

CanSat aneb využití Arduina v zájmové činnosti na střední škole

Jiří Sumbal¹

e-mail: j.sumbal@gmail.com

¹ Střední průmyslová škola, Obchodní akademie a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, Frýdek-Místek, příspěvková organizace

Klíčová slova

programming of things, Arduino, CanSat, mechatronika, robotika

1 Co je CanSat?

CanSat je název celoevropské soutěže středoškolských týmů. Pořádá ji organizace ESERO [4], [5], což je vzdělávací kancelář Evropské kosmické agentury ESA.

CanSat je také sonda vytvořená v této soutěži. Jde o malou napodobeninu skutečné družice a má rozměry plechovky od limonády. Do této velikosti se musejí vejít všechny základní systémy počínaje baterií, přes jeden nebo více mikropočítačů, vysílací a případně záznamové zařízení až po nejrůznější senzory. CanSaty totiž mají za cíl, stejně jako jejich větší vzory ve vesmíru, měřit data a zasílat je na pozemní stanici k dalšímu zpracování. Tato data získávají při své misi, kdy jsou vypuštěny do cca půlkilometrové až kilometrové výšky a během sestupu s pomocí padáku měří a vysílají. Jak to celé zařídit? To už je úkol pro soutěžní týmy.

Jak samotnou výbavu CanSatu, tak pozemní stanici si musí soutěžící navrhnout, sestrojít a naprogramovat sami. Od pořadatele dostanou jen základní kit – mikropočítač Arduino se základními senzory pro měření teploty a tlaku. Měření těchto veličin je tzv. primární (povinná) mise. Dále si soutěžící musí sami navrhnout a zrealizovat sekundární misi neboli další experimenty, které ještě chtějí během sestupu provádět.

Jde o týmovou práci. Každý člen týmu má svoji roli: konstruování, programování, tvorbu přijímací antény, padákový systém, publicitu... V soutěži se totiž nehodnotí pouze technická stránka produktu, ale také týmová spolupráce, publicita, úroveň závěrečné zprávy a prezentace průběhu a výsledků mise.

2 Naše účast v soutěži CanSat

Družstvo žáků oboru informační technologie SPŠ, OA a JŠ Frýdek-Místek se zúčastnilo dvou ročníků této soutěže. Během své přípravy na soutěž i při vlastní soutěži museli prokázat své znalosti i praktické dovednosti při práci s hardware včetně pájení, při programování mikropočítačů Arduino i desktopové a webové aplikace. Museli zvládnout konstrukční řešení, padákový systém i výrobu vhodné přijímací antény.

2.1 CanSat 2016

V loňském roce se náš tým Ajtáci SPSOAFM zúčastnil poprvé a svou premiéru přetavil v konečné druhé místo. Při konstrukci využil dodaný standardní kit qbcan [6], který doplnil o další senzory pro měření akcelerace, GPS souřadnic a o záznamové zařízení pro zápis na SD kartu. K zabezpečení předepsané rychlosti sestupu postačil sériově prodáváný padák o průměru 30 cm.

K příjmu dat využili naši soutěžící jednoduchou všesměrovou anténu propojenou přes další Arduino s počítačem.

Finální mise na letišti u Jaroměře proběhla úspěšně, problém výpadku příjmu dat během letu (rušeno dronem) byl eliminován záznamem naměřených hodnot na mikro SD kartu. Z textového souboru ve formátu CSV převedli žáci data do programu MS Excel – výstupem byly tabulky a grafy, např. závislost teploty a tlaku na nadmořské výšce, hodnoty akcelerace během mise. V aplikaci Google Maps také zpracovali trasu letu svého CanSatu.

Celkové druhé místo bylo pro tým motivací pro účast v následujícím ročníku soutěže.

2.2 Cansat 2017

Složení týmu

V mírně obměněné sestavě se náš tým Ajtáci SPSOAFM zúčastnil i letošního ročníku soutěže. Tým se skládal z 5 žáků 3. ročníku oboru Informační technologie SPS, OA a JŠ Frýdek-Místek:

- Rudolf Turoň – kapitán týmu, vývoj hardware a software pro Arduino,
- Lukáš Pastorek – propagace, desktopová aplikace,
- Filip Rada – zpracování dat,
- Tomáš Knopp – padákový systém,
- Jakub Vida – antény, 3D tisk.

