

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Moderní způsoby sběru dat

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Michal Šerý

Autor: Pavel Tůma

Anotace:

Diplomová práce seznamuje s technologií jednoduché sběrnice 1-Wire, která je vhodná k přenosu měřených dat z čidel. Popisuje standard sběrnice a funkčními prvky 1-Wire a iButton.

Tyto teoretické znalosti byli aplikovány při konstrukci praktické části. Byla zkonstruována meteorologická stanice, která je popsána v další části diplomové práce. V poslední části je popsána on-line distribuce naměřených hodnot na internet.

Abstrakt:

This diploma thesis describes with simple bus 1-Wire technology, which is suitable for transfer of data measured by sensors. It describes the standard of bus and 1-Wire and iButton functional elements.

This theoretical knowledge was applied during the construction of practical part. There has been a meteorological observatory constructed, which has been described in the next part of the diploma thesis. The last part of dissertation describes online distribution of measured values on internet.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem veškerou použitou literaturu uvedl v seznamu literatury.

Dne 26. 4. 2007

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Michalovi Šerému za pomoc, rady a připomínky k této práci. Dále pak firmě Maxim Integrated Products za zaslání vzorků čipů 1-Wire a iButton použitých na stavbě meteorologické stanice.

Obsah

1	Úvod	6
2	Sběrnice 1-Wire.....	7
2.1	<i>Popis Sběrnice 1-Wire</i>	<i>7</i>
2.1.1	Základní informace.....	7
2.1.2	Komunikace po sběrnici	9
2.1.3	Algoritmus vyhledání zařízení na sběrnici 1-Wire	10
2.1.4	Ukázka vyhledání	14
2.2	<i>Přehled základních prvků 1-Wire a iButton</i>	<i>18</i>
2.2.1	Řídící obvody	18
2.2.2	Obvody 1-Wire – Paměti	20
2.2.3	Obvody 1-Wire - Teplotní senzory a termostaty	21
2.2.4	Obvody 1-Wire - 4-kanálový AD převodník	22
2.2.5	Obvody 1-Wire - Měřiče času a zdroje času.....	22
2.2.6	Obvody 1-Wire - Monitoring a ochrana baterií	22
2.2.7	Obvody iButton - popis	23
2.2.8	Obvody iButton - RTC	24
2.2.9	Obvody iButton - paměti	24
2.2.10	Obvody iButton - měření teploty a datalogery	25
3	Meteorologická stanice	28
3.1	<i>Popis stanice</i>	<i>28</i>
3.1.1	Umístění čidel.....	29
3.2	<i>Popis měřících prvků.....</i>	<i>30</i>
3.2.1	Měření teploty	30
3.2.2	Měření vlhkosti.....	31
3.2.3	Měření tlaku.....	31
3.2.4	Sluneční osvit	33
3.2.5	Rychlost větru.....	35
3.2.6	Směr větru	38
3.2.7	Měření srážek	39
3.2.8	Blesky	41
3.2.9	Měření výšky sněhu.....	43
3.3	<i>Zpracování naměřených dat v počítači</i>	<i>45</i>
3.3.1	Software.....	45
4	Závěr	48
5	Literatura	49

1 Úvod

V současné době vzrůstá poptávka po automatizovaném sběru dat v různých odvětvích. Jedním z limitujících faktorů je počet vodičů potřebných k přenosu dat mezi čidlem a záznamovým zařízením či řídicím členem. Sběrnice 1-Wire vyvinutá firmou Dallas Semiconductor vyžaduje pro svou činnost pouze 2 vodiče (datový a zem) pro obousměrnou komunikaci.

Je používána u měření a regulace v bytových domech či v průmyslu, počítačích při monitoringu akumulátorů, autorizační systémy u zařízení, počítačových programů nebo otevírání dveří, atd... Datalogery iButton se používají ke sledování přepravních podmínek u potravin a dalších aplikací.

Výhody sběrnice 1-Wire:

- jednoduché a originální řešení adresovatelnosti účastníků
- jednoduchý protokol
- jednoduchá struktura spojení
- malé množství potřebných komponentů
- snadná změna konfigurace sítě
- značný dosah sítě

2 Sběrnice 1-Wire

2.1 Popis Sběrnice 1-Wire

Sběrnice 1-Wire byla navržena firmou Dallas Semiconductor v 90. letech a umožňuje komunikaci řídicí jednotky se zařízeními prostřednictvím pouhých 2 vodičů (datový a zem). Sběrnice je používána jak u produktů 1-Wire, tak u produktové řady iButton.

2.1.1 Základní informace

Sběrnice má jeden řídicí obvod (master) a jeden či více ovládaných zařízení (slave). Všechny zařízení jsou zapojeny na společnou zem a datový vodič. Datový vodič je připojen na napájecí napětí přes odpor 5 k Ω , které představuje na sběrnici log. 1. Sběrnice používá standardní TTL logické úrovně. Datový vodič lze také použít k parazitnímu napájení připojených zařízení (s nízkou spotřebou) přímo ze sběrnice.

Standardní „regular“ přenosová rychlost sběrnice 1-Wire je 16 kbit/s. Tato rychlost byla vybrána pro zajištění maximální spolehlivosti přenosu dat na velké vzdálenosti (300 m). Standardní hodnota rychlosti přenosu může být libovolně zmenšována díky zavedení vynuceného zpoždění mezi vysíláním jednotlivých bitů dat, prodlužováním časových rámců protokolu. Přenosová rychlost může být také zvýšena přechodem na zvláštní zrychlený režim „Overdrive“ s přenosovou rychlostí 125 kbit/s, který je možno použít na krátké vzdálenosti.

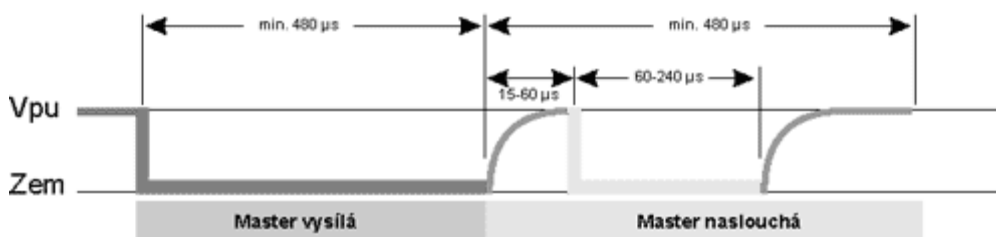
Každé zařízení má unikátní 64 bitové registrační číslo „ROM number“. Nejnižších 8 bitů jsou „Family Code“ určující typ zařízení (přehled je uveden v tabulce č. 1). Následujících 48 bitů je sériové číslo čipu „Serial Number“. Posledních 8 bitů je určeno pro CRC kód.

Tabulka 1: Referenční kódy zařízení „Family Code“

Family Code (HEX)	Zařízení () – iButton čip	Popis
01	(DS1990A), (DS1990R), DS2401, DS2411	1-Wire net address (serial number) only
02	(DS1991), DS1425	Multikey iButton, 1152 bit secure memory
04	(DS1994), DS2404	4 kb NV RAM memory and clock, timer, alarms
05	DS2405	Single addressable switch
06	(DS1993)	4 kb NV RAM memory
08	(DS1992)	1 kb NV RAM memory
09	(DS1982), DS2502	1 kb EPROM memory
0A	(DS1995)	16 kb NV RAM memory
0B	(DS1985), DS2505	16 kb EPROM memory
0C	(DS1996)	Up to 64 kb NV RAM memory
0F	(DS1986), DS2506	64 kb EPROM memory
10	(DS1920), DS1820, DS18S20	Temperature with alarm trips
12	DS2406, DS2407	1 kb EPROM memory, 2-channel addressa- ble switch
14	(DS1971), DS2430A	256 bit EEPROM memory and 64 bit OTP register
18	(DS1963S)	4 kb NV RAM memory and SHA-1 engine
1A	(DS1963L)	4 kb NV RAM memory with write cycle coun- ters
1C	DS28E04-100	4096 bit EEPROM memory, 2-channel add- ressable switch
1D	DS2423	4 kb NV RAM memory with external counters
1F	DS2409	2-channel addressable coupler for sub- netting
20	DS2450	4-channel A/D converter (ADC)
21	(DS1921), (DS1921H), (DS1921Z)	Thermochron® Temperature logger
22	DS1822	Econo digital thermometer
23	(DS1973), DS2433	4 kb EEPROM memory
24	(DS1904), DS2415	Real-time clock (RTC)
26	DS2438	Temperature, ADC
27	DS2417	RTC with interrupt
28	DS18B20	Adjustable resolution teplota
29	DS2408	8-channel addressable switch
2C	DS2890	Single-channel digital potentiometer
2D	DS2431	1024 bit, 1-Wire EEPROM
30	DS2760	Temperature, current, A/D
33	(DS1961S), DS2432	1 kb EEPROM memory with SHA-1 engine
37	(DS1977)	Password-protected 32 kB EEPROM
3A	(DS2413)	Dual-channel addressable switch
41	(DS1922L), (DS1922T), (DS1923), DS2422	High-capacity Thermochron (temperature) and Hygrochron™ (humidity) loggers

2.1.2 Komunikace po sběrnici

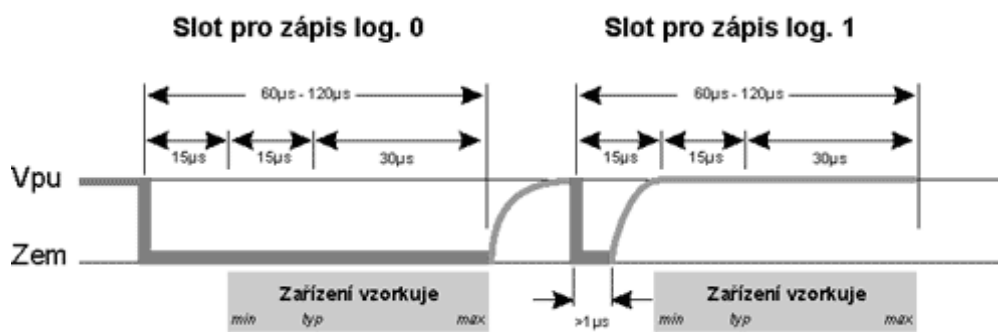
Komunikaci řídí na sběrnici MASTER zařízení. Zahájí ji vždy RESET pulsem. Ten se provede uzemněním datového vodiče a uvede tak sběrnici na log. 0 na dobu minimálně 480 μs . Pak sběrnici uvolní a naslouchá. Napájecí zdroj přes odpor 5 $\text{k}\Omega$ vrátí sběrnici zpět na úroveň log. 1. Pokud je na sběrnici připojené nějaké zařízení, tak detekuje tuto vzestupnou hranu a po prodlevě (15-60 μs) stáhne sběrnici na 60-240 μs na log. 0 viz diagram na obr. č. 1.



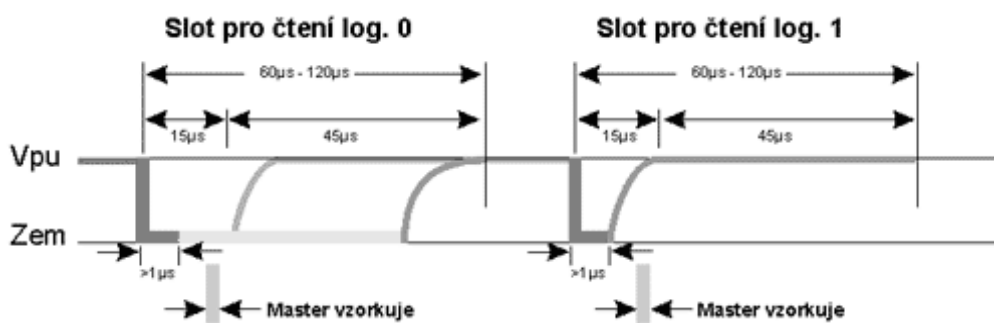
Obr. č. 1: Diagram průběhu RESET pulsu

Pokud se zařízení správně ohlásí PRESENCE pulsem, může řídicí obvod začít vysílat a přijímat data. Data jsou vysílána v tzv. "time slotech" dlouhých 60 až 120 μs , během něhož je vyslán nebo přijat jeden bit informace. Mezi jednotlivými sloty musí být minimálně 1 μs mezera, kdy je sběrnice v klidu.

