
Technický popis Automatického vypouštěče meteorologických balónů

Eva Pomíchalová

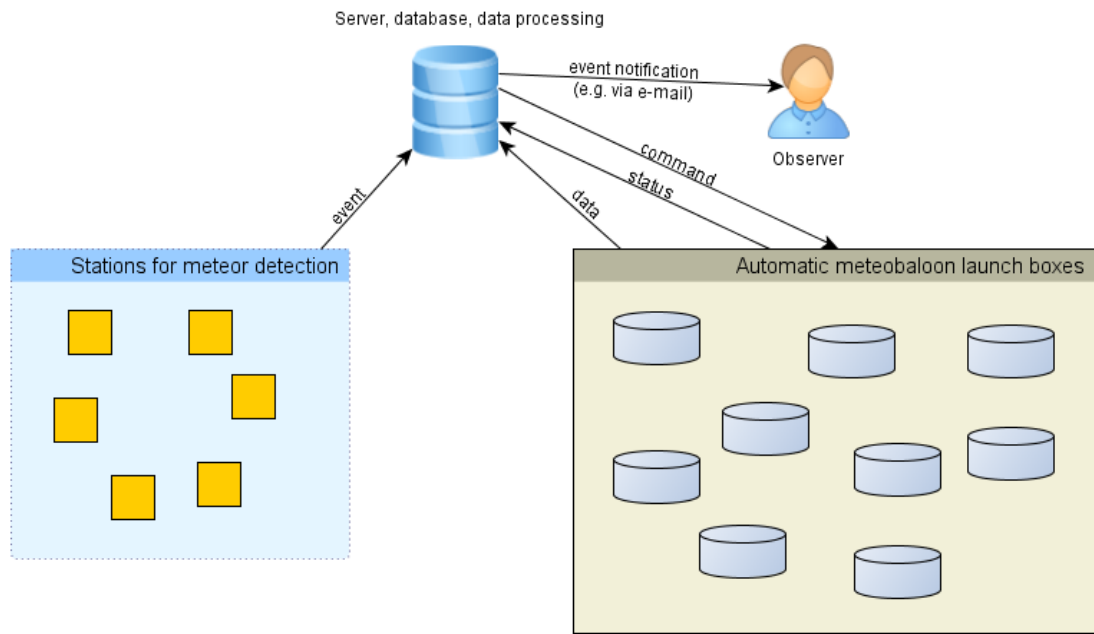
18. dubna 2013

Abstrakt

Cílem tohoto projektu je vytvořit analýzu funkčních řešení, na jejichž základě bude možné v budoucnu realizovat projekt Automatický vypouštěč meteobalónů (včetně vytvoření samotného meteobalónu). Z tohoto důvodu je tedy potřeba provést rešerši následujících problémů: již hotová řešení meteorologických balónů či jejich částí (elektronika, senzory, zdroje hélia, materiál balónu), možnosti bezdrátového přenosu dat z meteobalónu do pozemní stanice a omezení týkající se jednotlivých vysílacích pásem, návrh části se vzduchotechnikou, která bude automaticky plnit balón héliem a mechanismu jeho uzavření/zatavení a dále pak návrh konstrukce krytu vypouštěče s důrazem na možná řešení automatického otevírání jeho střechy. Součástí této fáze bude také, na základě provedených analýz, vytvoření funkčního prototypu mechaniky a jejího ovládání pro napouštění balónu a jeho následné uzavření.

Obsah

1 Automatický vypouštěč meteobalónů	4
1.1 Pozemní vypouštěcí box	5
1.1.1 Technické požadavky	5
1.2 Balónová sonda	6
1.2.1 Technické parametry	6
1.3 Řídící systém sítě	8
1.3.1 Zpracování dostupných dat	8
1.3.2 Rozhodovací proces	9
1.3.3 Správa systému	9



Obrázek 1: Schéma celé sítě

1 Automatický vypouštěč meteobalónů

Celý systém by měl být robotizovaným doplňkem sítě **radiových detektorů meteorů** [1], případně pak i její vizuální varianty (video pozorování ¹⁾ a bolidové kamery).

Účelem zařízení je zpřesnění odhadu trajektorie temné dráhy meteoritu v atmosféře zavedením korekcí na proudění vzduchových mas během letu. A tím v důsledku zmenšit plochu dopadové elipsy.

