|  |
| --- |
| Gymnázium Jiřího Gutha- Jarkovského |
| Meteorologická stanice |
| Eva Horalíková |
|  |
| **Školní rok 2016/2017** |
| **Vedoucí Mgr. Jana Racková** |

|  |
| --- |
|  |

OBSAH

[1. Úvod 3](#_Toc480819447)

[2. Atmosferické jevy 3](#_Toc480819448)

[2.1 Teplota 3](#_Toc480819449)

[2.2 Relativní vlhkost 3](#_Toc480819450)

[2.3 Rosný bod 3](#_Toc480819451)

[3. Měření atmosférických jevů 4](#_Toc480819452)

[3.1 Historie měření atmosférických jevů 4](#_Toc480819453)

[3.1 Současnost měření atmosférických jevů 4](#_Toc480819454)

[3.2 Rozhovor s dědou 7](#_Toc480819455)

[4. Součástky 9](#_Toc480819456)

[4.1 Arduino Uno 9](#_Toc480819457)

[4.2 Ethernet shield 10](#_Toc480819458)

[4.3 Nepájivé pole a vodiče 11](#_Toc480819459)

[5. První verze 11](#_Toc480819460)

[5.1 Senzor TMP 36 11](#_Toc480819461)

[5.2 Zapojení 12](#_Toc480819462)

[6. Druhá verze 12](#_Toc480819463)

[6.1 Senzor DHT11 12](#_Toc480819464)

[6.2 Zapojení a konstrukce 14](#_Toc480819465)

[6.3 Sběr a vizualizace dat 15](#_Toc480819466)

[7. Výsledky 19](#_Toc480819467)

[7.1 Filtrace dat 19](#_Toc480819468)

[7.2 Denní graf teploty 20](#_Toc480819469)

[7.3 Týdenní graf teploty 21](#_Toc480819470)

[7.4 Denní graf vlhkosti 22](#_Toc480819471)

[7.5 Týdenní graf vlhkosti 22](#_Toc480819472)

[7.6 Srovnání teploty a vlhkosti během dne 23](#_Toc480819473)

[7.7 Problémy při analýze dat 24](#_Toc480819474)

[8. Závěr 25](#_Toc480819475)

[8.1 Resumé v AJ 25](#_Toc480819476)

[9. Prameny 26](#_Toc480819477)

[10. Zdrojové kódy 26](#_Toc480819478)

# 1. Úvod

Jako ročníkovou práci jsem se rozhodla letos sestavit domácí meteorologickou stanici. Hlavně jsem si chtěla prohloubit znalosti z elektrotechniky a naučit se programovat v jazyce v C. Od začátku jsem chtěla použít mikropočítač Arduino se kterým jsem se seznámila na Letní škole IT na Fakultě informatiky MUNI v Brně.

# 2. Atmosferické jevy

## 2.1 Teplota

Teplota je skalární fyzikální veličina, související s kinetickou energií částic. Používá se nejběžněji Celsiova stupnice, Fahrenheit stupnice a jednotka Kelvin.

Ve většině meteorologických stanic se zaznamenávají následující měření (standartně ve výšce 2 metrů nad zemí):

* denní minimální teplota
* denní maximální teplota
* průměrná denní teplota (jedná se o [aritmetický průměr](https://cs.wikipedia.org/wiki/Aritmetick%C3%BD_pr%C5%AFm%C4%9Br) z teploty vzduchu naměřené v 7 hodin, teploty ve 14 hodin a dvojnásobně započtené teploty v 21 hodin)

## 2.2 Relativní vlhkost

Relativní vlhkost udává množství vodní páry ve vzduchu, toto množství je velice proměnlivé a moje měření nebyly bohužel vůbec přesné. Dle mého názoru jsem to způsobila papírovou krabičkou kterou jsem přikryla senzor a uvnitř se vytvořilo mikroklima. Vlhkost vzduchu je ovšem klíčová pro předpověd počasí. Je zaznamenávana v procentech.

## 2.3 Rosný bod

Rosný bod je teplota, při které dosáhl vzduch maximální možné vlhkosti, tedy při které by se právě přítomná pára ve vzduchu stala nasycenou (při nezměněném tlaku vzduchu) a může tedy docházet ke kondenzaci (relativní vlhkost vzduchu je 100 %). Bývá nižší nebo rovna teplotě vzduchu.

# 3. Měření atmosférických jevů

## 3.1 Historie měření atmosférických jevů

Meteorolgie je věda zkoumající a popisující atmosféru a atmosférické jevy, toto slovo poprvé použil antický filozof Aristoletes ve svém spise Meteorologica v 4. století př.n.l. ve kterém se zabýval možností využití matematické analýzy, o vyjadřování reálné skutečnosti, příčinnosti jevů a procesů vývoje počasí matematickými prostředky. Určité znalosti z meteorologie byly zachycené v lidové slovesnosti v pranostikách. První vědecké pokusy měřit počasí provedl Leonardo da Vinci v 16. století sestrojením hygrometru, tedy měřícího přístroje ukazující relativní vlhkost vzduchu (fungoval na principu smrštovaní lidského vlasu při vlhkosti). Dalšími průkopníky měření počasí byli v 17. století Galileo Galilei (sestrojil kapalinový teploměr) a Jan Evangelista Torricelli (rtuťový tlakoměr). První záznamy z našeho území pochází z Kosmovy kroniky české z 10. století a mnoho staletí později vzniky žerotínské denní záznamy o počasí z let 1533-1534. Roku 1771 vznikla dodnes měřící stanice při jezuitské koleji v Praze Klementinu a 1804 klementinská řada srážek.

## 3.1 Současnost měření atmosférických jevů

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXxx



Obr. 1 měření v Praze - Klementinu



Obr.2 standartizovaná meteorolgická budka



Obr. 3 měření ovzduší v kampusu ČVUT ze dne 21.4.2017

## 3.2 Rozhovor s dědou

 V rámci této ročníkové práce jsem také udělala rozhovor s mým dědou Václavem Poláškem, který používal a vysílal meteorologické balóny v rámci svého výzkumu v telekomunikacích.

**Co jsi měřil za veličiny?**

Měřil jsem teplotu, vlhkost vzduchu a výšku sondy.

**Proč jsi měřil počasí?**

Sonda na balonu posílala data z prostoru mezi dvěma radioreleovými stanicemi, kudy procházel paprsek digitálního signálu. Data jsem vyhodnocoval pomocí programu v počítači,kde na jedné ose je čas a na další výška sondy a výsledný graf. Souběžně s vyhodnocováním dat meteorologické sondy, jsem vyhodnocoval data kvality signálů měřených rádií. Získaná data byla používana pro nastavení výšky antén digitálních signálů, aby se eliminovaly ztráty signálu (vlhkost srážela paprsky signálu špatným směrem).