Existují 4 druhy slotů: zápis log. 1, zápis log. 0, čtení log. 1 a čtení log. 0. Zápisové sloty slouží k tomu, aby řídicí obvod vyslal data do zařízení. Zápis log. 1 probíhá tak, že master nastaví na sběrnici log. 0 minimálně na 1 μs a nejpozději do 15 μs od začátku ji uvolní a ponechá uvolněnou. Zdvihací odpor vrátí sběrnici na log. 1 viz obr. č. 2. Zápis log. 0 probíhá tak, že řídicí obvod nastaví sběrnici na log. 0 a ponechá ji tak po celý slot, tedy min. 60 μs . Zařízení vzorkuje stav na datovém vodiči zhruba 30 μs po začátku time slotu.



Obr. č. 2: Diagram průběhu vysílání dat



Obr. č. 3: Diagram průběhu příjmu dat

Čtecí sloty opět inicializuje řídicí obvod tím, že sběrnici uvede na log. 0 minimálně 1 μ s a opět ji uvolní. Po tomto zahájení může zařízení vyslat 1 bit buď tím, že ponechá sběrnici v klidu (log. 1) nebo že ji stáhne (log. 0) viz diagram na obr. č. 3.

2.1.3 Algoritmus vyhledání zařízení na sběrnici 1-Wire

Každé zařízení na sběrnici je identifikováno pomocí registračního čísla. Následující algoritmus popisuje získání registračních čísel připojených zařízení. Jde o algoritmus prohledávání binárního stromu.

Většina 1-Wire zařízení implementuje příkaz SEARCH (kód 0xF0). Zařízení, která mohou být v nějakém „poplachovém stavu“ implementují i příkaz ALARM SEARCH (kód 0xEC). Tento příkaz se od předchozího liší pouze tím, že na něj reagují zařízení, které jsou momentálně v „poplachovém stavu“

(teplotní čidlo, u něhož je překročena nastavená hranice teploty apod.), což umožňuje rychleji zjistit, které zařízení má být obslouženo.

Zařízení, které přijme SEARCH příkaz, odpoví tím, že vyšle první (nejnižší) bit svého 64 bitového kódu. Je-li na sběrnici víc oslovených zařízení, odpoví všechny naráz. Výsledkem je logický součin (AND) všech bitů. Po vyslání tohoto bitu požádá master o vyslání dalšího bitu. Zařízení na tento požadavek odpoví negací prve vyslaného bitu. Z těchto dvou přijatých bitů lze odvodit situaci na sběrnici. Mohou nastat čtyři různé možnosti uvedené v tabulce č. 2:

Tabulka č. 2: Kombinace načteného a kontrolního (negovaného) bitu

První bit	Druhý bit	Situace
0	0	Na sběrnici je více zařízení. Tato zařízení mají na tomto místě ve svých kódech různé hodnoty. Došlo k neshodě.
0	1	Na sběrnici je jedno či více zařízení. Tato zařízení mají na tomto místě ve svých kódech bit s hodnotou 0.
1	0	Na sběrnici je jedno či více zařízení. Tato zařízení mají na tomto místě ve svých kódech bit s hodnotou 1.
1	1	Na sběrnici není žádné zařízení, které by reagovalo na příkaz SEARCH

Master nyní vyšle jeden potvrzovací bit. Dále se budou vyhledávání účastnit pouze zařízení, které mají na prvním místě bit s hodnotou stejnou jako vyslal master.

Pokud mají všechna zařízení na dané pozici stejnou hodnotu bitu, vyšle master tuto hodnotu. Pokud mají různé hodnoty (tzn. nastala první možnost že oba přečtené bity byly nulové), musí si master poznamenat, na které pozici došlo k neshodě, a vyšle buď 1 nebo 0. Zda master vyšle 0 nebo 1 určí na zá-

kladě předchozích hledání, především pozice poslední nalezené neshody. Dále popsaný algoritmus vysílá nejprve nulu a při druhém průchodu vysílá jedničku.

Tento postup se opakuje, dokud není načteno všech 64 bitů identifikace. Pokud při načítání došlo k neshodě v některém bitu, znamená to, že je na sběrnici více zařízení a celý postup se opakuje s tím, že na pozici poslední neshody se nyní vysílá bit opačné hodnoty (prochází se „druhá větev“).

Procházení sběrnice sestává z opakovaných hledání jednotlivých zařízení. V každém cyklu je nalezeno jedno zařízení. V algoritmu je třeba si neustále udržovat informaci o kódu posledního nalezeného zařízení a o pozici neshody (pokud k nějaké došlo, pokud k žádné nedošlo, je nalezené zařízení na sběrnici samo).

Algoritmus pracuje s následujícími proměnnými:

id_bit_number - Pořadové číslo bitu, který je právě prohledáván (1 - 64).

id_bit - Bit přečtený jako první. Jeho hodnota je logický součin všech bitů na pozici *id_bit_number* ze všech zařízení, které se účastní vyhledávání.

cmp_id_bit - Bit přečtený jako druhý, doplněk *id_bit*.

LastDiscrepancy - Hodnota udávající pořadové číslo bitu, u něhož došlo při posledním hledání k neshodě.

LastDeviceFlag - Příznak posledního nalezeného zařízení.

Last_Zero - Hodnota udávající pořadové číslo bitu, u něhož došlo při aktuálním hledání k neshodě, ze které bylo pokračováno odpovědí "0".

ROM_NO - Buffer o velikosti 64 bitů (8 byte), který obsahuje aktuálně načítané číslo zařízení.

search_direction - Bitová proměnná, udávající směr dalšího hledání. Zařízení, která mají bit na pozici *id_bit_number* roven této hodnotě se budou dále účastnit prohledávání, ostatní zařízení přestanou komunikovat až do vyslání RESET pulsu.

Před prvním hledáním (funkce **FIRST**) je proměnná *LastDiscrepancy* vynulována. Po volání hledací rutiny je v *ROM_NO* číslo nalezeného zařízení. Pokud není žádné zařízení nalezeno, je hledání ukončeno s chybou.

Hledání dalšího zařízení (funkce **NEXT**) využívá hodnoty z prvního hledání, uložené v proměnných *ROM_NO* a *LastDiscrepancy*. "Hledací" rutina vrátí v *ROM_NO* číslo dalšího zařízení, nebo bylo-li předcházející nalezené zařízení posledním, vrátí chybový kód.

Hledání jednotlivých zařízení začíná tím, že master vyšle RESET puls a čeká na potvrzení PRESENCE pulsem. Pokud přijde, hledání může pokračovat a jsou nastaveny proměnné: *id_bit_number* (pozice zpracovávaného bitu) na hodnotu 1 a *last_zero* (pozice poslední odpovědi "0" na zjištěnou neshodu) na hodnotu 0. Poté je vyslán příkaz SEARCH nebo ALARM SEARCH. Následuje smyčka, v níž je skládán obsah *ROM_NO*. Tato smyčka se opakuje 64krát, tedy pro každý bit identifikačního kódu.

Ve smyčce jsou nejprve přečteny dva bity (zařízení vysílá vždy hodnotu bitu a její doplněk), viz výše. Pokud se od sebe oba přijaté bity liší (což znamená, že všechna zařízení na dané pozici mají stejnou hodnotu bitu), je hodnota prvního zapsána do *ROM_NO* na pozici danou *id_bit_number* a jeho hodnota je zároveň zapsána do *search_direction*. Pokud jsou oba jedničkové, znamená to, že žádné zařízení na hledání neodpovídá a funkce končí. Pokud jsou oba nulové, znamená to, že je třeba se rozhodnout, jestli bude vyslána nula nebo jednička. Rozhoduje se na základě proměnných *LastDiscrepancy* a *id_bit_number* takto:

Je – li $id_bit_number > LastDiscrepancy$,

nastaví se $Last_zero = id_bit_number$, $search_direction = 0$.

Je – li $id_bit_number = LastDiscrepancy$

nastaví se $search_direction = 1$.

Je – li $id_bit_number < LastDiscrepancy$,

nastaví se $search_direction = (ROM_NO \& (1 \ll id_bit_number) > 0)$.

(*search_direction* je nastavena na hodnotu bitu na stejné pozici v předchozím nalezeném *ROM_NO*)

Následně je vyslána hodnota bitu *search_direction*, tento bit je zapsán do ROM_NO na odpovídající pozici a je zvýšeno počítadlo *id_bit_number*. Pak se celá smyčka opakuje.

Po zjištění všech bitů je do proměnné *LastDiscrepancy* zapsána hodnota proměnné *Last_Zero*. Pokud je tato hodnota nulová, znamená to, že je nalezené zařízení poslední.

2.1.4 Ukázka vyhledání

V příkladu jsou na sběrnici připojena 3 zařízení s 2 bit ROM kódem. Zařízení **A** je identifikováno kódem **01**, **B** kódem **00** a **C** s kódem **11**. Diagram průchodu binárním stromem při vyhledávání zařízení A, B a C je uveden na obr. č. 4.

Krok č. 1 - FIRST

- $LastDiscrepancy = LastDeviceFlag = 0$.
- Master vyšle na sběrnici *RESET* puls a čeká na *PRESENCE* puls. Jestliže není *PRESENCE* puls algoritmus končí (na sběrnici není připojené žádné zařízení).
- $id_bit_number = 1, last_zero = 0$.
- vyslání příkazu SEARCH (F0 hex).
- Přečtení prvního bitu do proměnné $id_bit=0$.
 0 (zařízení A) AND 0 (zařízení B) AND 1 (zařízení C) = 0 .
- Přečtení doplňkového bitu k prvnímu bitu $cmp_id_bit=0$.
 0 (zařízení A) AND 1 (zařízení B) AND 0 (zařízení C) = 0 .
- Došlo k neshodě mezi $id_bit=1$ a $cmp_id_bit=1$.
- protože je $id_bit_number > LastDiscrepancy$ nastaví algoritmus $search_direction = 0, last_zero = 1$.
- Hodnota $search_direction$ je přidána do ROM_NO.

- Master vyšle hodnotu `search_direction = 0` na sběrnici. Dalšího vyhledávání se zúčastní jen zařízení mající na pozici nejnižšího bitu `ROM_NO` hodnotu 0. Tedy zařízení B, zařízení A a C přejdou do wait state (čekajícího módu).
- Navýšení `id_bit_number` na 2.
- Master čte druhý bit `id_bit=0`.
0 (Device B) = 0.
- Master čte doplňkový bit k druhému bitu `cmp_id_bit=`
1 (Device B) = 1.
- Hodnoty `id_bit` a `cmp_id_bit` jsou různé, což znamená, že nedošlo k neshodě. Proměnná je nastavena `search_direction = id_bit`.
- Master vyšle hodnotu `Send search_direction = 0` na sběrnici, zařízení B je nalezeno s hodnotou `ROM_NO = '00'` a je nyní vybráno a je mu možno poslat příkaz.
- `LastDescrpancy = last_zero`.

Krok č. 2 - NEXT

- Master vyšle `RESET` puls a čeká na `PRESENCE` puls, pokud není presence puls, funkce končí.
- `id_bit_number = 1`, `last_zero = 0`.
- Vyslání příkazu `SEARCH (F0 hex)`.
- Přečtení prvního bitu `id_bit=0`.
1 (Zařízení A) AND 0 (Zařízení B) AND 1 (Zařízení C) = 0.
- Čtení doplňkového bitu `cmp_id_bit=0`.
0 (Zařízení A) AND 1 (Zařízení B) AND 0 (Zařízení C) = 0.
- Došlo k neshodě mezi `id_bit=0` a `cmp_id_bit=0`.
- Protože `id_bit_number = LastDescrpancy` pak `search_direction = 1`.
- Hodnota `search_direction` je uložena do `ROM_NO`.

- Vyslání hodnoty $\text{search_direction}=1$ na sběrnici. Dalšího vyhledávání se budu účastnit jen zařízení A a C. Zařízení B přejde do čekacího módu.
- Zvýšení hodnoty id_bit_number na 2.
- Čtení druhého bitu $\text{id_bit}=0$.
(Zařízení A) AND 1 (Zařízení C) = 0.
- Čtení doplňkového bitu k druhému bitu: $\text{cmp_id_bit}=0$.
1 (Zařízení A) AND 0 (Zařízení C) = 0.
- Došlo k neshodě mezi $\text{id_bit}=0$ a $\text{cmp_id_bit}=0$.
- Protože je $\text{id_bit_number} > \text{LastDiscrepancy}$, nastaví se $\text{search_direction} = 0$, $\text{last_zero} = 2$.
- Master vyšle na sběrnici hodnotu $\text{search_direction}=0$. Zařízení C přechází do čekajícího módu.
- Zařízení A je nalezeno s adresou ROM_NO '01' a je vybráno pro příjem příkazů.
- $\text{LastDiscrepancy} = \text{last_zero}$.