Údaje o proudech v atmosféře budou získány balónovou sondou vypuštěnou bezprostředně po detekci průletu bolidu atmosférou. Místo vypuštění balónové sondy by mělo být zvoleno automaticky na základě odhadu dráhy meteoru a známých souřadnic balónových sil v síti.

Důležitou součástí systému je plně robotizovaná vypouštěcí stanice (balónové silo), která umožní vypuštění sondy ze známých souřadnic bez zásahu lidské obsluhy. Vedlejším produktem takového vývoje bude zařízení schopné v budoucnu automatizovat i vypuštění klasických meteorologických **radiosond**.

1.1 Pozemní vypouštěcí box

Pozemní stanici balónové sítě bude tvořit kompaktní krabice obsahující techniku potřebnou k vypuštění balónové sondy. Zařízení musí být konstruováno tak, aby bylo schopné vydržet řádově několik roků v pohotovostním režimu, a čekat na příkaz k vypuštění sondy.

1.1.1 Technické požadavky

Většinu řídicí elektroniky lze složit z modulů [stavebnice MLAB](#)

Komunikace se sítí stanic

- Ethernet - modulem [ETH01A](#)
- RS232 - [RS232SINGLE01A](#)
- GSM (pro odlehlé oblasti)

Zároveň bude potřeba také vybavení pro příjem telemetrie z již vypuštěných radiosond ²⁾ z jiných stanic.

Tyto požadavky splňuje modul [STM32F10xRxT01A](#)

Napájení systému

- lokální (stand-alone) - Fotovoltaický panel
- Síťové napájení (síťový adaptér + UPS)

Diagnostika poruch

- Kontrola úspěšného startu (měření vztlaku balónu)
- Měření teplot, tlaku plynové náplně, průtoku média do balónu.
- Vlhkost uvnitř krabice (průsak a ztráta vodotěsnosti proražením víka a podobně)

Meteorologická data

- Základní meteorologická čidla (teplota, tlak, rychlost větru) - k určení možnosti startu. [AWS01B](#)
- GPS (pozice stanice a přesný čas) log reportu o startu. [GPS01A](#)

Mechanická konstrukce

- Svařovaná plastová bedna s odstranitelným víkem. Dostatečně těsná, aby nebyla zajímavá pro hlodavce a další havěť.
- Konstrukce navržená tak, aby umožnila vypouštění i současných profesionálních balónových sond.
- Aktivace mechanických prvků přepálením vlákna
- uzavření balónu zatavením hrdla

Akční členy Většina akčních členů by měla být konstruována s důrazem na maximální spolehlivost. Akční členy proto pravděpodobně budou pružiny s přepalovacími PE pojistkami (silonové vlákno, nebo stuha přepalovaná výkonovým rezistorem) ke spínání proudu do rezistorů může být využit modul [NFET4X01B](#)

Firmware

- Pozemní stanice by měla mít možnost odmítnout vypuštění na základě zadané konfigurace jejího majitele.

Pro zajištění běhu nezávislých procesů by bylo možná vhodné využít [ChibiOS/RT](#)

1.2 Balónová sonda

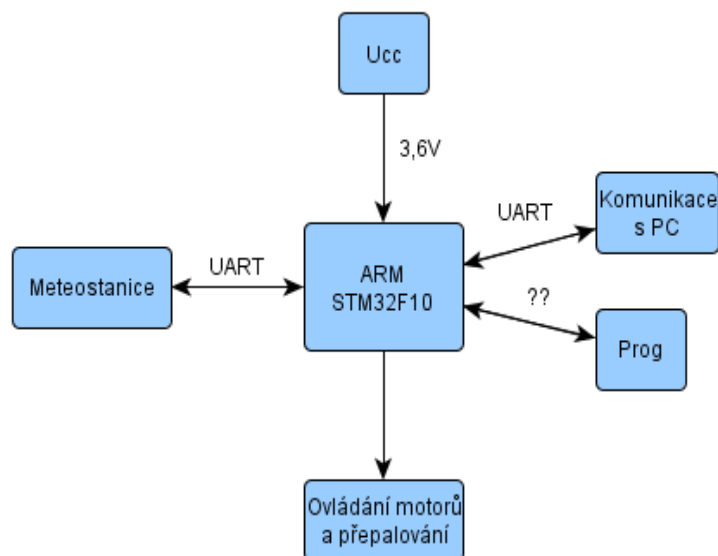
Neletový prototyp sondy bude vyvinut za použití modulů stavebnice [MLAB ATmegaTQ3201A](#), [SDcard01B](#), [GPS01A](#)

1.2.1 Technické parametry

GPS na sondě by měla být udržovaná ve stavu FIX, aby pak nedocházelo ke zpoždění v důsledku čekání na fix.