Cíle naší mise

Povinná primární mise opět zahrnovala měření teploty a tlaku a zvládnutí telemetrie (přenosu dat z CanSatu do pozemní stanice).

Sekundární mise byla zaměřena zejména na zjišťování kvality ovzduší. Konkrétně obsahovala tyto položky:

- zjišťování polohy CanSatu s pomocí GPS modulu,
- měření kvality ovzduší (UV záření, koncentrace CO₂ a prachových částic),
- modulární koncepci konstrukce CanSatu,
- desktopovou aplikaci zobrazující naměřená data,
- online zobrazování naměřených dat na webu,
- řešení úspory energie CanSatu,
- automaticky naváděnou směrovou anténu.

Konstrukce CanSatu

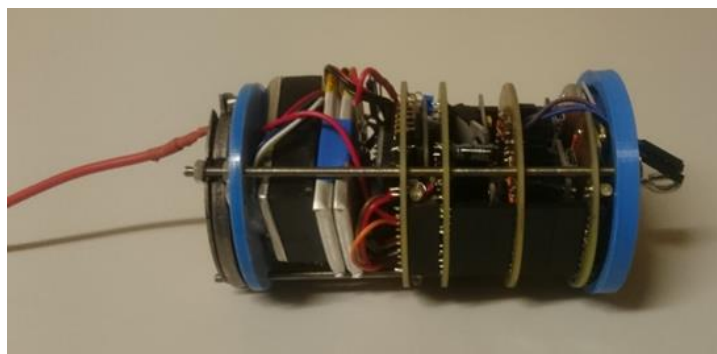
Letos jsme nevyužili pořadatelem dodaný kit. Místo toho žáci navrhli vlastní plošné spoje, a to tak, aby byly jednotlivé moduly snadno vyměnitelné. Bude tedy možné např. během chvíle nahradit modul se senzorem CO₂ za modul se senzorem SO₂ a podobně.

Celý náš CanSat je řízen dvěma Arduiny Pro Micro, které mezi sebou navzájem komunikují. K těmto Arduinům jsou pomocí vlastního navrženého plošného spoje připojeny všechny komponenty. Celý CanSat je napájen dvěma Li-Pol bateriemi o celkové kapacitě 1800mAh a napětí 7,2V. Pomocí regulátoru napětí je regulujeme na 5V a 3,3V. Naše dvouprocesorová jednotka je rozdělena na primární a sekundární.

Primární jednotka se stará o odesílání dat modulem RFM69, který je připojený přes rozhraní SPI. Měří teplotu a tlak pomocí senzoru BMP180. Je k ní připojený i GPS modul NEO6MV2, senzor CO₂ MQ135, senzor UV záření GY-ML8511, modul reálného času DS3231 a senzor polétavých částic v ovzduší Sharp GP2Y1010AU0F. Tato jednotka komunikuje se sekundární jednotkou pomocí sériové linky a navzájem si posílají veškerá potřebná data.

Sekundární jednotka zajišťuje zálohu všech dat na mikro SD kartu tak, že při výpadku rádiového spojení nepřijdeme o žádná data. Je k ní připojen akcelerometr a gyroskop MPU-6050, řídí signalizační osvětlení CanSatu a měří napětí baterií.

Pouzdro CanSatu jsme si sami navrhli. Vytvořili jsme počítačový 3D model a vytiskli jej na 3D tiskárně, kterou si zkonstruoval jeden ze členů týmu.



Konstrukce CanSatu

Padákový systém

K bezpečnému sestupu CanSatu jsme použili mírně upravený koupěný padák o průměru 27 cm. Na vrchlíku padáku je umístěn UV senzor, aby nebylo měření zkresleno tím, že je senzor padákem zastíněn. S pomocí tenkého kabelu je senzor připojen ke CanSatu. Úkolem padáku je udržet sestupovou rychlost v zadaném rozmezí od 6 m/s do 12 m/s.