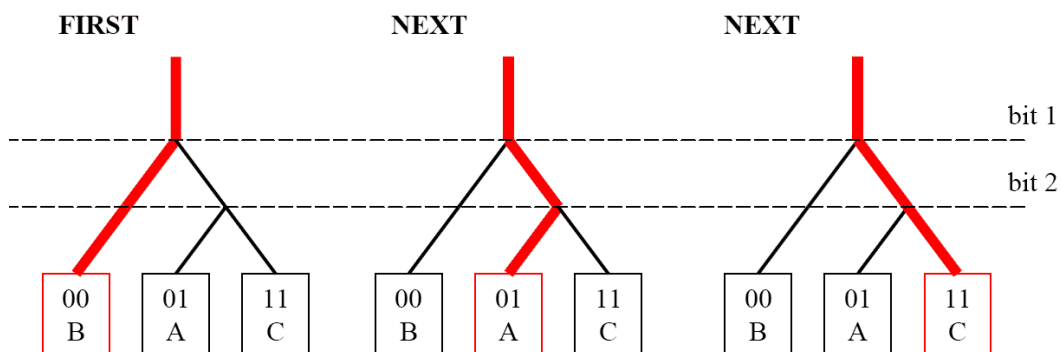
Krok č. 3 - NEXT

- Master vyšle RESET puls na sběrnici a čeká na PRESENCE puls. Pokud neobdrží odpověď na presence pulse, funkce končí.
- $\text{id_bit_number} = 1$, $\text{last_zero} = 0$.
- Master vyšle příkaz SEARCH (F0 hex).
- Master čte první bit $\text{id_bit} = 0$.
1 (Device A) AND 0 (Device B) AND 1 (Device C) = 0.
- Čtení doplňkového kódu k prvnímu bitu: $\text{cmp_id_bit} = 0$.
0 (Device A) AND 1 (Device B) AND 0 (Device C) = 0.
- Došlo k neshodě mezi $\text{id_bit}=0$ a $\text{cmp_id_bit}=0$.
- Protože je $\text{id_bit_number} < \text{LastDiscrepancy}$ nastaví se $\text{search_direction} = \text{ROM_NO}$ (first bit) = 1.

- Master vyšle hodnotu `search_direction = 1`, zařízení B přechází do čekacího módu.
- Navýšení `id_bit_number` na 2.
- Čtení druhého bitu: `id_bit = 0`.
 0 (Device A) AND 1 (Device C) = 0 .
- Čtení doplňkového kódu k druhému bitu: `cmp_id_bit = 0`.
 1 (Device A) AND 0 (Device C) = 0 .
- Došlo k neshodě mezi `id_bit=0` a `cmp_id_bit=0`.
- Protože je `id_bit_number = LastDiscrepancy`, nastaví se `search_direction = 1`.
- Master vyšle hodnotu `search_direction = 1`, zařízení A přechází do čekacího módu.
- Bylo zjištěno zařízení C s adresou `ROM_NO = '11'` a je vybráno pro další komunikaci.
- `LastDiscrepancy = last_zero` je 0 , tak `LastDeviceFlag = TRUE`

Krok č. 4 - NEXT

- `LastDeviceFlag` je `TRUE` a funkce prohledávání vrací hodnotu `FALSE`.
- `LastDiscrepancy = LastDeviceFlag = 0` – prohledávání je ukončeno.



Obr. č. 4: Ilustrace jednotlivých kroků vyhledávání zařízení

2.2 Přehled základních prvků 1-Wire a iButton

2.2.1 Řídící obvody

Firma Maxim Integrated Products dodává několik řídicích obvodů pro připojení sběrnice 1-Wire na jiný typ standardní sběrnice.

Přehled obvodů:

DS2482-100	pro sběrnici I2C – 1 port 1-Wire
DS2482-800	pro sběrnici I2C – 8 port 1-Wire
DS2490	pro USB port
DS1481	pro paralelní port (LPT)
DS2480B	pro sériový port (COM)

Obvody **DS2482-100** a **DS2482-800** umožňují připojení sběrnice 1-Wire na přímo sběrnici I²C. Podporuje komunikační rychlost I²C 100 kHz a 400 kHz a na 1-Wire přenosovou rychlost regular a overdrive. Obvod provádí obousměrnou konverzi mezi I²C MASTER a SLAVE zařízením na 1-Wire.

DS2490 slouží k připojení 1-Wire sběrnice k počítači pomocí USB portu. Podporuje přenosovou rychlost regular a overdrive. Na USB sběrnici podporuje rychlost 12 Mbps. Na obr. č. 5 je ukázka adaptéru s tímto obvodem.



Obr. č. 5: Adaptér DS9490R s obvodem DS2490 pro USB

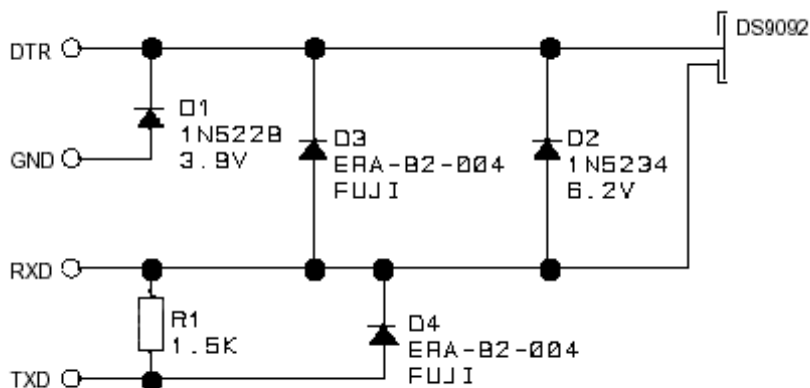
Pro připojení k paralelnímu portu počítače slouží obvod **DS1481**. Obvod již ale není vyráběn.

DS2480B je interface ze sériového portu na 1-Wire sběrnici. Obvod podporuje přenosovou rychlost regular a overdrive. Může být připojen přímo na 5 V RS232 port. Pro připojení na RS232C (± 12 V) vyžaduje obvod pro změnu úrovní z 5 V na ± 12 V. Na sériovém portu může DS2480B komunikovat přenosovou rychlostí 115,2 kbps, 57,6 kbps, 19,2 kbps obvod a 9,6 kbps, která je nastavena jako výchozí. Příklad adaptéru s tímto obvodem je uveden na obr. č. 6.



Obr. č. 6: Adaptér DS9097U-009 s obvodem DS2480B

Na obrázku č. 7. je uvedena jednoduchá náhrada za obvod DS2480 pro aplikace teploměrů na sběrnici 1-Wire.



Obr. č. 7: Pasivní adaptér sběrnice 1-Wire pro RS232

2.2.2 Obvody 1-Wire – Paměti

V této produktové řadě jsou nabízeny jak paměti, čítače a vypínače. V následující tabulce č. 3 je uveden přehled všech čipů. Následně budou popsány nejvíce používané.

Tabulka č. 3: Přehled paměťových obvodů

Označení	Popis	Typ
DS2401	Serial Number – pouze ROM číslo	ROM
DS2405	adresovatelný vypínač	ROM
DS2406	dvoukanálový adresovatelný vypínač s 1 kbit	EPROM
DS2408	8-kanálový adresovatelný vypínač	ROM
DS2411	pouze ROM číslo s napájením VCC	ROM
DS2413	dvoukanálový adresovatelný vypínač	ROM
DS2423	dvoukanálový čítač s 4 kbit RAM	SRAM
DS2430A	256 b EEPROM	EEPROM
DS2431	1 kb EEPROM	EEPROM
DS2432	1 kb SHA-1 chráněná EEPROM	EEPROM
DS2433	4 kb EEPROM	EEPROM
DS2502	1 kb EPROM	EPROM
DS2502-E64	IEEE EUI-64 Node Address Chip	EPROM
DS2502-UNW	1 kb EPROM s UniqueWare*	EPROM
DS2505	16 kb EPROM	EPROM
DS2505-UNW	16 kb EPROM s UniqueWare*	EPROM
DS2506	64 kb EPROM	EPROM
DS2506-UNW	64 kb EPROM s UniqueWare	EPROM
DS28E01-100	1 kb chráněná EEPROM s SHA-1	EEPROM
DS28E04-100	4096 B EEPROM	EEPROM

* UniqueWare - ROM kód je složen z 8 bitů family code, 36 bitů sériového čísla, 12 bitů UniqueWare identifikátor 5E7H a 8 bitů CRC.

DS2401 je obvod obsahující pouze ROM kód, kterým se identifikuje na sběrnici. Použití je např. jako identifikace modulů v zařízení.

Obvody **DS2405**, **DS2406** a **DS2408** lze použít pro dálkové ovládání zařízení (zapnutí akčního členu). Obvod **DS2408** lze použít pro ovládání LCD displaye přes 1-Wire sběrnici.

DS2423 je čítač se dvěma vstupy s 4096 bits SRAM. K nulování čítače dojde po opětovném připojení napájení.

2.2.3 Obvody 1-Wire - Teplotní senzory a termostaty

Kompaktní obvody pro měření teploty v zařízeních jsou dodávány v několika pouzdrech (TOC či pro SMD montáž). Přehled obvodů je uveden v tabulce č. 4. Obvody DS1822, DS18B20, DS18S20, DS1920 mají charakter certifikovaných měřicích prostředků.

Tabulka č. 4: Přehled teploměrů 1-Wire

Označení	Popis
DS1822	digitální teploměr s rozsahem od -55 °C do +125 °C, přesnost ± 2 °C od -10 °C do 85 °C
DS1822-PAR	digitální teploměr pro parazitní napájení s rozsahem od -55 °C do +100 °C, přesnost ± 2 °C od -10 °C do 85 °C
DS1825	Programovatelný digitální teploměr s 4 bit adresou, s rozsahem od -55 °C až +125 °C, přesnost $\pm 0,5$ °C od -10 °C do 85 °C
DS18B20	Precisní digitální teploměr s rozsahem od -55 °C do +125 °C, přesnost $\pm 0,5$ °C od -10 °C do 85 °C
DS18B20-PAR	Precisní digitální teploměr pro parazitní napájení s rozsahem od -55 °C až +100 °C, přesnost $\pm 0,5$ °C od -10 °C do 85 °C
DS18S20	digitální teploměr s rozsahem od -55 °C až +125 °C, přesnost $\pm 0,5$ °C od -10 °C do 85 °C
DS18S20-PAR	digitální teploměr pro parazitní napájení s rozsahem od -55 °C až +100 °C, přesnost $\pm 0,5$ °C od -10 °C do 85 °C
DS1821	digitální teploměr nebo samostatný termostat s rozsahem od -55 °C až +125 °C, přesnost ± 1 °C od 0 °C do 85 °C
DS28EA00	precisní digitální teploměr s rozsahem od -40 °C až +85 °C a přesností $\pm 0,5$ °C. Obsahuje teplotní senzor a teplotní vypínač.

2.2.4 Obvody 1-Wire - 4-kanálový AD převodník

Obvod **DS2450** obsahuje čtyři napěťové vstupy s vysokou impedancí. Uživatelsky nastavitelný rozsah 2,56 V nebo 5,12 V, rozlišení až 16 bitů a možností hlášení ALARM stavů. Napájecí napětí 5 V a nízká spotřeba 2,5 mW při měření a 25 μ W v klidu.

2.2.5 Obvody 1-Wire - Měřiče času a zdroje času

DS2422 integrovaný obvod obsahující snímač teploty, zdroj času (RTC), paměť 8 kB, rozhraní 1-Wire, sériové rozhraní pro externí AD převodník (bez převodníku funguje pouze jako dataloger teploty). Do paměti lze uložit 8192 záznamů v 8 bit rozlišení nebo 4096 záznamů při 16 bit. Interval měření lze nastavit v intervalu od 1 do 273 hodin.