Obr. 4 Vypouštění meteorogického balónu

**Jaké jsi používal přístroje?**

Používal jsem sondu, jež byla vypouštěna na meteorologickém balónu o průměru 1.5 - 2 metrů, plněného héliem na silonové šňůře do výšky 400 - 700 metrů. Sonda měla senzory tlaku (na měření výšky, měřily ve stopách), teploměr (bimetalový) a pro vlhkost vzduchu hygrometer. Pro výjezd do terénu jsem používal firemní dodávku Suburban ve kterém jsem měl veškeré potřebné vybavení k měření, jako zařízení k plnění meteorologického balónu, láhve s héliem, 2 počítače, naviják balónu a benzinový generátor 120V pro napájení el. proudem počítačů a navijáku a dvou Data aquisition instrumentů.

**Jak byly přesné?**

Měření byla relativně přesná, data ze sondy měla odchylku přibližně 1,5-2%. 

Obr. 5 analýza dat

**Kde a kdy jsi prováděl měření?**

Měření jsem prováděl většinou v noci kolem druhé, třetí hodiny mezi léty 1989-1993. Lokace byla 50 km severně od Edmontonu v Kanadě v provincii Alberta. V noci jsem i občas slyšel výt kojoty. Měření jsem prováděl zhruba co dva týdny, tedy celkem asi 25 měření.

**Jak dlouho trvalo jedno měření?**

Měření obvykle trvalo 5-7 hodin, v závislosti na počasí.

**Co jsi používal na vyhodnocení dat?**

Sonda má rádio, kterým vysílá uvedené údaje na frekvenci kolem 430 KHz. Přijímač údajů sondy data acquisition instrumemet byl napojen na počítač s tiskárnou. Interval vysílání dat bylo možno zvolit v rozsahu od  5 do 10 vteřin. Data byla zobrazována v řádcích. Jeden řádek obsahoval Datum, čas, teplotu, vlhkost a výšku. Veškerá data byla nahrávána na pevné disky.

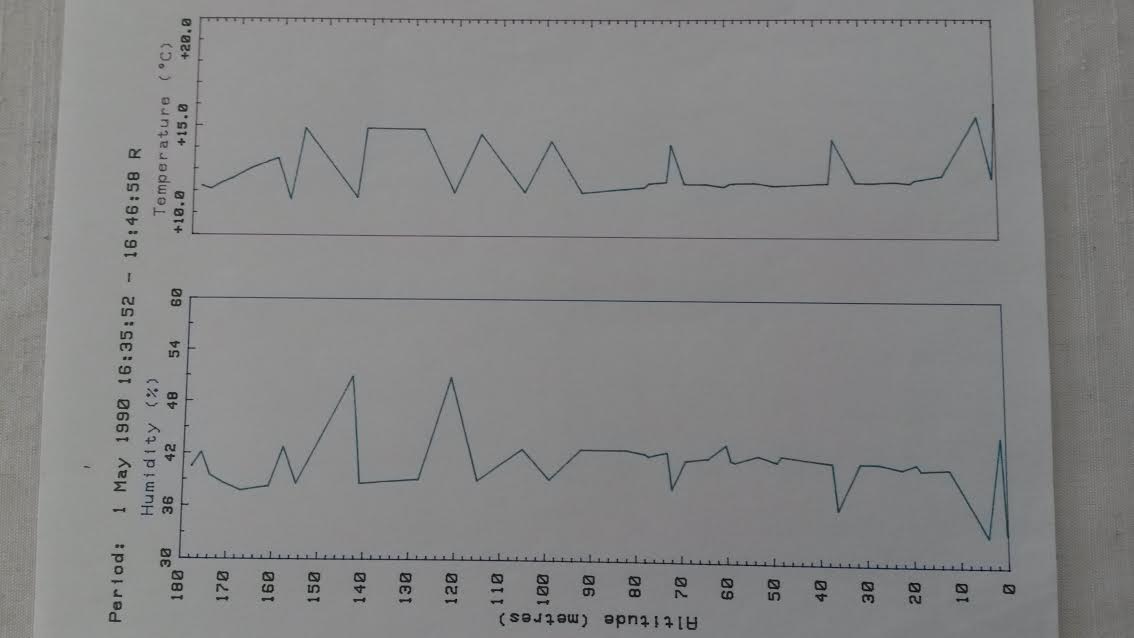
**Jakým problémům jsi musel čelit při práci s meteorologickými sondami?**

Hlavní problém byl silný nárazový vítr, při silných turbulencích jsem musel balón urychleně navijákem stáhnout dolů.

**Na fotce jsi už v zpátky v kanceláři?**

Ne, to jsem v jedné z radioreléových stanic, a pracuji na jednom z měřících rádií.

**Děkuji za rozhovor.**

****

Graf 1. teploty a vlhkosti z 1.5.1990

# 4. Součástky

V následující verzi popíšu základní součástky, které jsem použila na stavbu mé meteostanice.