Padákový systém jsme vyzkoušeli s použitím dronu, který si zkonstruoval kapitán týmu.



CanSat bezprostředně po přistání

Pozemní stanice

Přijímač je řízen třetím Arduinem, zde jsme použili jako základ dodaný kit. Pozemní stanice je přes USB port spojena s notebookem a koaxiálním kabelem je spojena s anténou. Z důvodu zabezpečení přenosu dat jsme použili dvě pozemní stanice. Jedna byla připojena k všesměrové anténě, druhá byla spojena se směrovou Yagiho anténou. Tato anténa byla s pomocí GPS modulu a dvou krokových motorů automaticky naváděna na cíl, tj. na letící CanSat. Automatické navádění antény bylo jednou z našich důležitých technických inovací v tomto ročníku soutěže.

Obě antény jsou vyrobeny z běžně dostupných materiálů, aby si je každý případně mohl vyrobit sám doma. Komunikace mezi pozemní stanicí a CanSatem probíhá na frekvenci 433,8MHz.



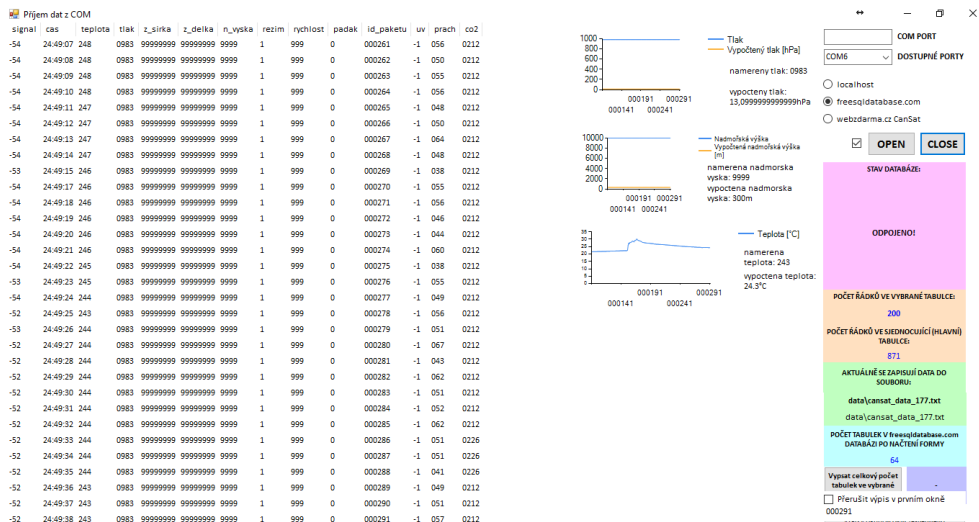
Automaticky naváděna Yagiho anténa

Software

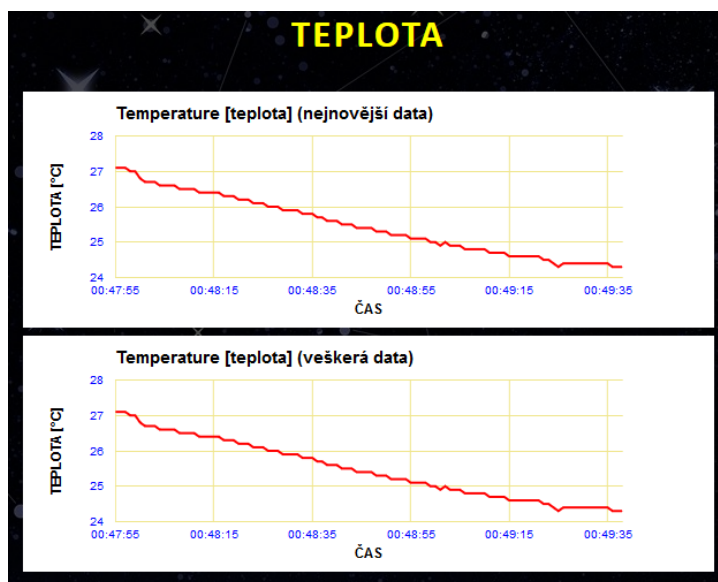
Arduina v CanSatu i v pozemních stanicích jsou programována v jazyce Wiring, což je prakticky jazyk C. Všechny změřené údaje jsou sestaveny do balíku obsahujícího jednotlivé hodnoty oddělené středníkem a tyto balíky jsou ukládány do souboru na SD kartě CanSatu a odesílány do pozemní stanice. Tam jsou přijímány a ve stejném tvaru ukládány na disk počítače.