Přesnost měření teploty je 0,5 °C (8 bit) nebo 0,0625 °C (11 bit). Data je možno chránit heslem. Pracovní teplota je od -40 °C do +85 °C, napájení 2,8 V do 3,6 V. Spotřeba je 1,2 μ A v čekacím módu a 350 μ A při činnosti.

DS2415 a DS2417 - Obvod slouží k uchování času v minimálním čipu. Rozlišení je 1 s a přesnost ± 2 min při 25 °C. Komunikační rychlost je 16,3 kbps. Napájecí napětí od 2,5 V do 5,5 V a spotřeba 200 nA. Pracovní teplota od -40 °C do +85 °C.

2.2.6 Obvody 1-Wire - Monitoring a ochrana baterií

Obvody slouží k monitoringu akumulátorů v různých zařízeních. Mohou měřit napětí článků, teplotu, prošlý náboj či množství akumulované energie. U obvodů určených pro akumulátory Li-Ion je obsažena ochrana proti úplnému vybití akumulátoru. V následující tabulce č. 5 je uveden přehled obvodů pro monitoring akumulátorů.

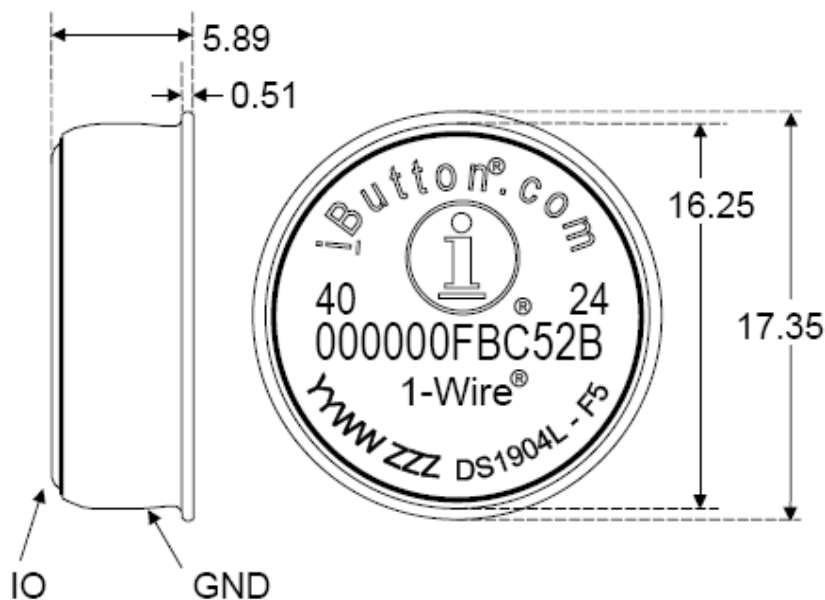
Tabulka č. 5: Obvody pro monitoring baterií

Označení	Popis	Typ podporovaných baterií	Paměť pro data (B)
DS2436	ID baterie, monitoring teploty a napětí	1-2 články Li-Ion 2-6 články NiMH	32 EEPROM, 8 SRAM
DS2438	ID baterie, monitoring teploty, napětí a proudu. Měření času.	1-2 články Li-Ion 2-6 článků NiMH	40 EEPROM
DS2720	Ochranný obvod pro Li-Ion akumulátor (nabíjení a vybíjení)	1 článek Li-Ion	8 EEPROM
DS2740	Precizní měření prošlého náboje	3 články NiMH 1 článek Li-Ion	
DS2751	Měření energie pro 1-článek Li-Ion nebo 3-články NiMH	3 články NiMH 1 článek Li-Ion	16 SRAM, 32 EEPROM
DS2756	Přesné měření energie akumulátorů s programovatelným Suspend Módem (odpojením akumulátoru)	3 články NiMH 1 článek Li-Ion	96 EEPROM, 8 SRAM
DS2760	Precizní monitor Li-Ion akumulátoru	1 článek Li-Ion	16 SRAM, 32 EEPROM
DS2761	Precizní monitorovací a ochranný obvod pro akumulátory Li-Ion	1 článek Li-Ion	16 SRAM, 32 EEPROM
DS2762	Monitorovací a ochranný obvod pro akumulátory Li-Ion	1 článek Li-Ion	16 SRAM, 32 EEPROM
DS2770	Obvod monitorující akumulátor a řídicí nabíjení	3 články NiMH 1 článek Li-Ion	40 EEPROM, 16 SRAM
DS2780	Nezávislý obvod pro měření energie akumulátoru	1-2 články Li-Ion	40 EEPROM
DS2781	Obvod měření energie akumulátorů	1-2 články Li-Ion	40 EEPROM

2.2.7 Obvody iButton - popis

Produkty iButton jsou kompaktní obvody komunikující po sběrnici 1-Wire. Jejich hlavní použití je u systémů řízení přístupu, a záznamu teploty při přepravě zboží (potravin).

Obvody jsou dodávány v odolném pouzdře ve dvou provedeních F3 a F5 - lišící se tloušťkou. Pouzdro F5 je zobrazeno na obr. č. 8.



Obr. č. 8: Pouzdro obvodů i-Button F5

2.2.8 Obvody iButton - RTC

DS1904 je obvod obsahující zdroj reálného času (RTC) s kalendářem v binárním formátu. Rozlišení času je 1 s. Přesnost času je lepší než ± 2 minuty za měsíc při teplotě $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pracovní teplota ke od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vnitřní baterie má udanou životnost přes 10 let při $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.9 Obvody iButton - paměti

Paměťové obvody iButton jsou nejčastěji používané u autorizačních systémů přístupu (např. odemykání zámků dveří, identifikace obsluhy stroje či počítačového programu, parkovací systémy ve městech). Data v paměti mohou být chráněna heslem. Přehled typů pamětí je uveden v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Přehled pamětí iButton:

Označení	Velikost paměti	Popis
DS1990A	64 bit	Obvod osakující pouze unikární 64 b ROM číslo
DS1961S	1 kbit	512 bit SHA-1 Engine, Five General-Purpose Read/Write Registers, Monetary, One 64 bit Write-Only Secret, Secure, Secure Hash Standard, Unique 64 bit Serial Number
DS1963S	4 kbit	512 bit SHA-1 Engine , Eight 32 bit Page-Write Cycle Counters , Eight 64-bit Write-Only Secrets , Monetary , Secure , Secure Coprocessor , Secure Hash Standard , Unique 64-bit Serial Number
DS1971	256 bit	EEPROM, General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number
DS1972	1 kbit	EEPROM, EPROM-emulation mode, General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number
DS1973	4 kbit	EEPROM, General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number
DS1977	32 kbit	EEPROM, General Purpose Memory, Password Protected, Unique 64 bit Serial Number
DS1982	1 kbit	Add Only, General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number
DS1982U	1 kbit	General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number, UniqueWare
DS1985	16 kbit	Add Only, General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number
DS1985U	16 kbit	General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number, UniqueWare
DS1986	64 kbit	Add Only, General Purpose Memory, Unique 64 bit Serial Number
DS1991	3 x 384 bit blocks	Password Protected, Secure, Secure Memory with 64 bit Password, Unique 64 bit Serial Number
DS1992	1 kbit	General Purpose Memory, NVRAM, Unique 64 bit Serial Number
DS1993	4 kbit	General Purpose Memory, NVRAM, Unique 64 bit Serial Number
DS1994	4 kbit	Alarms, Interval Timer, Power-Cycle Counter, Real-Time Clock, Unique 64 bit Serial Number
DS1995	16 kbit	General Purpose Memory, NVRAM, Unique 64 bit Serial Number
DS1996	64 kbit	General Purpose Memory, NVRAM, Unique 64 bit Serial Number

2.2.10 Obvody iButton - měření teploty a datalogery

V této skupině je k dispozici jeden teploměr a 6 datalogerů. Ty obsahují zdroj reálného času. Měření lze nastavit v intervalu 1-255 minut. Zaznamenává

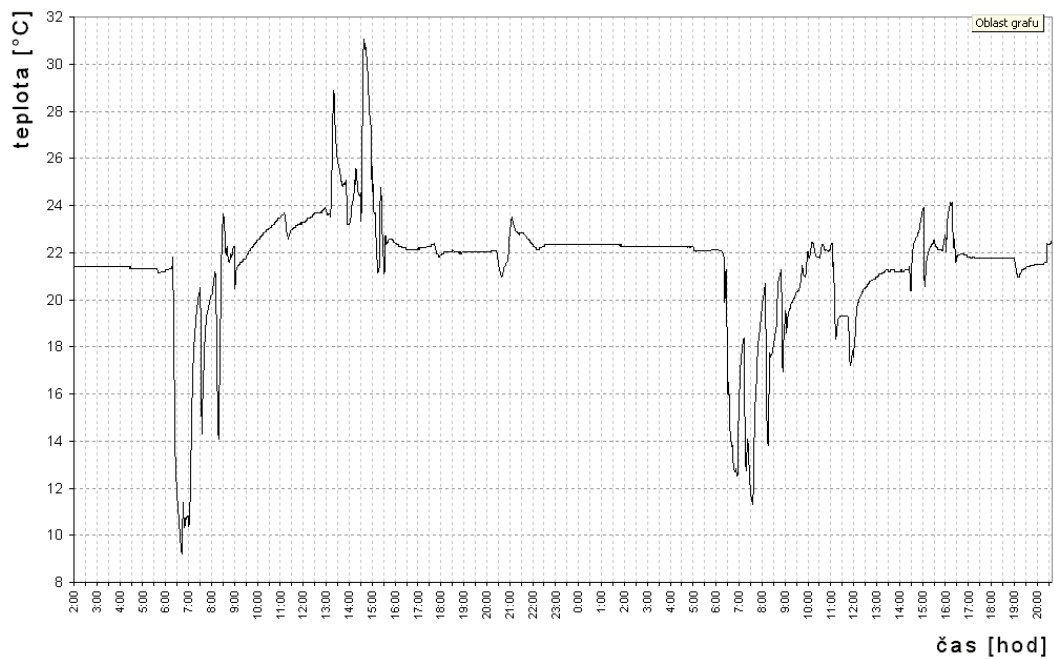
ALARM maximální a minimální teploty. Data mohou být chráněna SHA šifrováním. Vestavěné RTC a časovač mají přesnost ± 2 minut za měsíc. Napájení je zajištěno vestavěnou 3 V baterií.

Tabulka č. 7: Přehled obvodů iButton pro měření teploty

Označení	Velikost paměti	Popis	Měřený rozsah
DS1920	16 b EEPROM	Teploměr s přesností $\pm 0,5$ °C, 16 b paměť slouží pro uložení ALARM informace	-55 °C až 100 °C
DS1921G	4 kb NV SRAM	Dataloger teploty s přesností ± 1 °C	-40 °C až +85 °C
DS1921H	4 kb NV SRAM	Dataloger teploty s přesností ± 1 °C	+15 °C až +46 °C
DS1921Z	4 kb NV SRAM	Dataloger teploty s přesností ± 1 °C	-5 °C až +26 °C
DS1922L	8 kB NV SRAM	Dataloger teploty s přesností $\pm 0,5$ °C	-40 °C až +85 °C
DS1922T	8 kB NV SRAM	Dataloger teploty s přesností $\pm 0,5$ °C	0 °C až +125 °C
DS1923	8 kB NV SRAM	Dataloger teploty s přesností $\pm 0,5$ °C a vlhkosti ± 1 %	-20 °C až +85 °C od 0 % do 100 %



