the web server was quite important as a gateway to stored data.

## 12 Zoznam Použitej Literatúry

Švec, Erik, 2017. Ako si vyrobiť meteostanicu?. In: *Amatérská meteorológia Slovenska* [online]. Malacky. [cit. 2021-02-04]. Dostupné z:

<https://www.amaterskameteorologia.sk/ako-si-vyrobiť-meteostanicu>

Laskar, Rahaman, 2016. Weather Forecasting using Arduino Based Cube-Sat. In: *ScienceDirect* [online]. India. [cit. 2021-03-16]. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916311437>

Katyal, Amber, 2016. Wireless Arduino Based Weather Station. In: *IJARCCCE* [online]. India. [cit. 2021-03-16]. Dostupné z:

<https://cloud7p.edupage.org/cloud/?z%3AQHdr8ATVSsfZT5HM1e%2FkDysQBmUjSl6B6lvBHIWW%2FIU1LugjZdTXPfa%2Baq%2Fsj3kr>

Pasha, Muzaffar, 2020. Arduino Uno Vs Raspberry pi. In: *IoTEDU* [online]. Houston. [cit. 2021-03-16]. Dostupné z:

<https://iot4beginners.com/arduino-u-vs-raspberry-pi/>



## **13 Prílohy**

Príloha A: Schémy zapojenia

Príloha B: Program stanice

Príloha C: Video návod na zostavenie stanice