## 4.1 Arduino Uno

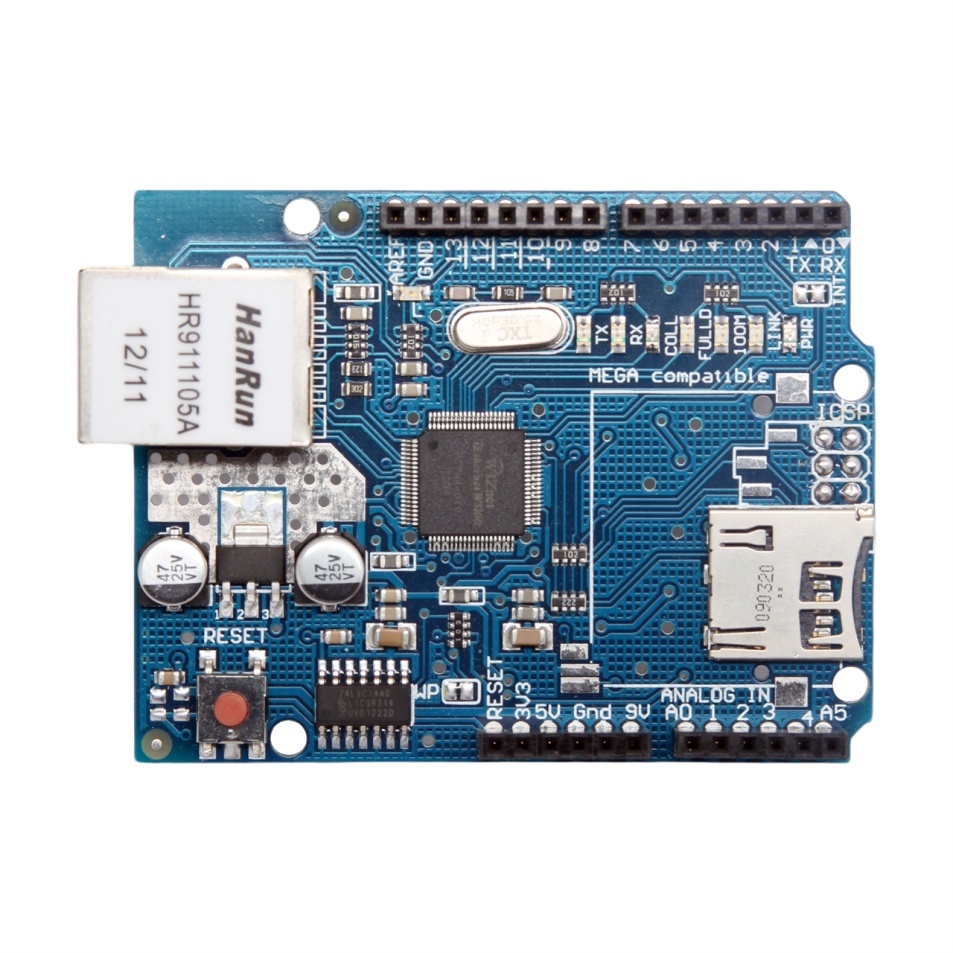
Arduino je jednoduchý počítač primárně určený na výuku programování a elektroniky. Je založený na mikrokontrolerech ATmega od firmy Atmel. Programuje se pomocí Arduino IDE v jazyku velice podobném jazyku C. Já jsem používala model Arduino Uno a to jednak originální Arduino desku a později klon (tj. napodobenina, celá idea Arduina je dělat všechno tzv. opensource, tedy všechny plány a návody jsou volně dostupné na internetu a lze tedy legálně prodávat kopie).



Obr. 6 deska Arduino Uno

## 4.2 Ethernet shield

Shield (ang. štíty, desky) jsou integrované obvody přímo určené pro Arduina a představují rozšíření základního počítače. Jejich zapojení je primitivní, pouze nasadit na arduino a ujistit, že sedí kontakty. Většinou lze používat i několik shieldů najednou, já ovšem jsem to nikdy nezkoušela. V mé ročníkové práci jsem potřebovala dostat údaje o měření z mé stanice na internet a rozhodla jsem se použít právě Ethernet shield. Přes modem posílá data ze stanice na server a odtud jdou na webové stránky. Podrobněji to vysvětluji v kapitole o druhé verzi stanice.



Obr. 6 Ethernet shield

## 4.3 Nepájivé pole a vodiče

Na stavbu mé stanice jsem používala nepájivé kontaktní pole nejdříve jako prototypní řešení a s tím, že obvod později napájím. Analýza dat a programování se mi zdály jako větší priority a tak jsem se k napájení obvodu nedostala. V létě ovšem až budu mít víc času, tak chci přidat lepší senzor a celý obvod napájet. Vodiče jsem použila jednoduché izolované měděné dráty.

# 5. První verze

První verzi mé meteorologické stanice jsem sestavila už v listopadu a skládala se pouze z teplotního senzoru TMP 36 a Arduina uno. Později jsem za účelem prezentace připojila i obrazovku z tekutých krystalů a tilt switch. Zdrojový kód je v příloze.

Sestavila jsem obvod a nahrála kód. K mému velkému překvapení se hodnoty pohybovaly mezi -30 a +20 °C. Začala jsem propadat mírné panice, že jsem teprve u první verze a že mi to vůbec nefunguje. Zapojení a kód byl správně a nemohla jsem najít chybu. Nakonec po konzultaci s tátou jsme přišli na to, že jsem místo teplotního senzoru zapojila transistor. Jejich identická velikost také fakt, že jsem měla součástky neutříděné, vedly k tomu, že jsem nevěnovala pozornost číslům na senzoru a zapojila to první, co jsem našla bez toho, abych to ověřila. Nicméně jsem nic nezničila a poučila jsem se a později jsem pečlivě kontrolovala všechny obvody a zapojení.

## 5.1 Senzor TMP 36

TMP36 je nízkonákladový senzor teploty, který je součástí Arduino startovacího balíčku a proto jsem s mím začala pracovat jako s prvním.

Senzor je termistor, tj. rezistor s proměnným odporem závislým na teplotě. Senzor tedy mění napětí v obvodu a Arduino z toho získá teplotu. Senzor posílá střídavý proud, tedy Arduino musí nejdříve změnit střídavý na stejnosměrný a poté změřit velikost napětí procházející obvodem. Čidlo je nakalibrované tak, každých 0,01 mV odpovídá jednomu stupni Celsia, Arduino tedy teplotu vypočítá a pošle po sériové lince, kde ji můžeme sledovat, nebo uložit na SD kartu.

Kladem tohoto senzoru je jeho velikost a také rychlá odezva.

Vlastnosti

|  |  |
| --- | --- |
| Napájecí napětí | 2.7 V až 5.5 V |
| Rozsah měření teploty | −40°C až +125°C |
| Přesnost měření teploty | ±2°C |
| Rozměry (mm) | 12 x 4 x3 |