Obr. č. 9: Vnitřní uspořádání datalogeru teploty a vlhkosti DS1923

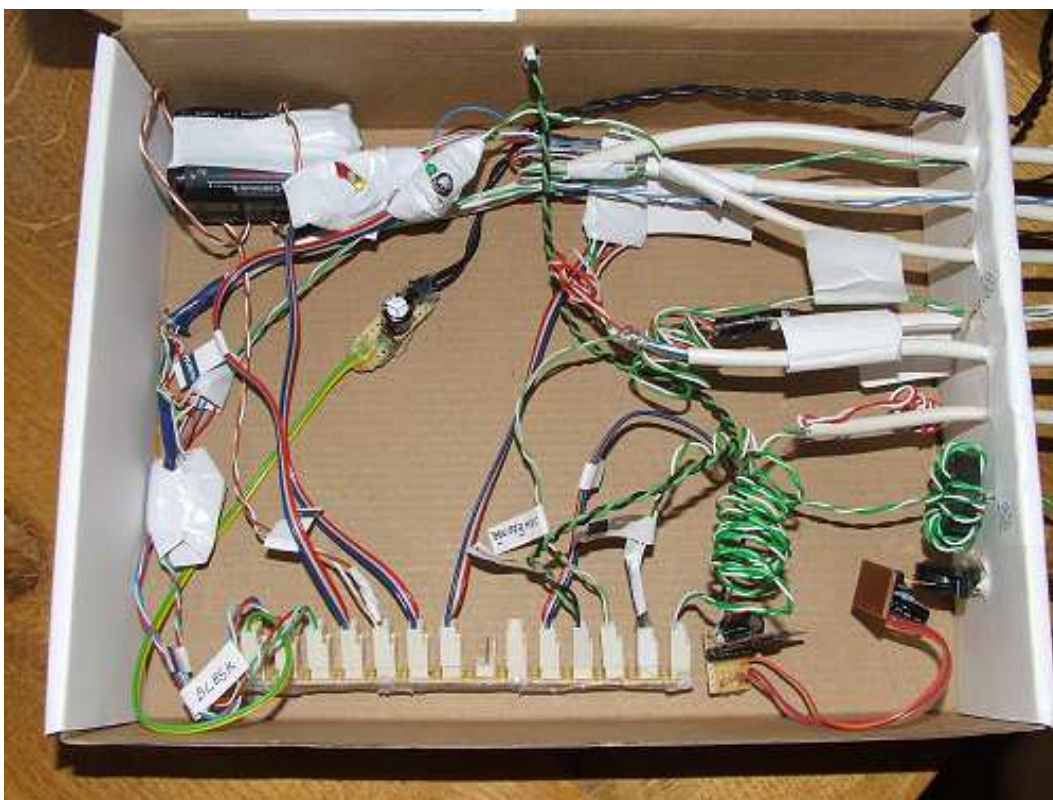


Obr. č. 10: Ukázka grafu teploty pořízeného pomocí datalogeru DS1923

3 Meteorologická stanice

3.1 Popis stanice

Meteorologická stanice je umístěna na okraji města Písek v nadmořské výšce 412 m n.m. Měření pro archivaci probíhá každou celou hodinu. Čas měření je udáván v středoevropském čase (UTC+1 hod.) odpovídající místnímu slunečnímu času. Měření rychlosti větru je prováděno každých 15 minut vždy v 10, 25, 40 a 55 minutě. Pro zobrazení aktuální teploty na internetových stránkách je teplota měřena každých 5 minut, aby byla informace co nejaktuálnější (v ranních hodinách docházelo ke značnému rozdílu aktuální teploty a zobrazované teploty na stránkách).



Obr. č. 11: Centrální část meteorologické stanice s přívody kabelů od čidel připojených na převodníky a čítače propojených na sběrnici s datovým vodičem a napájením

3.1.1 Umístění čidel

Čidlo venkovní teploty a vlhkosti je umístěno na zahradě 2 m nad okolním terénem v radiačním krytu. Čidlo rychlosti a směru větru je umístěno 2 m nad hřebenem střechy budovy vysoké 11 m. Vzhledem k městské zástavbě a poloze domu ve svahu 50 m od lesa, dochází k nárazovému větru. V meteorologii se měří rychlost větru ve výšce 10 m nad travnatým povrchem. Na stožáru je také umístěno čidlo slunečního osvětlení. Srážkoměry jsou umístěny na komíně na střeše budovy (v zimním období teplý kouř z komína ohřívá srážkoměr a ten měří srážky i za mrazu).

V meteorologii jsou základní pravidla pro umístění stanice následující: Stanice nesmí být v bezprostřední blízkosti velkých staveb, vysokých stromů, okolí by mělo být dostatečně volné, do 25 m od středu pozemku žádné překážky vyšší 2 m, vzdálenosti překážek od středu by měly nejméně 4x převyšovat jejich vlastní výšku. Rychlost a směr větru se měří v 10 m nad okolním terénem. Tyto pravidla nešlo při konstrukci stanice zcela dodržet pro nevhodný okolní terén a zástavbu.



Obr. č. 12: Fotografie stožáru s čidly rychlosti a směru větru a slunečního osvětlení

3.2 Popis měřících prvků

3.2.1 Měření teploty

Pro měření teploty je použito čidlo DS1820 v zapojení pro parazitní napájení po sběrnici. Použité čidlo má udanou přesnost měření $\pm 0,5$ °C. Data jsou z čidla načítány přímo a nejsou nijak upravována.

Pro měření venkovní teploty je důležité umístění čidla. Zcela nevhodné je umístění na stěnu budovy, kdy je měřená teplota ovlivněna tepelnými ztrátami budovy. Dle pokusů byl v zimě při venkovní teplotě kolem -5 °C zjištěn rozdíl teploty 3 °C při umístění čidla 5 a 20 cm od budovy. Umístění čidla bylo tedy zvoleno na zahradě co nejdále od budov a 2 m nad okolním terénem. Velmi důležité je opatřit teploměr radiačním krytem, který ochrání čidlo před slunečním zářením, aby nedošlo k ovlivnění měření.



Obr. č. 13: Detail radiačního krytu, uvnitř čidlo venkovní teploty a vlhkosti

3.2.2 Měření vlhkosti

Venkovní vlhkost je měřena pomocí datalogeru iButton DS1923 v režimu přímého měření. Čidlo je umístěno v radiálním krytu spolu s čidlem venkovní teploty.

Pracovní oblast vlhkoměru je od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hodnota vlhkosti, kterou udává obvod DS1923, je platná pro teplotu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro jiné hodnoty je nutné provést teplotní kompenzaci dle následujícího vzorce (1).

$$HT_{corr} = \frac{H_{corr} \cdot K + \alpha \cdot (T - 25) - \beta \cdot (T - 25)^2}{K + \gamma \cdot (T - 25) - \delta \cdot (T - 25)^2} \quad (1)$$

HT_{corr}	kompenzovaná vlhkost	
H_{corr}	změřená vlhkost z čidla	
T	teplota vzduchu v době měření	[$^{\circ}\text{C}$]
K	konverzní konstanta senzoru	$30,7 \cdot 10^{-3}$
α	lineární kompenzace	$3,5 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
β	kvadratická kompenzace	$43 \cdot 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$
γ	lineární kompenzace pro	$T > 15\text{ }^{\circ}\text{C}$: $1 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $T < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$: $-5 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
δ	kvadratická kompenzace	$2 \cdot 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$

3.2.3 Měření tlaku

K měření absolutního tlaku je použito čidlo MPX4115A firmy Freescale Semiconductor, Inc. připojené na AD převodník DS2438.

Obvod MPX4115A měří tlak v rozmezí 15 až 115 kPa s výstupním napětím 0,2 V až 4,8 V. MPX4115A používá pro měření vlastní referenční vakuum.

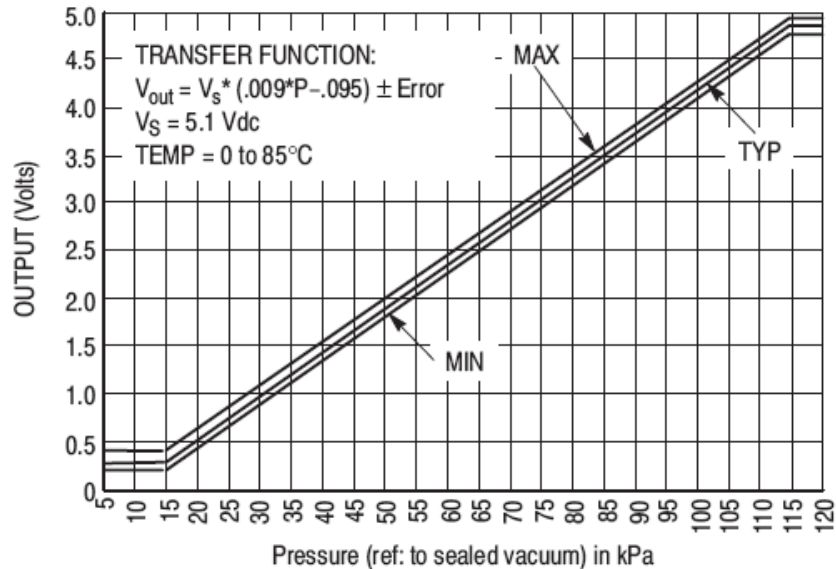
Pro výpočet tlaku z hodnoty napětí na výstupu čidla MPX4115A je použito vztahu (2).

$$p = \frac{U + 0,095 \cdot U_{nap}}{0,009 \cdot U_{nap}} \quad (2)$$

p tlak [kPa]

U napětí na výstupu MPX4115A [V]

U_{nap} napájecí napětí [V]



Obr. č. 14: Graf pro převod měřeného tlaku na výstupní napětí z čidla MPX4115A

Změřený tlak je nutné přepočítat na hladinu moře. Pro výpočet je použita Barometrická rovnice (3):

$$p_0 = p \cdot e^{\frac{g \cdot H}{287 \cdot T}} \quad (3)$$

p_0 tlak redukováný na hladinu moře [hPa]

p absolutní tlak měřený na stanici [hPa]

H nadmořská výška tlakoměru [m]

T průměrná termodynamická teplota vrstvy vzduchu [K]

$$T = 273 + t + 0,0025 \cdot H$$

t teplota vzduchu na meteorologické stanici [°C]

g tíhové zrychlení $9,80665 \text{ m/s}^2$

3.2.4 Sluneční osvit

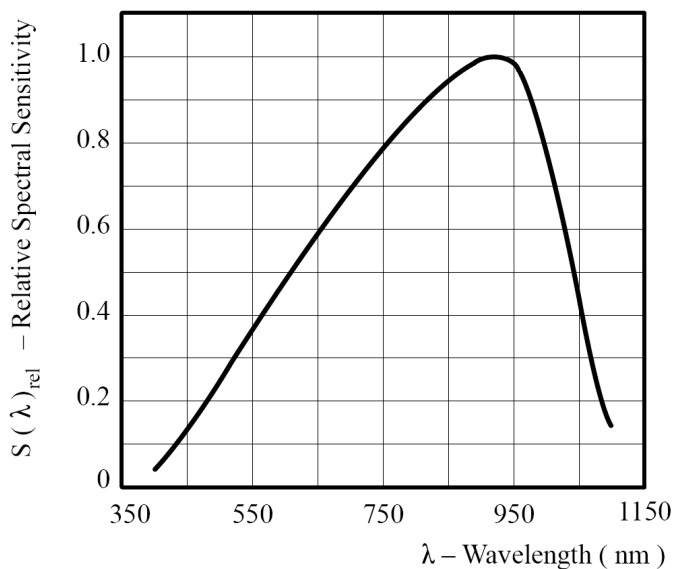
K měření intenzity slunečního osvitu je použita fotodioda BPW34 a AD převodník DS2450.

Fotodioda BPW34 umístěná pod krytech z bílého plastu. Proud procházející fotodiódou je úměrný intenzitě dopadajícího světla a prochází přes měřicí rezistor, z kterého je měřeno napětí AD převodníkem. Spektrální citlivost fotodiody je znázorněna na obr. č. 15.

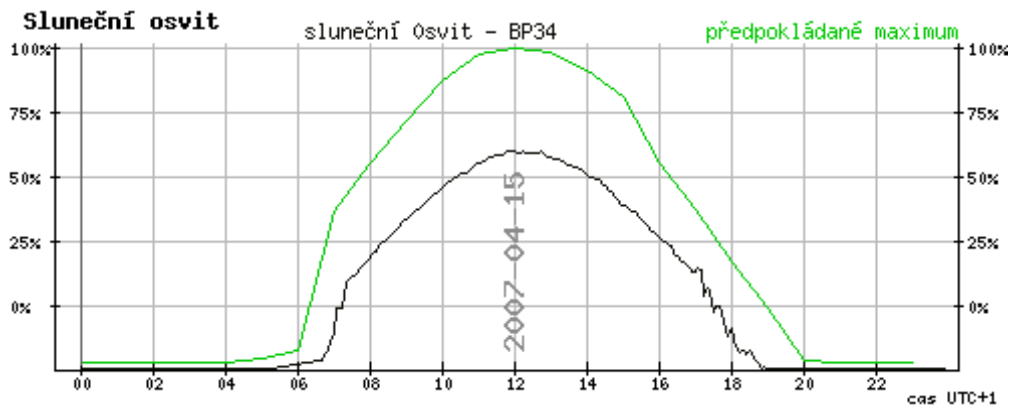
Při prvních pokusech měření byl použit fotovoltaický článek SANYO AM-1417. Jeho nevýhodou je nelinearita výstupního napětí na intenzitě slunečního osvitu a proto údaje z tohoto čidla nejsou používány.