Současně na počítači pozemní stanice běží desktopová aplikace v C#, která má za úkol graficky zobrazovat naměřené údaje a také je ukládat do SQL databáze běžící na internetovém serveru. Z databáze jsou data online vykreslována na webové stránce [1].

Lze také zpracovat přímo surová data (balíky uložené v souboru) – například v excelovské tabulce.



Desktopová aplikace



Webová aplikace

Publicita

Úkolem soutěžních týmů bylo také zajistit propagaci svého cansatového projektu. Kromě webových stránek [1] jsme vytvořili i facebookovou stránku našeho týmu [2], kde jsme se mimo jiné snažili v online reportáži zprostředkovat průběh finále. Nejdůležitější zprávy byly sdíleny i na facebookové stránce školy. Na našem YouTube kanálu [3] je uloženo motivační video představující soutěžní tým a plány naší mise.

Náš CanSat jsme prezentovali na dnech otevřených dveří školy a akcích pro laickou i pedagogickou veřejnost.

Průběh finále a výsledky mise

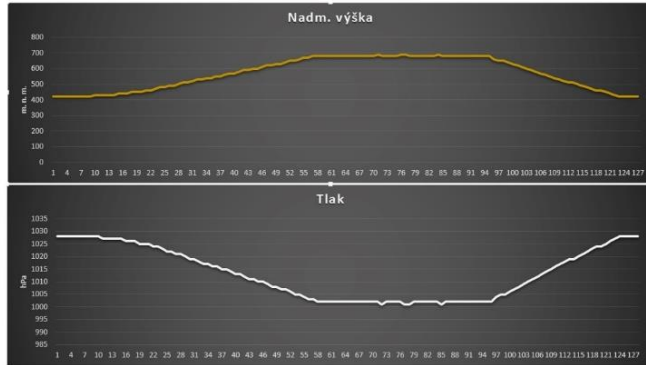
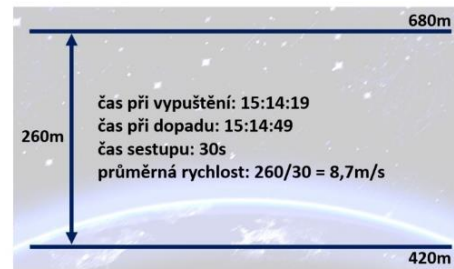
České finále CanSatu 2017 probíhalo ve dnech 30.-31. března v Plzni. CanSaty byly na letišti Letkov vyneseny dronem do výšky cca 300 m a během sestupu měřily a vysílaly. Naš CanSat misi splnil. Změřil všechny plánované veličiny, uložil je i odeslal do pozemních stanic a bezpečně přistál. Také navádění pozemní stanice fungovalo. Desktopová aplikace a online zobrazování dat na webové stránce fungovalo až do okamžiku výpadku USB portu použitého počítače. Ale i takové zádrhly ke studentským projektům patří.

Následoval přesun na ubytovnu a večerní až noční zpracovávání výsledků a příprava prezentace.

Pro ilustraci dále uvádím část výsledků mise.

Druhý den jednotlivé soutěžní týmy prezentovaly výsledky svých misí. Soutěž končila vyhlášením výsledků. Naši Ajtáci SPŠOAFM, stejně jako vloni, získali stříbrnou medaili. Vítězný tým postoupil do evropského kola soutěže, které se letos koná v Německu.