## 5.2 Zapojení

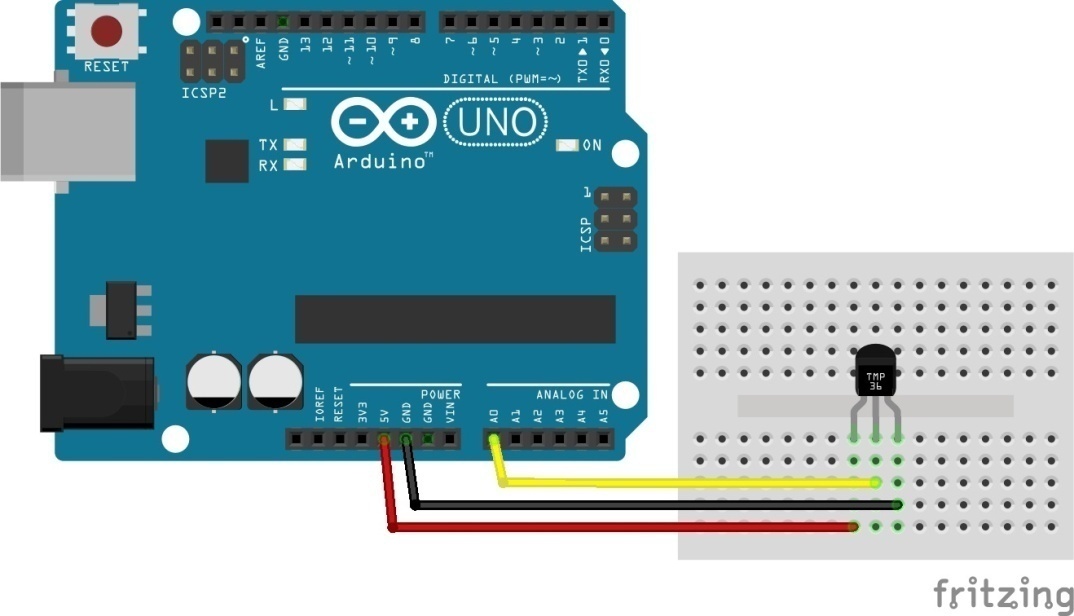


Schéma 1

# 6. Druhá verze

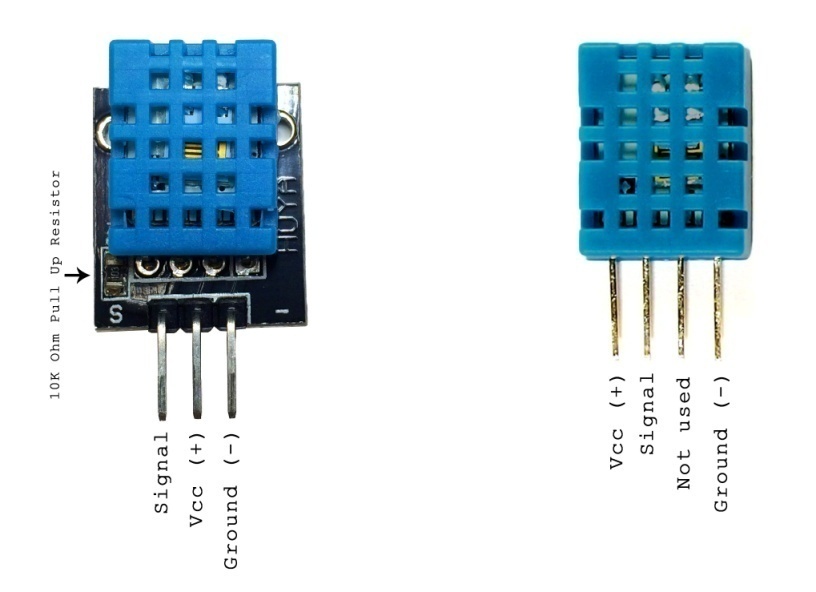
Jako další krok v mé ročníkové práci jsem se rozhodla použít senzor, jenž bude měřit i vlhkost. Jako velice cenově dostupný a snadný na zapojení jsem vyhodnotila senzor DHT11.

## 6.1 Senzor DHT11

DHT11 je velice jednoduchý senzor teploty a relativní vlhkosti. Jeho největší přednosti jsou malé rozměry a nízká cena. Je složen ze termistoru a hydrometru. Je také v plastovém pouzdře, takže nemusíme řešit obal. Je již upraven na zapojení k mikrokontroleru jako je Arduino nebo Raspberry Pi. Já jsem s ním začala pracovat v prosinci a nejdříve mi to vůbec nešlo, senzor neposílal žádná data, ale nakonec jsem zjistila, že mi pořádně neseděly kontakty, jelikož jsem používala nepájivé kontaktní pole. To ale nebyl jediný problém, kterému jsem musela čelit. V kódu, který jsem původně chtěla použít a který byl také v dokumentaci k tomuto senzoru byla novější verze knihovny na základě níž ten senzor vypočítá tu vlastní teplotu, než jsem měla ve svém prostředí. Tedy nefungoval mi program už napsaný výrobcem.

Vlastnosti:

|  |  |
| --- | --- |
| Napájecí napětí | 3–5,5 V |
| Rozsah měření vlhkosti | 20% ~ 90% |
| Přesnost měření vlhkosti | ± 5.0 % RH |
| Rozsah měření teploty | 0 až +50 ℃ |
| Přesnost měření teploty | ± 2.0 ℃ |
| Odezva senzoru | < 5 s |
| Rozměry (mm) | 23 x 12 x 5 |