Komunikace (Telemetrické údaje)

- Primárním cílem je měření rychlosti a směru větru ve známých bodech.
- GPS údaje 10Hz, textový výstup [NMEA](#)
- další veličiny jako teploty, tlaky atd. jsou volitelné.
- Radio maják a akustický maják?



Obrázek 2: Blokové schéma pozemního vypouštěcího boxu

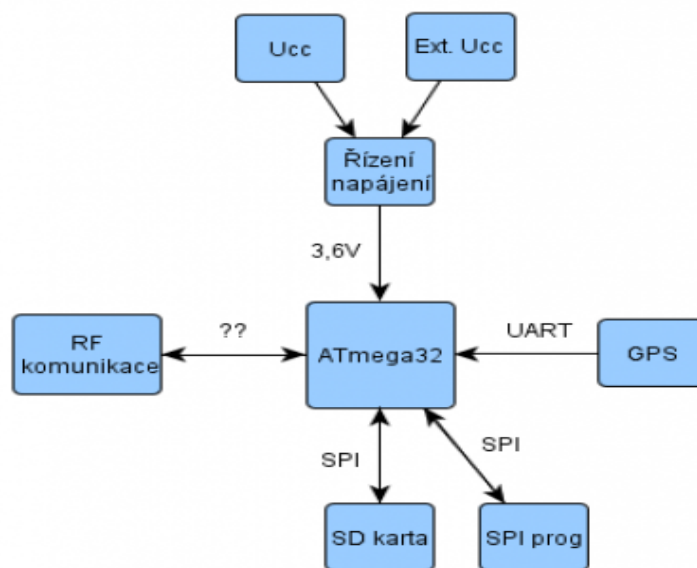
- Radiový přenos telemetrie v pásmu 27-450 MHz: možnost bezlicenčních pásem (SVN: VO-R-16, VO-R-10)
- Radiomoduly: <http://www.artbrno.cz>, <http://www.anaren.com>

GPS je potřeba vybrat tak, aby fungovala i ve větších výškách. ³⁾

Napájení sondy během letu

- **Lithiový článek** (negeneruje teplo, minimální provozní teplota je -60 C)
- Hořčíková baterie (generuje teplo pro temperování elektroniky)
- **Stříbro-oxidový článek** Vydrží nižší provozní teploty a je ekologicky nezávadný.
- Ideální by bylo použití **superkapacitorů**

Řešením problému s nízkou teplotou ve vyšších výškách by mohlo být předeřtání sondy při startu.



Obrázek 3: Blokové schéma balónové sondy

Konstrukce

- Balón - PE pytel (kvůli životnosti v zabaleném stavu - guma s časem degraduje) ⁴⁾
- Možnost dálkového odpojení balónu od sondy (ukončení stoupání)
- Prototyp plněný heliem, i ekologičtější. A vodík navíc lze vyrábět chemicky přímo během vypuštění sondy).
- Splnění požadavků na bezpečnost provozu (letovou, majetkovou a personální)

1.3 Řídicí systém sítě

1.3.1 Zpracování dostupných dat

- Odhad vektoru meteoru v atmosféře
- Záznam dostupných meteorologických dat pro pozdější rekonstrukci (družicové snímky, aktuálně měřené hodnoty ČHMÚ, radarové snímky)
- sběr dat z jednotlivých stanic
- výpočet vektoru a výškových profilů větru

1.3.2 Rozhodovací proces

Použití nějakého skriptovacího jazyka pro popis procesu ROS?

- Přidělení příkazu ke startu jednotlivým stanicím.
- Přeplánování startu v důsledku neúspěšného vypuštění nebo zamítnutí stanicí.
- Kontrola potenciálního narušení vzdušného prostoru a zakázaných zón.

1.3.3 Správa systému

- registrace jednotlivých stanic a správa uživatelů v kooperaci s projektem **Astrozor**

Reference

- [1] například síť CEMeNt <http://cement.fireball.sk/>
- [2] radiosondy <http://www.radiosonde.eu/>, <http://www.radiosonda.sk/>
- [3] směrnice CoCom <http://en.wikipedia.org/wiki/CoCom#Legacyi>
- [4] projekt Mogul http://cs.wikipedia.org/wiki/Projekt_Moguli