čas	teplota	tlak	z. spka	z. drška	nadm. v. relim	rychlost	pažár	id	sw	pan2D	ca2	skenerace	x	y	z	šíc. Vypočtená	Vypočtená v.	vypočtená n.s.	
15:14:19	24,57	1000	49,7228	15,4517	214	2	10	0	1180	7	23,5	380	2154	886	1125	123	1,44	660	240
15:14:21	24,67	1000	49,7228	15,4517	221	2	28	0	1187	6,57	20,5	390	2404	2370	627	187	2,71	650	220
15:14:22	23,87	1000	49,7228	15,4518	231	1	28	0	1188	8,714	19,5	390	3044	1418	1174	1832	2,28	680	280
15:14:23	21,07	1007	49,7227	15,4519	221	1	28	0	1190	0,786	26,5	380	1734	3040	451	243	1,16	630	210
15:14:23	18,97	1000	49,7228	15,4522	221	1	28	0	1192	0,714	19,5	390	3023	2042	379	304	2,18	610	190
15:14:23	18,97	1000	49,7228	15,4522	221	1	28	0	1194	0,714	26,5	390	3027	1993	3023	307	2,25	600	180
15:14:23	18,97	1011	49,7225	15,4514	221	1	28	0	1194	7	30,5	404	873	341	470	62	0,58	580	170
15:14:23	18,97	1011	49,7225	15,4515	221	1	28	0	1195	6	28,5	400	4181	1000	1109	1512	2,43	580	160
15:14:23	18,97	1011	49,7225	15,4516	221	1	28	0	1196	0,714	14,5	397	820	436	221	183	0,52	570	150
15:14:23	18,97	1014	49,7224	15,4517	221	1	28	0	1197	0,786	26,5	400	2075	705	282	1108	1,84	560	140
15:14:23	18,97	1015	49,7224	15,4518	221	1	28	0	1198	0,786	20,5	400	1789	307	956	796	1,03	550	130
15:14:24	18,97	1016	49,7224	15,4528	257	1	43	0	1199	0,786	21,5	382	3034	1832	41	1161	2,17	540	120
15:14:25	18,97	1017	49,7224	15,4529	260	1	43	0	1200	0,786	20,5	382	1326	142	140	941	0,98	530	110
15:14:26	18,97	1018	49,7224	15,4529	260	1	43	0	1201	0,786	20,5	380	8429	1813	1398	2026	3,94	510	100
15:14:27	18,97	1018	49,7224	15,4529	260	1	43	0	1202	0,714	11,5	380	4025	1547	277	2011	2,68	510	90
15:14:28	18,97	1018	49,7225	15,4529	260	1	43	0	1203	7	32,5	380	2795	361	912	1522	1,81	510	90
15:14:28	18,97	1020	49,7226	15,4530	260	1	43	0	1204	6,5	27,5	387	3733	1035	1283	422	2,70	500	80
15:14:29	18,97	1021	49,7226	15,4530	260	1	43	0	1205	0,714	19,5	404	8414	2711	1895	3718	5,01	490	70
15:14:31	18,97	1022	49,7227	15,4531	260	1	43	0	1206	0,714	12,5	390	3893	348	936	2348	2,56	480	60
15:14:31	18,97	1023	49,7227	15,4531	260	1	43	0	1207	0,786	31,5	387	4119	889	1196	2004	2,52	470	50
15:14:32	18,97	1024	49,7228	15,4531	260	1	43	0	1208	0,786	28,5	387	6374	2330	1334	2891	3,74	460	40
15:14:33	18,97	1024	49,7228	15,4532	260	1	43	0	1209	0,714	11,5	380	2711	340	664	1102	1,61	460	40
15:14:34	18,97	1025	49,7229	15,4532	260	1	43	0	1210	0,714	17,5	400	3894	2339	776	248	2,47	450	30
15:14:37	18,97	1025	49,7229	15,4532	311	1	40	0	1211	0,786	29,5	400	4098	282	798	3314	3,54	440	20
15:14:48	18,97	1027	49,7229	15,4532	318	1	40	0	1212	0,714	24,5	400	1917	967	523	827	1,13	430	10



Naměřené hodnoty a jejich zpracování

Ekologický rozměr naší mise

Finálovou účastí aktivity našeho CanSat týmu nekončí. Plánujeme další využití našeho CanSatu a jeho klonů pro měření kvality ovzduší na různých místech našeho kraje a později i celého státu sloužící ke zlepšení životního prostředí. Zaměříme se zejména na měření v průmyslových oblastech a v oblastech, kde lidé topí na tuhá paliva. Využijeme k tomu i školní dron, který se chystáme postavit. K zajištění těchto cílů navážeme partnerství s dalšími školami v ČR a prostřednictvím projektu eTwinning i v zahraničí.