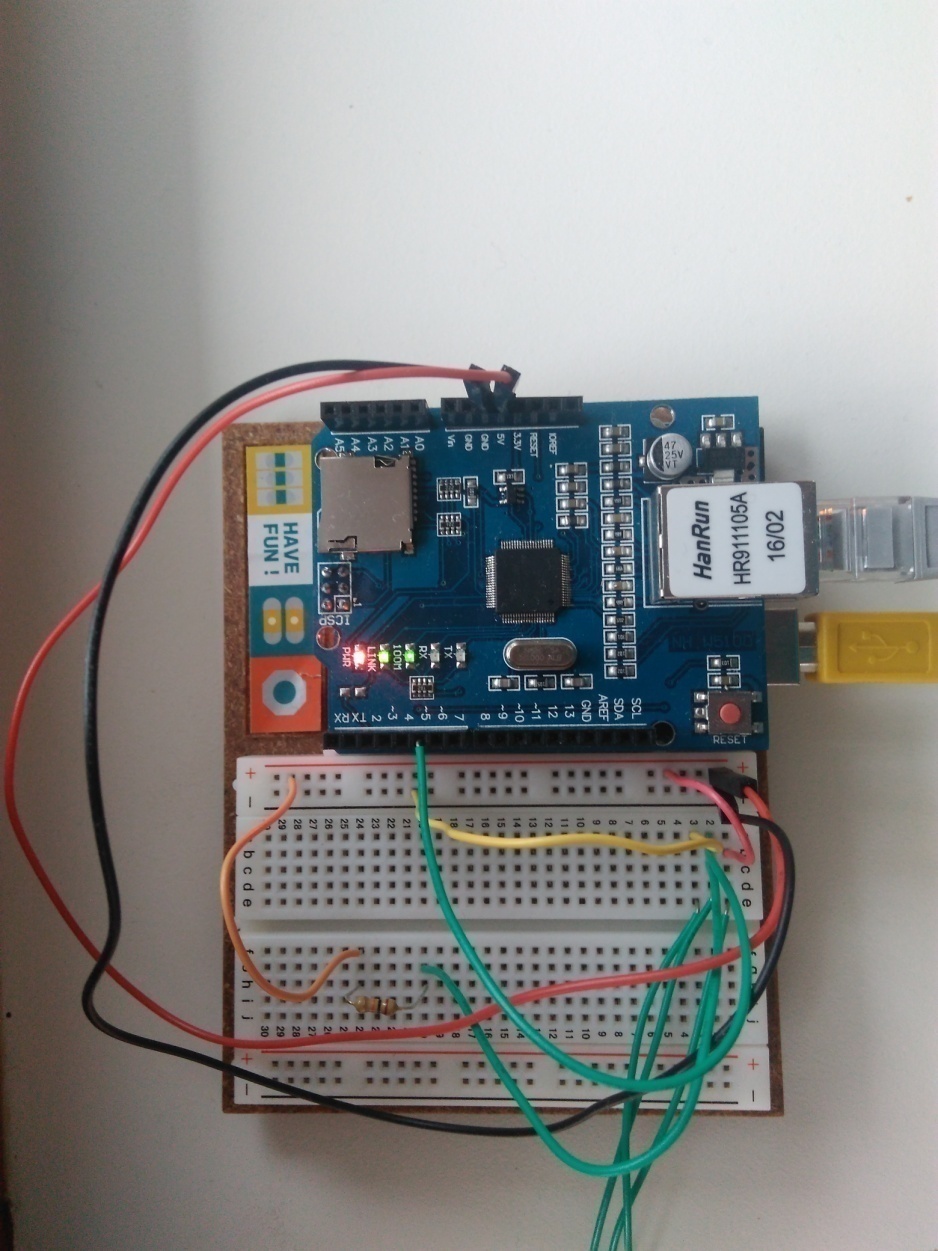
Obr. 7 varianty senzoru

Senzor DHT11, na pravé straně bez rezistoru a vlevo s již napájeným rezistorem, v meteostanici jsem používala variantu vlevo, ale variantu bez rezistoru jsem používala také.

## 6.2 Zapojení a konstrukce

## Arduino-and-DHT11_bb.png

Schéma 2



Obr.8 meteostanice

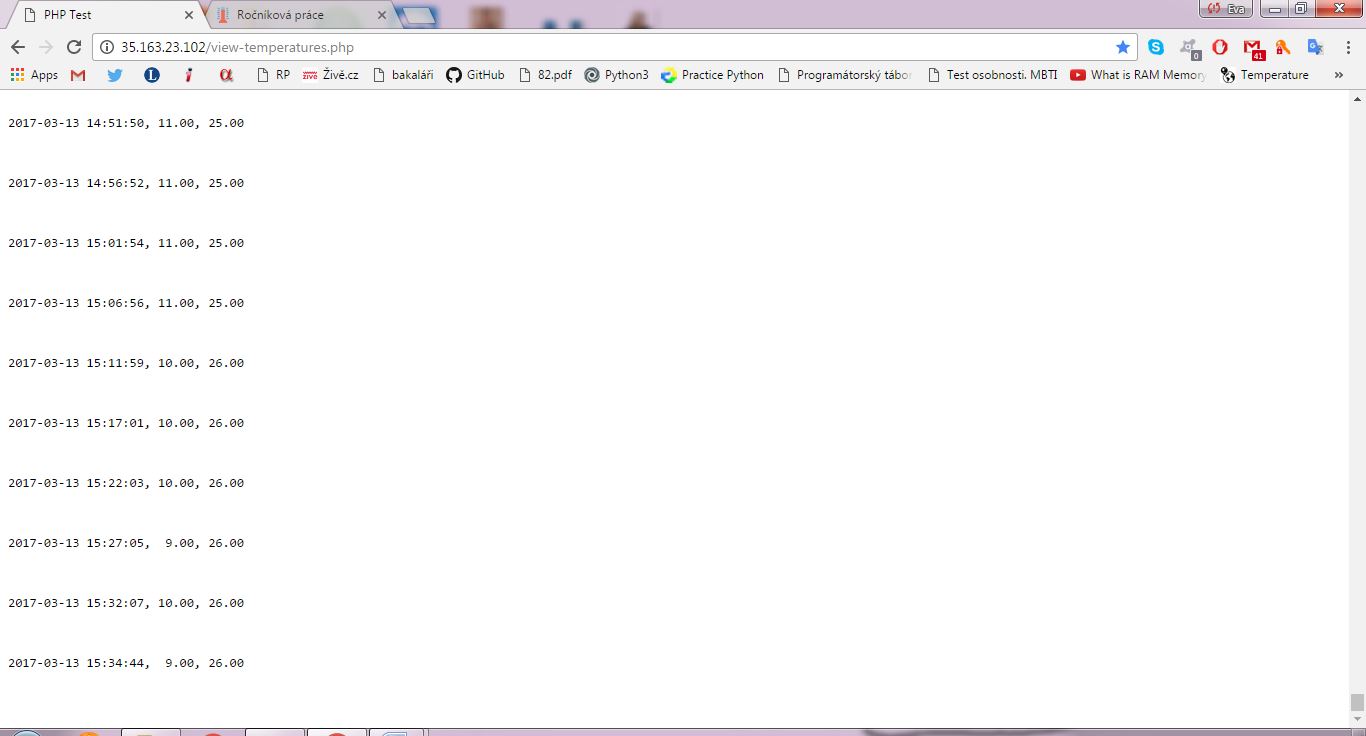


Obr. 9 umístění meteostanice

## 6.3 Sběr a vizualizace dat

Hlavní problém této ročníkové práce nebyl až tak získávat data o atmosférických jevech, nýbrž získat také časový údaj o tom, kdy byl tento jev naměřen. Přicházely v úvahu v zásadě dvě možnosti řešení. Ta první, kterou jsem nakonec nezvolila, byl modul reálného času (už komplikovanější součástka připravená k zapojení k Arduinu). Ta funguje tak, že se nejprve nastaví programem přesný čas a poté už modul sám pořád odpočítává čas, dokud mu nedojde už zabudovaná  baterka. Nevýhodou tohoto řešení je jeho krátká výdrž (baterka vydrží jen několik měsíců) a hlavně že to řeší jenom čas a nezálohuje data ve srovnání s druhou variantou. Ta druhá možnost spočívá v použitím internetu. Nejdříve jsem pouze posílala data na server na AWS cloud a odtud na jednoduchou webovou stránku. Stránka tedy sloužila jen jako úložiště naměřených hodnot a kontrola, zda mi stanice funguje. Na analýzu bych data musela exportovat do Excelu a poté s nimi pracovat. Takto jsem původně plánovala mojí ročníkovou práci, ale v diskuzi pod článkem na živě.cz jsem našla službu, která mi velice významně ušetřila práci.