Údaj z těchto čidel je orientační, není nijak kalibrován. Pro prezentaci je použita jeho procentní úroveň oproti dlouhodobému maximu.

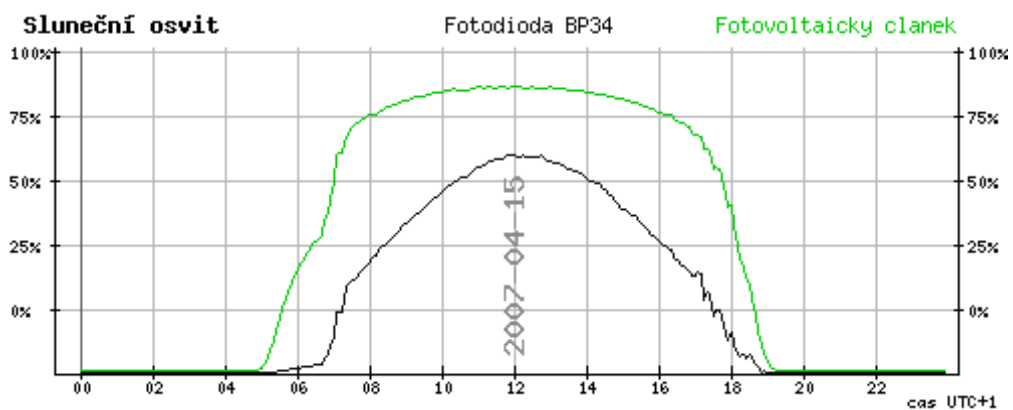
Na obr. č. 16 je ukázka grafu osvitu z fotodiody a dlouhodobému maximu osvitu. Na obr. č. 17 je porovnání průběhů osvitu z fotodiody a fotovoltaického článku při jasném dni a při průchodu oblačnosti.



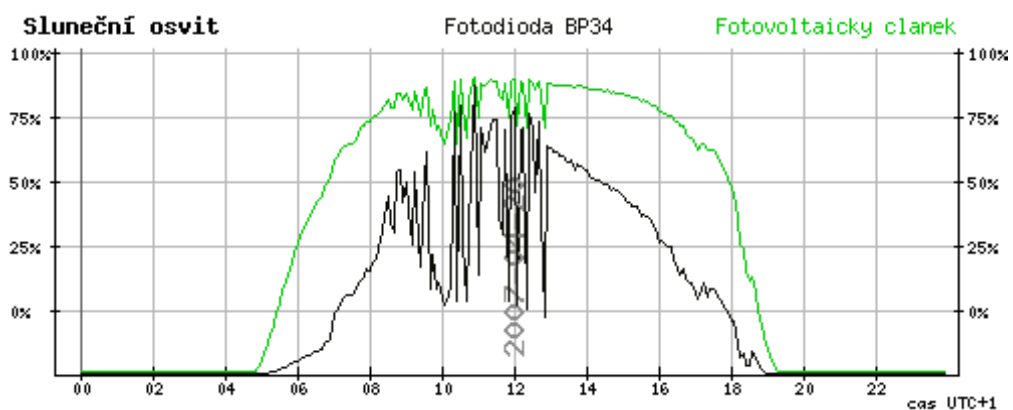
Obr. č. 15: Graf relativní citlivosti na vlnové délce fotodiody BPW34



Obr. č. 16: Sluneční osvit za jasného dne a předpokládané maximum

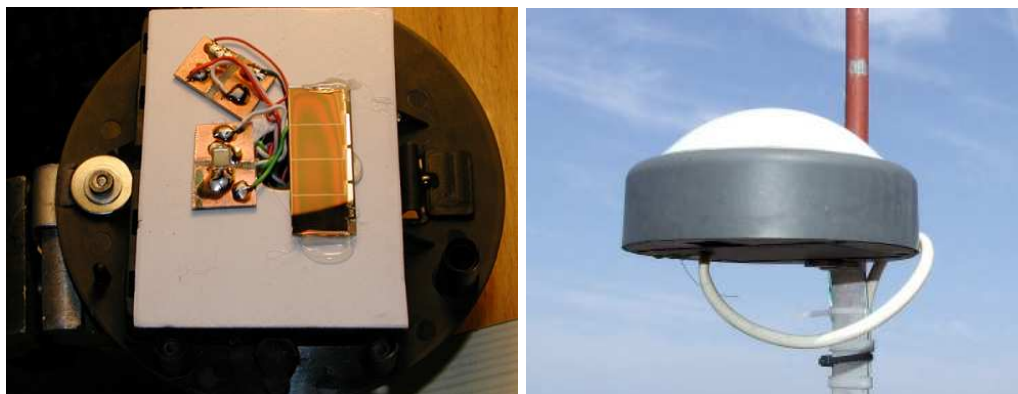


a) jasná obloha



b) při přechodu mraků

Obr. č. 17: Porovnání výstupu z fotovoltaického článku a fotodiody

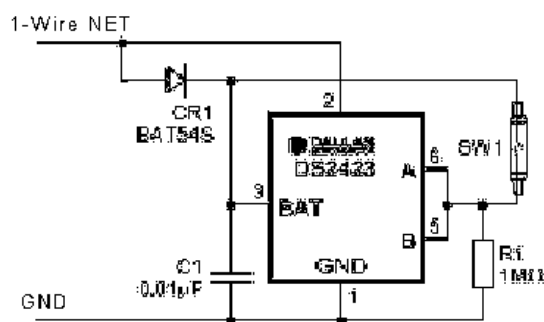


Obr. č. 18: Detail vnitřního uspořádání čidla s fotodiódou a fotovoltaickým článkem v čidle a čidlo na stožáru

3.2.5 Rychlost větru

Pro měření rychlosti větru je použito konstrukce trojramenného Robinsonova kříže, jehož otáčky jsou registrovány pomocí jazýčkového kontaktu reagující na malý magnet upevněný na rotační části. Pro načítání impulsů je použito čítače DS2423. Schéma zapojení obvodu je na obr. č. 19.

Měření probíhá v 15 min intervalech a hodnota udává průměrnou rychlost větru za toto období.



Obr. č. 19: Schéma zapojení čítače DS2423

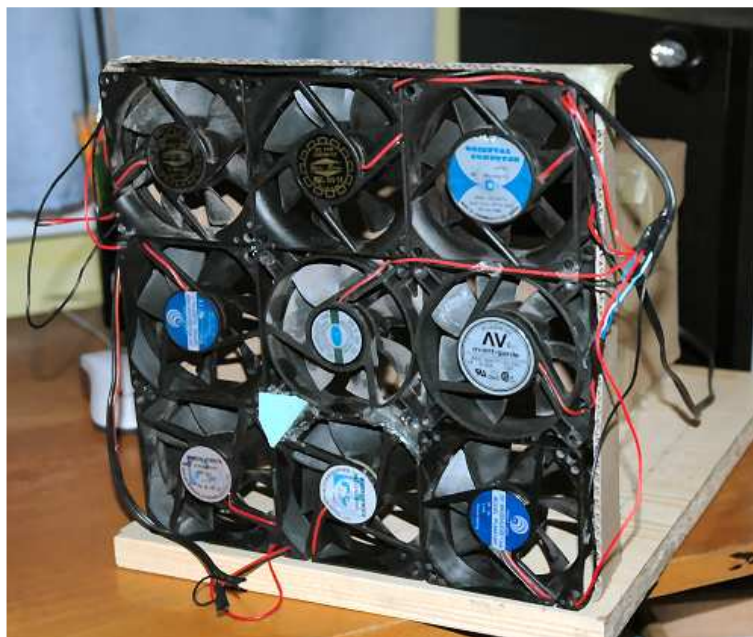


Obr. č. 20: Fotografie anemometru

Kalibrace anemometru byla provedena aerodynamickém tunelu. Fotografie tunelu použitého při kalibraci je na obr. č. 21 a 22. Pro změření rychlosti proudění vzduchu v tunelu bylo použito anemometru AM 4204 (senzor je skleněný termistor ochlazovaný proudícím vzduchem, rozsah: 0,2 až 20 m/s s přesností $\pm(3\%+1)$ čtení).

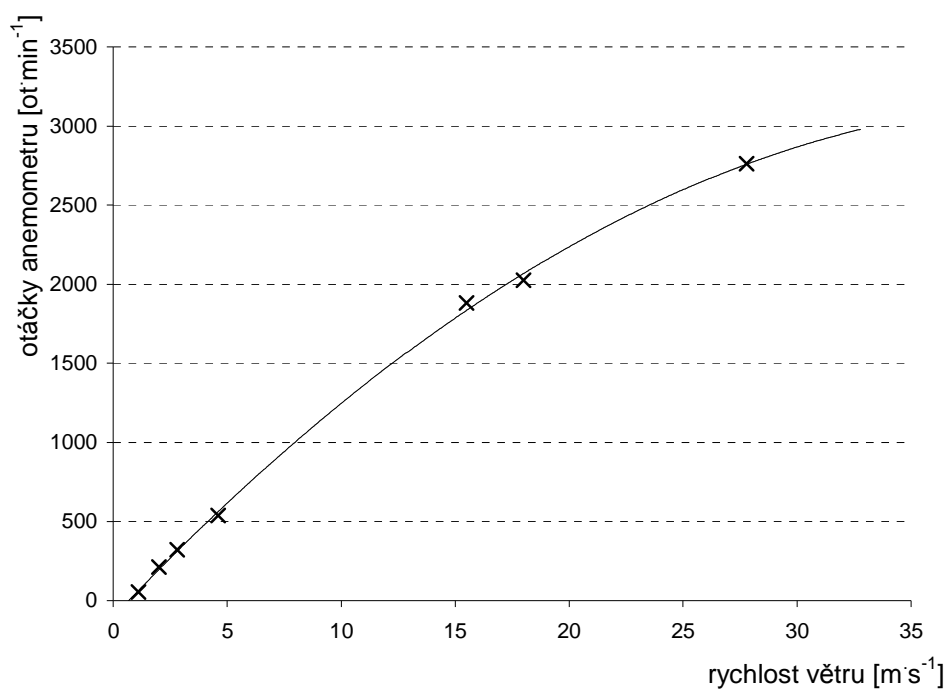


Obr. č. 21: Detail kalibrace anemometru

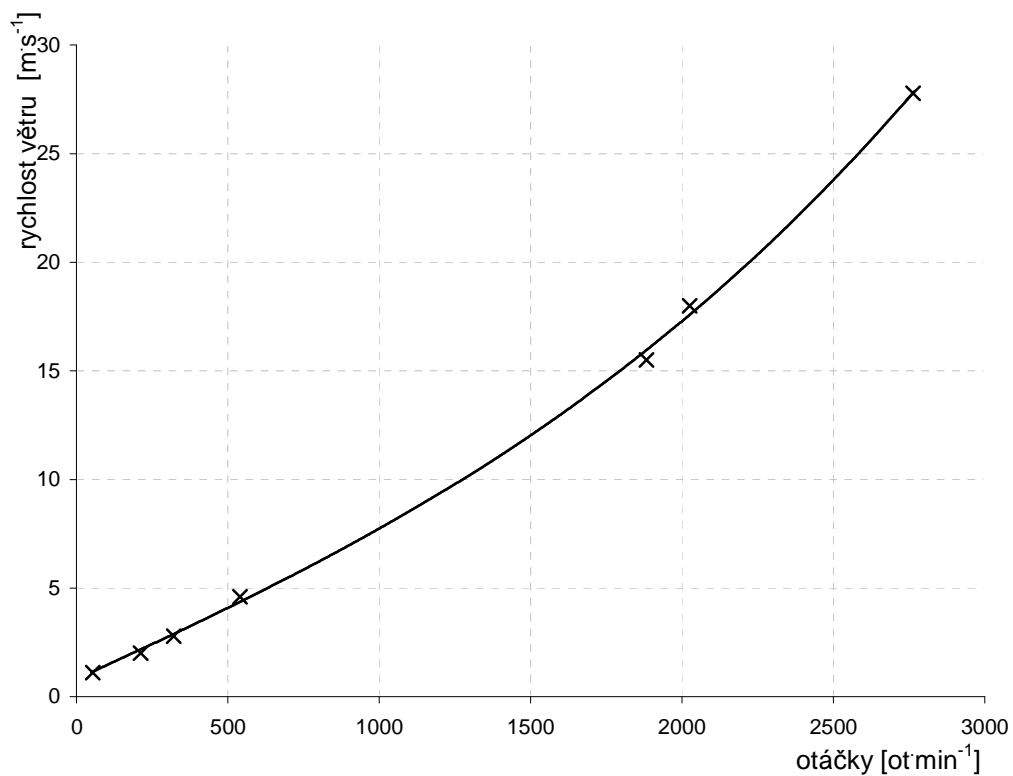


Obr. č. 22: Detail ventilátorů v sací části tunelu při kalibraci anemometru

Bylo změřeno několik hodnot, které byly v grafu proloženy regresní křivkou. Graf je zobrazen na obr. č. 23. Na obr. č. 24 je graf použitý pro získání regresní funkce. Funkce regrese je použita k výpočtu rychlosti větru.