Návod na sestavení klonu našeho Cansatu, seznam komponentů a software poskytneme všem zájemcům veřejně na našich stránkách [1].

Propojenost se školním vzdělávacím programem

Cituji ze závěrečné zprávy našeho týmu [7]:

CanSat je náš nejoblíbenější projekt a soutěž zároveň, díky němu jsme získali a stále získáváme mnoho zkušeností a praxe v programování Arduina, C#, databází a webů, navrhování plošných spojů, 3D modelování, matematických výpočtů a návrhů antén.

Na soutěž se žáci připravovali v rámci zájmové činnosti. Základem byla jejich práce doma koordinovaná na setkáních ve škole. Jejich zapojení ale úzce souvisí i s výukou podle školního vzdělávacího programu Informační a komunikační technologie. Jde zejména o předměty:

- Základy mechatroniky,
- Informační technologie v praxi,
- Tvorba webových stránek,
- Programování v C#,
- Kancelářský software,
- Počítačová grafika,
- Matematika,
- Český jazyk.

3 Kroužky robotiky a mechatroniky na SPŠ, OA a JŠ Frýdek Místek

Na soutěž CanSat se žáci připravovali mimo jiné i v zájmovém útvaru *Mechatronika pro SŠ*, který už druhý rok nabízíme našim žákům. Abychom si včas vychovali nástupce úspěšných Ajťáků SPŠOAFM, učíme se v tomto kroužku programovat mikropočítače Arduino. Semifinále soutěže CanSat 2017 se zúčastnil i náš druhý tým ITCan, který ale do finále nepostoupil.

Pod názvem *Robotika pro ZŠ* nabízíme i kroužky pro základní školy z města a okolí. Děti od 3. do 9. třídy se učí programovat Lego Mindstorms, programují také v Kodu Game Lab a učí se pájet (sestavují si elektronickou hrací kostku).

Financování zájmové činnosti zahrnuje stavebnice Arduino Starter Kit, spotřební materiál i vedení kroužků. Pokrýváme je z dotací získaných od průmyslových podniků v okolí. O aktivitách našich kroužků robotiky a mechatroniky informujeme na školních webových stránkách [9]

Citace

- [1] *Webová stránka CanSat týmu Ajťáci SPŠOAFM* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z WWW: <<http://cansat.wz.cz>>.
- [2] *Facebooková stránka CanSat týmu Ajťáci SPŠOAFM* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z WWW: <<https://www.facebook.com/cansatspoafm>>.
- [3] *YouTube kanál týmu Ajťáci SPŠOAFM* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z WWW: <<https://youtu.be/sQdirpHQEjs>>.
- [4] *ESERO – české stránky* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.esero.scientica.cz>>.
- [5] *ESERO – mezinárodní stránky* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z WWW: <http://m.esa.int/Education/Teachers_Corner/European_Space_Education_Resource_Office>.
- [6] *Qbcan modular* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z WWW: <http://doc.open-cosmos.com/Qbcan_modular>.
- [7] TUROŇ, Rudolf a kolektiv. *Závěrečná zpráva týmu Ajťáci SPŠOAFM v soutěži CanSat 2017*. Frýdek-Místek, 2017. 15 s.
- [8] TUROŇ, Rudolf a kolektiv. *Finálová prezentace týmu Ajťáci SPŠOAFM v soutěži CanSat 2017*. Frýdek-Místek, 2017. 25 s.
- [9] *Webové stránky Střední průmyslové školy, Obchodní akademie a Jazykové školy s právem státní jazykové zkoušky, Frýdek-Místek, příspěvkové organizace – Kroužky robotiky a mechatroniky* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z WWW:<<http://www.spssoafm.cz/web/k-m-a-r>>.