Takto vypadala moje první webová stránka s hodnotami:

****

Obr. 9 první vizualizace

Data o počasí tedy získávám z senzoru na balkóně a přes Ethernet shield a Arduino jdou data do našeho modemu a odtud se posílají přes knihovnu na službu  [tmep.cz](http://tmep.cz/)  na webovou vizualizaci na stránku <http://dejvice-balkon.tmep.cz/> . Zde jsou velice pěkné statistiky o měření teploty a vlhkosti a z nich vypočítaný rosný bod. Z fyzikálního hlediska je zde  zajímavá možnost přepnout stránku jednak do cizích jazyků, ale hlavně mít hodnoty v jiných méně používaných stupnicích, například Kelvin, Fahrenheit, Reaumur ad. Zdrojový kód se nachází pod tímto odkazem na můj Github: https://github.com/evahoralikova/RP-arduino/blob/master/server/tmep-client.c/tmep-client.c.ino

Nejnovější statistiky:



Obr. 10 webová vizualizce

Nejnovější graf teploty a vlhkosti:



Obr. 11 webová vizualizace

Obsáhlejší graf za poslední tři dny:

Obr. 12 webová vizualizace

# 7. Výsledky

Hlavní výstup této ročníkové práce je jednak funkční vizualizace na stránce [www.dejvice-balkon.tmep.cz](http://www.dejvice-balkon.tmep.cz), kde jsou údaje staré několik málo minut a také základní statistiky a grafy, ale hlavně porovnání jak jsou moje měření vlastně přesné. Tedy potřebuju mít data s čím srovnat. Čistění a analýze se věnuji v následující kapitole.

## 7.1 Filtrace dat

Čištění dat provádím hlavně z důvodů celkem velkých výkyvů a skoků, které profesionální stanice nevykazují. Z části si to vysvětluji odchylkou senzoru o dva stupně a dále také tím, že po část doby měření byl senzor nezakrytý od slunce a proto ten velký skok.

Na mé doméně [www.dejvice-balkon.tmep.cz](http://www.dejvice-balkon.tmep.cz) se sice vytváří grafy a nějaké základní statistiky, ale ze všech naměřených dat, nefiltrují tedy žádné anomální údaje. To provádím prostřednictvím mého programu v jazyce python. Ten bere vždy pět hodnot před a pět hodnot po každé celé hodině. Získám tedy průměrnou teplotu kolem té určité hodiny. Takto jsem to nastavila hlavně kvůli tomu, aby šlo pěkně porovnat mé měření s měřeními ze stránky www.meteoblue.com (měření z ruzyňského letiště, nejbližší stanice odkud jsem byla schopná získat data). Zde je možné data exportovat do formátu csv a dále s nimi pracovat. Následně je dám do jednoho grafu s mými hodnotami.

## 7.2 Denní graf teploty

Graf 2. denní teplota

Tento graf ukazuje naměřené teploty během dne, vybrala jsem náhodně 16. dubna 2017. Moje naměřená hodnoty jsou pod názvem Dejvice a referenční hodnoty pod názvem Ruzyně. Z grafu vidíme, že moje hodnoty jsou po většinu dne blízké referenčním hodnotám. Výrobce udává přesnost senzoru (+-2 stupně). Ovšem mezi 8 – 13 hodinou vykazují moje hodnoty velký skok směrem nahoru. Kulminace je mezi 9 – 10 hodinou. Přičítám to tomu, že v tu dobu začalo na senzor svítit slunce a tím velmi ovlivnilo naměřenou teplotu. V době kulminace vykazovalo moje měření o 9 stupňů vyšší teplotu než referenční stanice. Tento jev jsem se snažila zmírnit tím, že jsem senzor umístila do papírové krabice (viz obrázek č. 9). Trochu to pomohlo, ale ne zcela. Měření z dne 16.4. bylo již s krabičkou.

## 7.3 Týdenní graf teploty

Graf 3. týdenní teplota

Tento graf ukazuje průměrné denní teploty v týdnu od 11.4 do 18.4 na obou stanicích. Průměrnou denní teplotu jsem počítala jako aritmetický průměr hodnot v 7, 14 a dvakrát započítanou hodnotu v 21 hodin. Moje měření se nijak výrazně neliší od referenčních hodnot, respektive jen 14.4 je rozdíl mírně vyšší než povolené dva stupně. Z toho je vidět, že i když sluce ovlivnilo moje měření v dopoledních hodinách, v denním průměru se tato chyba příliš neprojevila.

## 7.4 Denní graf vlhkosti

Graf 3. denní vlhkost

Graf ukazuje naměřenou vlhkost na mojí stanici v Dejvicích a na stanici v Ruzyni, jež data slouží jako referenční hodnoty. Výrobce senzoru udává jeho přesnost +- 5%. Z grafu vidíme, že moje data jsou úplně mimo povolenou odchylku měření. Nevím přesně, čím je to způsobeno, ale jedna z možností je, že za to mohla krabička, do které jsem umístila senzor, abych zpřesnila měření teploty.

## 7.5 Týdenní graf vlhkosti

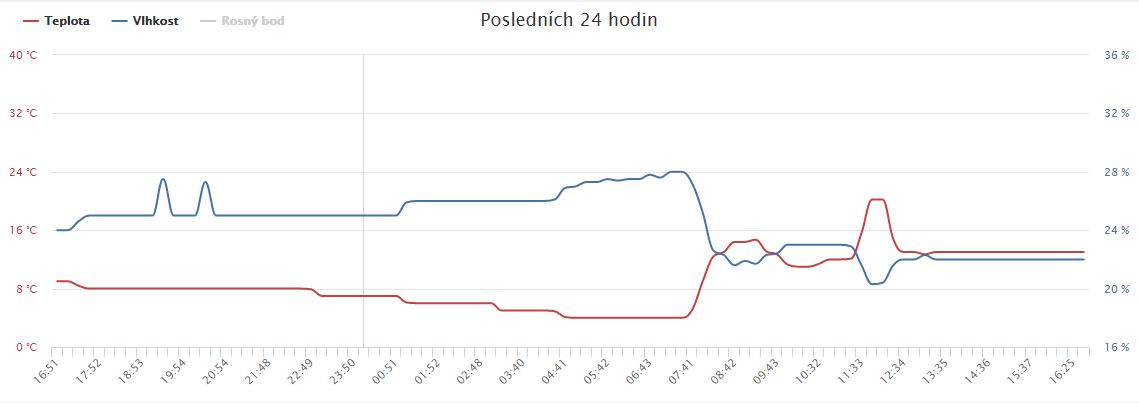
Graf 5. týdenní vlhkost

Z tohoto grafu vidíme, že moje měření jsou mino jakoukoliv odchylku a se liší od hodnot naměřených na letišti. Přisuzuji to tomu, že jsem senzor umístila do papírové krabičky, aby moje měření nebyly ovlivněné větrem a přímým slunečním zářením, tím jsem ovšem znehodnotila měření vlhkosti. Příště bych už to řešila umístěním senzorů v radiačním krytu.