Obr. č. 23: Graf naměřených hodnot a proložení polynomem 2 stupně



Obr. č. 24: Graf s proložením pro výpočet rychlosti větru

Funkce pro výpočet rychlosti větru z regresní křivky (4):

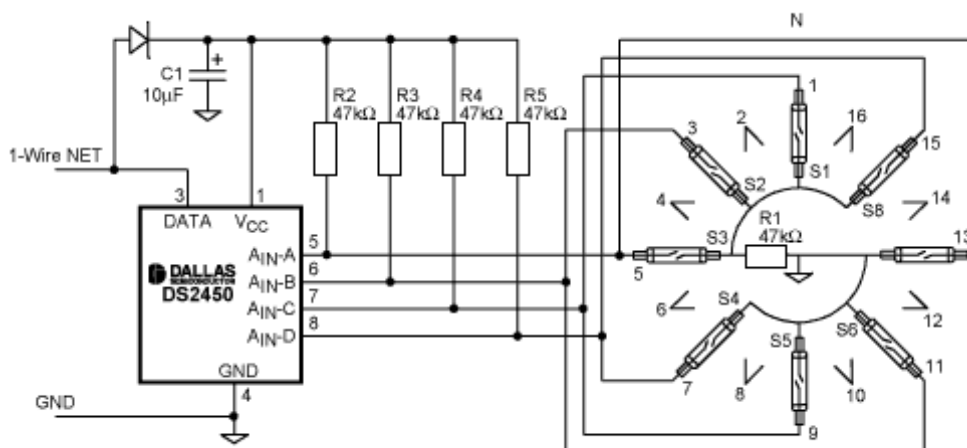
$$v_v = 4,8506 \cdot 10^{-10} \cdot ot^3 - 0,32274 \cdot 10^{-6} \cdot ot^2 + 7,0188 \cdot 10^{-3} \cdot ot + 0,64792 \quad (4)$$

v_v vypočtená rychlost větru [m·s⁻²]

ot otáčky [ot·min⁻¹]

3.2.6 Směr větru

K určení směru větru je použita otočná růžice s magnetem. Statická část obsahuje 8 jazýčkových kontaktů rozmístěných po 45° a připojených na obvod DS2450. Směr je kódován dvěmi úrovněmi napětí na 4 vodičích připojených na vstupu obvodu DS2450. Schéma zapojení je na obr. č. 25.



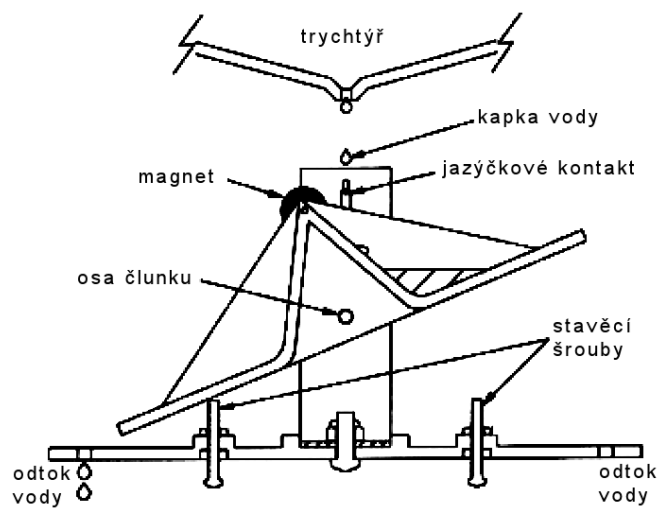
Obr. č. 25: Schéma zapojení obvodu pro zjištění směru větru



Obr. č. 26: Korouhev pro určení směru větru

3.2.7 Měření srážek

Srážkoměr je zkonstruován jako bistabilní člunek, který se po naplnění nádržky překlopí a začíná se plnit druhá nádržka. Minimální měřené množství a krok měření je závislý na konstrukci člunku a nepřímo na ploše sběrného trychtýře. Schématické uspořádání srážkoměru je znázorněno na obr. č. 27. Překlopení člunku je detekováno pohybem magnetu na člunku, který krátkodobě sepne jazýčkové relé připojené k čítači DS2423. Parametry srážkoměru jsou uvedeny v tabulce č. 8.



Obr. č. 27: Schématické uspořádání srážkoměru



Obr. č. 28: Fotografie člunku srážkoměru



Obr. č. 29: Srážkoměry umístěné na komínu domu

Kalibrace byla prováděna změřením počtu pulsů při pomalém protečení 2 l vody. Voda musí protékat pomalu, aby nedošlo k chybě měření (při velkém průtoku by bylo registrováno méně impulsů).

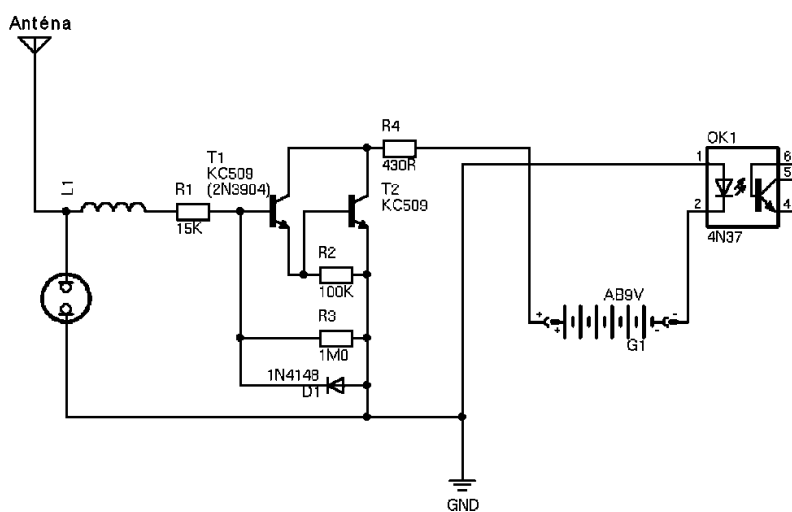
Tabulka č. 8: Parametry srážkoměrů

Průměr trychtýře	Plocha trychtýře	Srážky
130 mm	0,013 m ²	0,21 mm·impuls ⁻¹
240 mm	0,045 m ²	0,06 mm·impuls ⁻¹

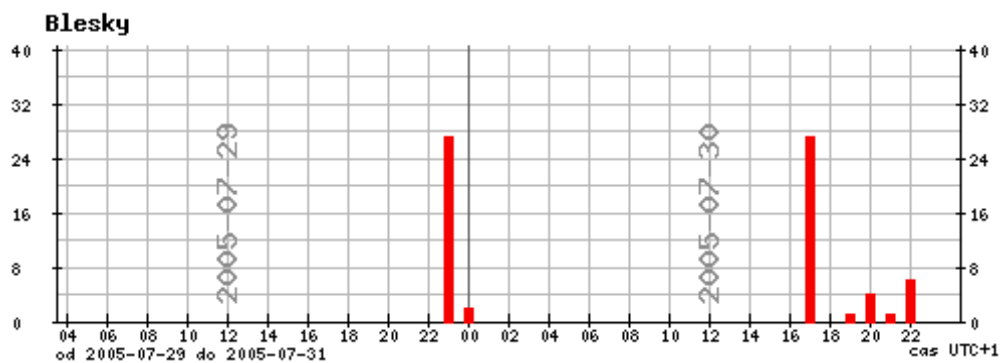
3.2.8 Blesky

Pro detekci blesků je použit širokopásmový přijímač reagující na impulsy elektromagnetického pole. Výstup z přijímače je přes optočlen připojen k čítači DS2423. Detektor reaguje na blesky jen v blízkém okolí a nelze tedy použít k varování před blížící se bouřkou.

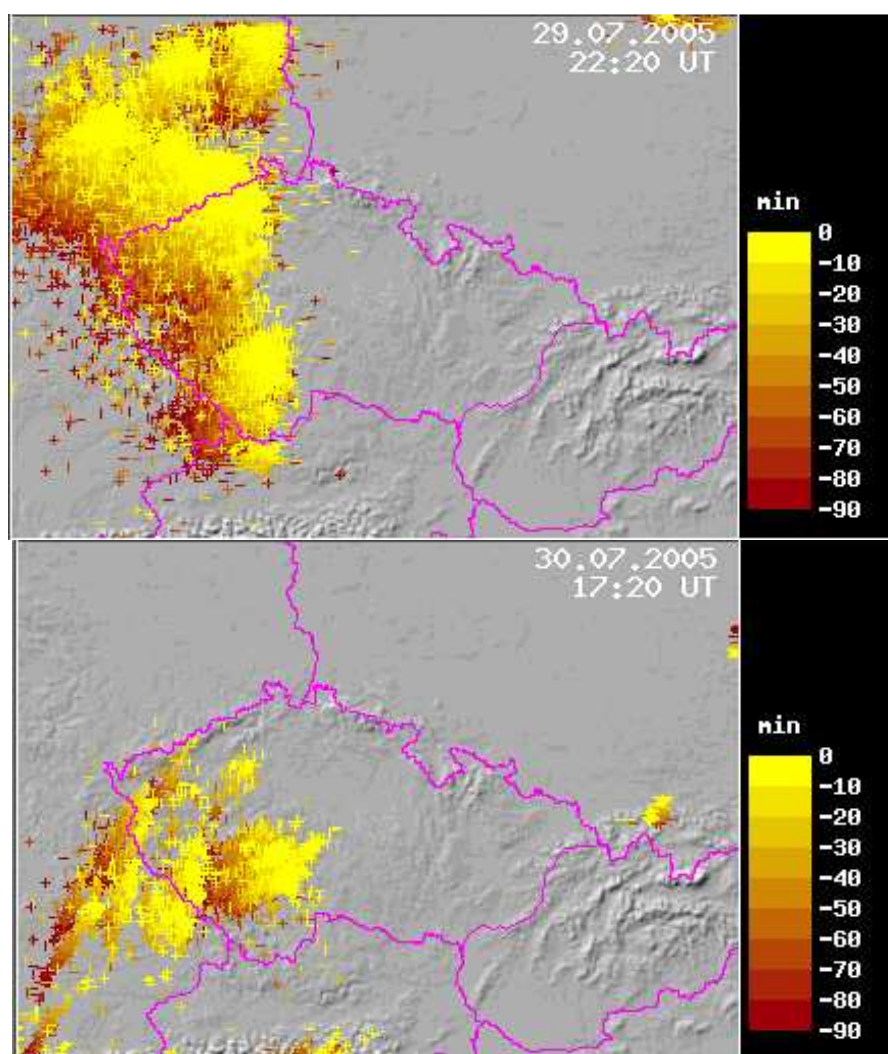
Schéma zapojení je uvedeno na obr. 30. Jako jiskřiště u přijímače je použita doutnavka a zem je připojena z důvodu bezpečnosti na hromosvod. Přijímač je napájen z 9 V baterie a galvanicky oddělen od čítače a sběrnice 1-Wire optočlenem. Srovnání počtu detekovaných blesků s informacemi z meteoradatu je na obr. č. 31 a 32.



Obr. č. 30: Schéma zapojení detektoru blesků



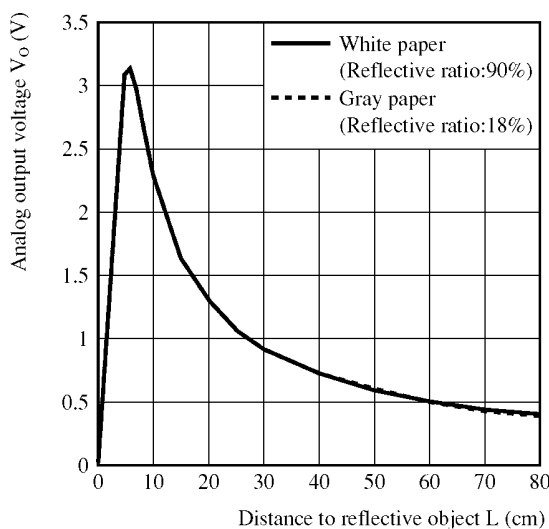
Obr. č. 31: Detekované blesky dne 29. 7. 2005 a 30. 7. 2005



Obr. č. 32: Výskyt blesků 29. a 30. července 2005 (zdroj: ČHMI)

3.2.9 Měření výšky sněhu

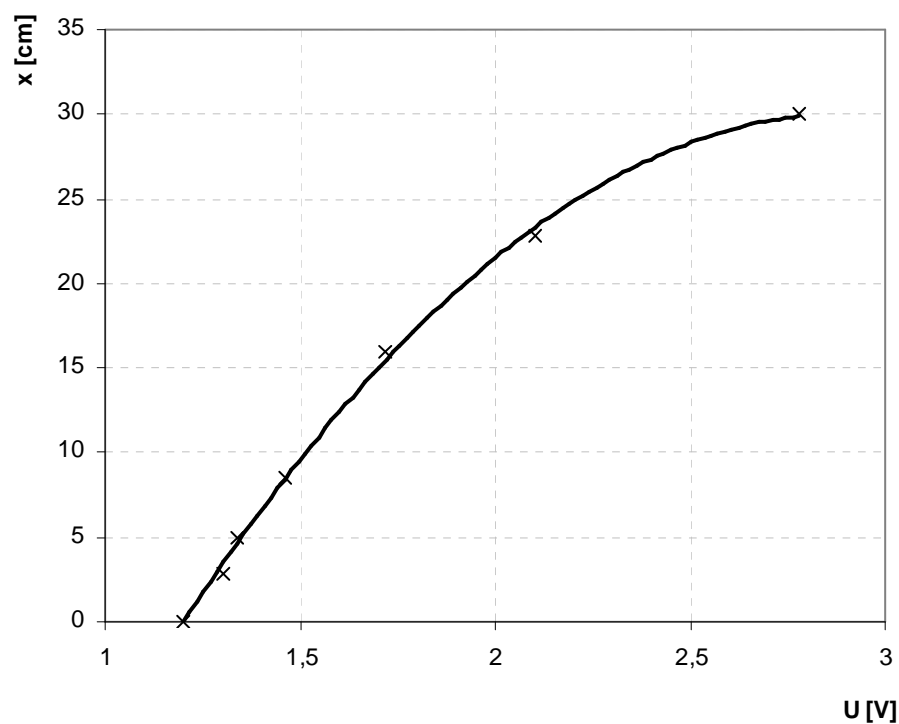
Výška sněhové pokrývky je zjišťována pomocí dálkoměru infračerveného SHARP GP2Y0A21. Závislost výstupního napětí dálkoměru je na obr. č. 33. Čidlo je umístěno na kovovém ráhnu 50 cm nad podkladovou deskou sloužící i jako stojan. Kalibrace byla provedena měřením napětí AD převodníkem pro různé výšky bílého papíru nad podložkou. Naměřené hodnoty jsou znázorněny v grafu na obr. č. 35. Z tohoto grafu byla odečtena regresní křivka použitá pro výpočet výšky sněhu. Funkce je uvedena ve vzorci (5). Měření výšky sněhu zatím nebylo možné pro nedostatek sněhových srážek tuto zimu.



Obr. č. 33: Závislost výstupního napětí čidla GP2Y0A21 na vzdálenosti objektu od čidla



Obr. č. 34: Snímek sněhoměru bez ochranného krytu senzoru



Obr. č. 35: Graf naměřených hodnot napětí a výšky sněhu při kalibraci

Převodní funkce pro výpočet výšky sněhu na napětí z čidla:

$$x = -10,254 \cdot U^2 + 59,757 \cdot U - 56,978 \quad (5)$$

x výška sněhu [cm]

U výstupní napětí ze senzoru [V]

3.3 Zpracování naměřených dat v počítači

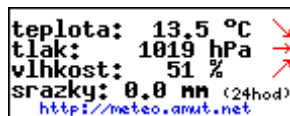
3.3.1 Software

Pravidelné spouštění měření je provedeno pomocí programu CRON, který v intervalech pouští skripty v PHP. Skript vždy vyvolá externí program, který načte data z daného typu 1-Wire zařízení a uloží do textového souboru. Programy pro čtení dat z prvků 1-Wire byly vytvořeny modifikací zdrojových kódů ve Visual C++ poskytovaných výrobcem. PHP skript následně zpracuje a hodnoty odešle do MySQL databáze, kde jsou naměřené údaje skladovány.

Prezentace dat je provedena pomocí WWW serveru Apache s PHP. Pro prezentaci údajů byl vytvořen vlastní kód pro generování grafů. Informace z meteorologické stanice jsou přístupné na webových stránkách na adrese <http://meteo.amut.net>, kde je k dispozici přehled aktuálního počasí, archiv naměřených dat od roku 2004, statistika maximálních a minimálních teplot.

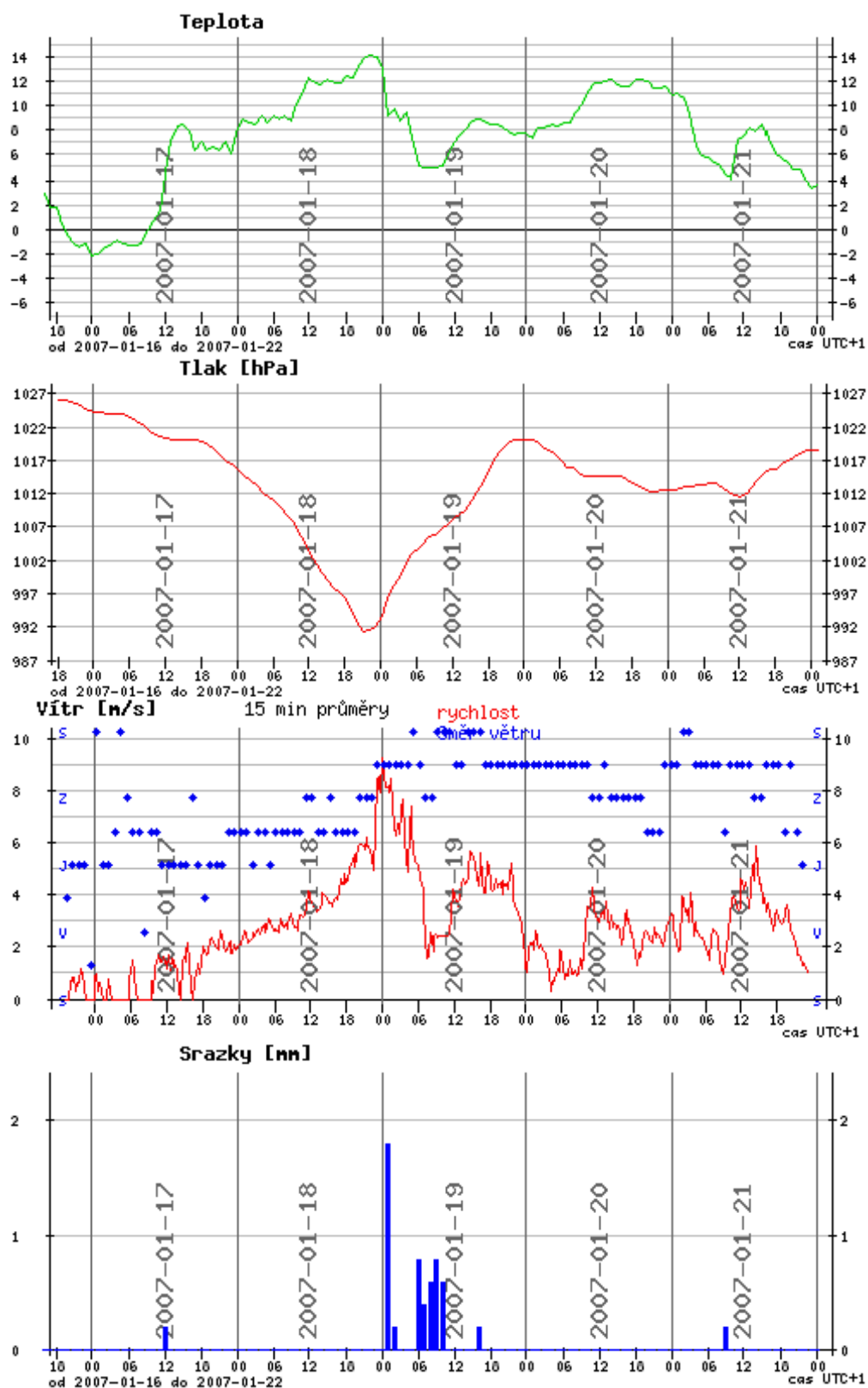
Dalším výstupem je malý banner s přehledem o aktuálním počasí, který je poskytnut ke zveřejnění na WWW stránkách (obr. č. 36). Posledním výstupem je textový údaj aktuální teploty pro použití v různých aplikacích (např. rozšíření do prohlížeče Firefox a Java aplikace pro mobilní telefony - autorem těchto aplikací je Václav Marek).

Na následujícím obr. č. 37 je ukázka informací o aktuálním počasí na internetových stránkách. Na obr. č. 38 je znázorněná průměrná denní teplota za posledních dva a půl roku. Na obr. č. 39 je ukázka grafů z přechodu orkánu „Kyril“ přes meteorologickou stanici v Písku.



```
teplota: 13.5 °C  
tlak: 1019 hPa  
vlhkost: 51 %  
srazky: 0.0 mm (24hod)  
http://meteo.amut.net
```

Obr. č. 36: Ukázka banneru s aktuálním počasím



Obr. č. 39: Grafy teploty, tlaku, rychlosti větru a dešťových srážek z přechodu orkánu „Kyril“ v noci z 18. 1. 2007

4 Závěr

Diplomová práce seznamuje s jednoduchou sběrnicí a jejími prvky. V praktické části byla zkonstruována meteorologická stanice. Měření z této stanice informuje na WWW stránkách o aktuálním počasí v Písku. Na WWW stránkách je také umístěna webová kamera s pohledem na oblohu nad Pískem umožňující ucelený přehled o počasí.

Z návštěvnosti stránek s aktuálními informacemi o počasí lze usoudit, že projekt meteorologické stanice s online distribucí dat je úspěšný. Průměrná návštěvnost WWW stránky s aktuálním počasím je 100 přístupů za den.

Z došlých ohlasů na použití dat z meteorologické stanice zmíním: přehled o aktuální povětrnostní situaci nad Pískem pro pilota letadla při letu na místní letiště, sledování klimatické náročnosti daného období (ve vztahu k vytápění).

5 Literatura

Použitá literatura

Kosek Jiří: *PHP Tvorba interaktivních internetových aplikací*, Grada , 1999

Prokop Marek: *CSS kaskádové styly pro webdesignéry*, CP Books, 2005

Zdroje

http://www.maxim-ic.com/an_prodtype2.cfm/prodtype/21

<http://www.maxim-ic.com/1-Wire.cfm>

<http://www.maxim-ic.com/products/ibutton>

<http://www.howmuchsnow.com/snow/>

<http://www.digitemp.com/>

<http://www.root.cz/clanky/nejjednodussi-online-teplomer-2/>

<http://home.nycap.rr.com/nafis/solar/>

<http://www.sensorsmag.com/articles/0501/34/main.shtml>

http://www.hobby-boards.com/catalog/howto_contents.php

<http://www.hw.cz/Teorie-a-praxe/ART1696-Co-je-to-iButton.html>

<http://www.snainstruments.com/cze/robotics/sensors.php>

http://www.hw.cz/software/teplomer_pc/teplomer_c160.html

<http://www.meteorologie.unas.cz/forum/index.php>