Obr. 13 Radiační kryt

## 7.6 Srovnání teploty a vlhkosti během dne



Graf 6. Srovnání teploty a vlhkosti během den

Tento graf pochází přímo z aplikace tmep.cz. Červeně je značená teplota a modře vlhkost, obojí z mé stanice. Přestože moje měření vlhkosti bylo zatíženo velkou chybou, ukazuje tento graf zajímavé srovnání dynamiky teploty a vlhkosti. V okamžiku kdy teplota stoupá, tak vlhkost klesá a naopak.

## 7.7 Problémy při analýze dat

Při tvorbě grafů se mi naskytly problémy, například mi Excel ze správných hodnot tvořil tyto grafy:

Graf 6. špatná týdenní teplota

Graf 7. špatná týdenní vlhkost

Předchozí dva grafy jsou to co mi excel vytvořil když jsem mu zadala z jakých dat má vygenerovat graf. Výsledek ovšem rozhodně neodpovídal křivce, jež jsem si zběžně představila v hlavě. Zjistila jsem že to kvůli tomu, že jsem ve zdrojové tabulce pro tento graf nevynechala první buňku a naopak jsem ji nazvala čas, excel „nepochopil“ že čas je nezávislá veličina a udělal grafy úplně jinak než jsem potřebovala. Stačilo ovšem pouze vymazat první buňku v tabulce a grafy se vytvořily tak jak jsem potřebovala. Ale i tak mě to vystrašilo.

# 8. Závěr

Hlavní cíl této ročníkové práce jsem splnila. Postavila jsem funkční meteostanici a zajistila jsem vizualizaci dat a provedla jejich analýzu. Nesplnila jsem ovšem všechno co jsem si původně vytyčila, například jsem si nevytiskla krabičku na senzory ve 3D tiskárně ani jsem meteostanici nesestavila ještě pro tátu v Moskvě a nesrovnala měření z Prahy s měřeními z Moskvy. I přes to si myslím, že tato práce byla úspěšná a to hlavně díky tomu, že mě práce na ní velice bavila a doufám, že je to v práci vidět. Původně jsem předpokládala, že mě bude nejvíce bavit stavět obvody a programovat Arduino, ale nakonec mě nejvíc zaujala analýza dat a data science. To je také směr, kterým se plánuji do budoucna vydat.

## 8.1 Resumé v AJ

For this year project in Physics I have chosen to build a amateurish weather station based on Arduino microcontroler. I have made two generations of my station, the first just measured temperature. To make the second one I used a analog sensor of temperature and humidity to measure the atmosphere with this station located on our balcony in Prague Dejvice. In total I have made more than 40000 measurements of temperature in Celsius degrees and humidity in percent of the air. The data gets send to my server and then to my domiain at [www.dejvice-balkon.tmep.cz](http://www.dejvice-balkon.tmep.cz), where simple graphs and analytics are made. The main output of the project are the graphs who compare my measurements with a the measurements from the weather staion in Prague’s airport near my station.

# 9. Prameny

* Vondráček, Vladimír; Minimum o počasí; nakl. Olympia; Praha 2000
* Československá meteorologická společnost; Meteorologický slovník výkladový a terminologický; Ministerstvo životního prostředí, Praha 1993
* <http://www.branadovesmiru.eu/odborne-clanky/meteorologie.html>
* <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/TMP35_36_37.pdf> - datasheet pro senzor TMP36
* <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf> - datasheet pro senzor DHT11
* <http://wiki.tmep.cz/doku.php?id=zarizeni:arduino> - návod jak připojit senzor na doménu tmep.cz
* <https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/archive/prague_czechia_3067696> - zdroj dat o počasí z ruzyňské stanice (možnost si stáhnout data z posledních dvou týdnů ve formátu csv)

# 10. Zdrojové kódy

Zdrojové kódy mám zálohované na službě Github.com, ale až se budu za nějaký čas vracet k mé ročníkové práci a budu se chtít podívat na moje programy, tak třeba už nenajdu ty kódy na serveru a nebo se mi jakýmkoliv způsobem ztratí a neměla bych k nim přístup a to se mi zdá jako škoda.

Na psaní jsem používala Arduino IDE na práci s arduinem nebo Atom IDE (+ Windows command prompt) a online IDE repl.it na python.

První verze

Program v jazyce C pro Arduino, který měří teplotu pomocí senzoru TMP36, data vypisuje do okna v Arduino IDE.

|  |
| --- |
| #include <SPI.h> |
|  | #include <SD.h> |
|  |  |
|  | File myFile; |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | const int sensorPin = A0; |
|  |  |
|  | const float baselineTemp = 20.0; |
|  |  |
|  |  |
|  | void setup() { |
|  |  |
|  | Serial.begin(9600); |
|  | Serial.print("Initializing SD card..."); |
|  |  |
|  | if (!SD.begin(4)) { |
|  | Serial.println("initialization failed!"); |
|  | return; |
|  | } |
|  | Serial.println("initialization done."); |
|  | myFile = SD.open("teploty.csv", FILE\_WRITE); |
|  |  |
|  | } |
|  |  |
|  | void loop() { |
|  | int sensorVal = analogRead(sensorPin); |
|  |  |
|  |  |
|  | Serial.print("sensor Value: "); |
|  | Serial.print(sensorVal); |
|  |  |
|  |  |
|  | float voltage = (sensorVal / 1024.0) \* 5.0; |
|  |  |
|  |  |
|  | Serial.print(", Volts: "); |
|  | Serial.print(voltage); |
|  |  |
|  | Serial.print(", degrees C: "); |
|  | float temperature = (voltage - .5) \* 100; |
|  | Serial.println(temperature); |
|  |  |
|  |  |
|  | } |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Druhá verze

Program pro Arduino, který měří teplotu i vlhkost pomocí senzoru DHT11 a posílá data na server tmep.cz pomocí HTTP protokolu.

|  |
| --- |
| #include <SPI.h> |
|  | #include <Ethernet.h> |
|  | #include <DHT.h> |
|  |  |
|  | #define DHTPIN 2 |
|  | #define typDHT11 DHT11 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | #define pinDHT 5 |
|  | #define typDHT11 DHT11 |
|  | DHT mojeDHT(pinDHT, typDHT11); |
|  |  |
|  |  |
|  | #define DHTTYPE DHT22 |
|  |  |
|  | DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); |
|  | byte mac[] = { |
|  | 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED |
|  | }; |
|  | EthernetClient client; |
|  | char server[] = "dejvice-balkon.tmep.cz"; |
|  | char guid[] = "tep"; |
|  |  |
|  | unsigned long lastConnectionTime = 0; |
|  | const unsigned long postingInterval = 60L \* 1000L; |
|  | void setup() { |
|  |  |
|  | Serial.begin(9600); |
|  | while (!Serial) { |
|  | ; |
|  | } |
|  | delay(1000); |
|  |  |
|  | if (Ethernet.begin(mac) == 0) { |
|  | Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP"); |
|  |  |
|  | for (;;) |
|  | ; |
|  | } |
|  | printIPAddress(); |
|  | dht.begin(); |
|  | mojeDHT.begin(); |
|  |  |
|  |  |
|  | } |
|  |  |
|  | void loop() { |
|  | float tep = mojeDHT.readTemperature(); |
|  | float vlh = mojeDHT.readHumidity(); |
|  | char teplotaStr[10]; |
|  | if (tep<10){ |
|  | dtostrf(tep,1,0,teplotaStr); |
|  | }else { |
|  | dtostrf(tep,2,0,teplotaStr); |
|  | } |
|  |  |
|  | char vlhkostStr[10]; |
|  | dtostrf(vlh,2,0,vlhkostStr); |
|  |  |
|  | Serial.println(teplotaStr); |
|  | Serial.println(vlhkostStr); |
|  | if (isnan(tep) || isnan(vlh)) { |
|  |  |
|  | Serial.println("Chyba při čtení z DHT senzoru!"); |
|  | } else { |
|  | Serial.print("Teplota: "); |
|  | Serial.print(tep); |
|  | Serial.print(" stupnu Celsia, "); |
|  | Serial.print("vlhkost: "); |
|  | Serial.print(vlh); |
|  | Serial.println(" %"); |
|  | } |
|  |  |
|  | switch (Ethernet.maintain()) |
|  | { |
|  | case 1: |
|  | //renewed fail |
|  | Serial.println("Error: renewed fail"); |
|  | break; |
|  |  |
|  | case 2: |
|  |  |
|  | Serial.println("Renewed success"); |
|  |  |
|  |  |
|  | printIPAddress(); |
|  | break; |
|  |  |
|  | case 3: |
|  |  |
|  | Serial.println("Error: rebind fail"); |
|  | break; |
|  |  |
|  | case 4: |
|  |  |
|  | Serial.println("Rebind success"); |
|  |  |
|  |  |
|  | printIPAddress(); |
|  | break; |
|  |  |
|  | default: |
|  |  |
|  | break; |
|  | } |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | if (client.available()) { |
|  | char c = client.read(); |
|  | Serial.write(c); |
|  | } |
|  |  |
|  |  |
|  | if (millis() - lastConnectionTime > postingInterval) { |
|  | httpRequest(teplotaStr,vlhkostStr); |
|  | } |
|  | for(int i=0;i<90 |
|  | ;i++){ |
|  | delay(1000); |
|  | } |
|  | } |
|  |  |
|  |  |
|  | void httpRequest(char\* teplotaStr, char\* vlhkostStr) { |
|  | client.stop(); |
|  |  |
|  | if (client.connect(server, 80)) { |
|  | Serial.print("connecting..."); |
|  |  |
|  | client.print("GET /index.php?"); |
|  | client.print(guid); |
|  | client.print("="); |
|  |  |
|  | client.print(teplotaStr); |
|  | client.print("&humV="); |
|  |  |
|  | client.print(vlhkostStr); |
|  | client.println(" HTTP/1.1"); |
|  | client.print("Host: "); |
|  | client.println(server); |
|  | client.println("User-Agent: arduino-ethernet"); |
|  | client.println("Connection: close"); |
|  | client.println(); |
|  |  |
|  | Serial.println(" done."); |
|  |  |
|  | lastConnectionTime = millis(); |
|  | } else { |
|  |  |
|  | Serial.println(" connection failed"); |
|  | } |
|  | } |
|  |  |
|  | void printIPAddress() |
|  | { |
|  | Serial.print("My IP address: "); |
|  | for (byte thisByte = 0; thisByte < 4; thisByte++) { |
|  |  |
|  | Serial.print(Ethernet.localIP()[thisByte], DEC); |
|  | Serial.print("."); |
|  | } |
|  |  |
|  | Serial.println(); |
|  | } |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Počítaní průměrné teploty pro každou hodinu během dne

Program v jazyce python, který pro každou celou hodinu počítá průměrnou teplotu v rozmezí pět minut před a pět minut po dané hodině. Vstup i výstup jsou soubory ve formátu CSV a s výstupem jsem dále pracovala v Excelu.

|  |
| --- |
| vstupTeploty=[] |
|  | file = open("vstup.csv", "r") |
|  | file.readline() |
|  | for line in file: |
|  | print(line) |
|  | novaTeplota=line.split(",")[1] |
|  | novaTeplotaInt=int(novaTeplota) |
|  | novyCas=line.split(",")[0] |
|  |  |
|  | novaDvojice=[] |
|  | novaDvojice.append(novyCas) |
|  | novaDvojice.append(novaTeplotaInt) |
|  |  |
|  | vstupTeploty.append(novaDvojice) |
|  |  |
|  | f = open('vystup.csv', 'wb') |
|  | f.write("hodina,prumer") |
|  | f.write("\r\n") |
|  | for hodina in range(0,24): |
|  | filtrovane=[] |
|  | for aktualni in vstupTeploty: |
|  | cas=aktualni[0] |
|  | aktualniHodina=cas[11:13] |
|  | minuty=cas[14:16] |
|  | if (hodina==int(aktualniHodina)+1 and int(minuty) > 55) or (hodina==int(aktualniHodina) and int(minuty) < 5): |
|  | filtrovane.append(aktualni) |
|  |  |
|  | print(filtrovane) |
|  | pocet=len(filtrovane) |
|  | soucet=0 |
|  | prumer=0 |
|  | for aktualni in filtrovane: |
|  | teplota=aktualni[1] |
|  | soucet=soucet+teplota |
|  | prumer=soucet/float(pocet) |
|  | print ("hodina: {} prumer: {}".format(hodina, prumer)) |
|  | f.write("{},{}".format(hodina, prumer)) |
|  | f.write("\r\n") |
|  |  |
|  | f.close() |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |