

VZLUSAT-1

První český nanosatelit

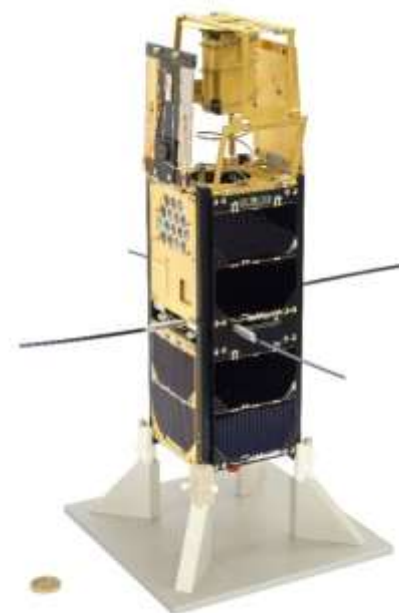
Úspěch, na kterém se významně podílela i FEL ZČU

Doc. Ing. Jiří MASOPUST, CSc.

RADIOKOMUNIKACE 2017 Pardubice 18.10.2017

VZLUSAT-1 117 dní ve vesmíru

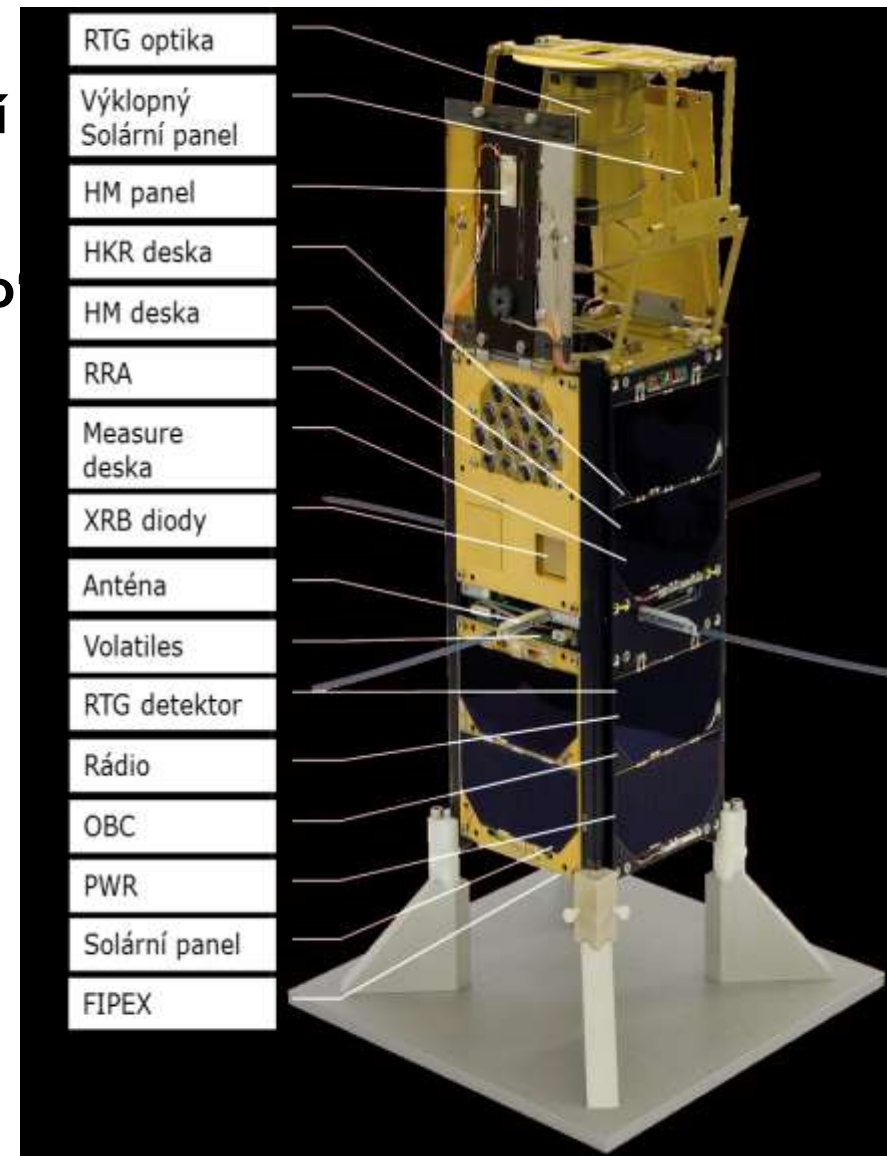
- ▶ Start 23. 6. 2017 5:59 SEČ
- ▶ Vesmírné středisko Satish Dhawan
- ▶ Indická raketa PSLV-C38
- ▶ 29 minut letu do vypuštění
- ▶ Polární dráha 98° SSO 510 km
- ▶ Rozměry 10 x 10 x 20 (35) cm
- ▶ Hmotnost 2 kg
- ▶ Plánovaná životnost 1 rok
- ▶ Rádiový kmitočet 437,240 MHz
- ▶ Výkon satelitu 1W
- ▶ Výkon stanice na FEL 510 W EIRP



- ▶ **Český satelit po 14, funkční po 21 letech**
- ▶ **První český nanosatelit**
- ▶ **První český technologický satelit**
- ▶ **Sedmý český satelit**
(MAGION 1 – 5, MIMOSA, VZLUSAT-1)
- ▶ **Součást mezinárodního projektu QB50**
- ▶ **Vyvinut konsorciem českých univerzit a firem pod vedením VZLÚ**
(ZČU, ČVUT, VZLÚ, RIGAKU, 5M, TTS, IST, HVM Plasma)
- ▶ **Povelování a komunikaci zajišťuje KAE FEL ZČU**



- ▶ Kompozitní materiály pro radiační stínění
- ▶ Rentgenový teleskop s optikou „Račí oko“
- ▶ FIPEX (QB50)
- ▶ Koutový odražeč
- ▶ Kompozity pro konstrukci
- ▶ Komunikační a povelovací subsystém



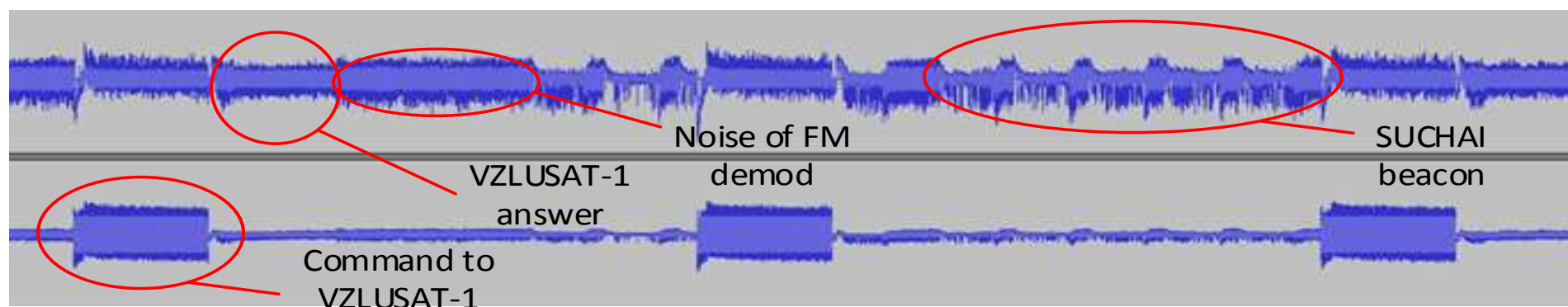
Role FEL ZČU v Plzni na misi VZLUSAT-1

► POZEMNÍ SEGMENT PROJEKTU VZLUSAT-1

- Rádiová komunikace a povelování satelitu., telemetrie, přenos dat z payloadů
- Ukládání a předávání dat centru mise QB50 a zúčastněným vědeckým týmům projektu VZLUSAT-1
- Vytvoření jednoduchého interfejsu “human to satellite” pro vedoucí projektu a operátory

► SENZORY NA SATELITU VZLUSAT-1

- Vývoj optické ultrafialové spouště pro rentgenové zobrazování slunce
- Vývoj infračervených senzorů satelitu



Tým kosmického výzkumu na FEL ZČU v Plzni

Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací

Oddělení telekomunikační a multimediální techniky

Projekty: TA ČR TAO4011295

GA ČR 102/09/0455

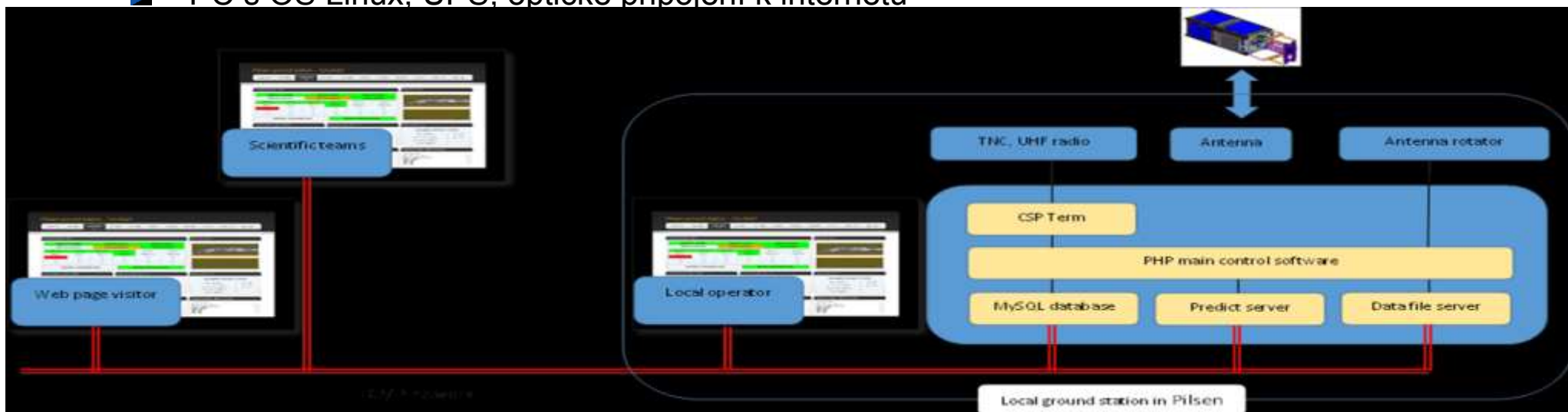
- Doc. Ing. Jiří Masopust, CSc.
- Ing. Ivo Veřtát, Ph.D.
- Ing. Richard Linhart, Ph.D.
- Ing. Aleš Voborník, Ph.D.
- Ing. Michal Pokorný, Ph.D.
- Ing. Jan Mráz, Ph.D.
- Ing. Pavel Fiala, Ph.D.

Zapojení studentů:

- 6 bakalářských prací
- 13 diplomových prací
- 5 doktorských disertačních prací

Pozemní segment VZLUSAT-1

- Originálně vyvinut v rámci projektu PilsenCube (od roku 2009)
- GPS: 49°43'25.778"N, 13°20'58.626"E; 400m n.m., 20m nad terénem, LOC: JN69QR, budova FEL ZČU v Plzni
- Vybavení:
 - ICOM IC910H transceiver
 - Dvouosý anténní positioner AlfaSpid
 - 435 MHz anténa se ziskem 14.1dB
 - 435MHz s bypass relé
 - GomSpace NanoCom TNC + CSP Term sw
 - PC s OS Linux, UPS, optické připojení k internetu



Pozemní segment VZLUSAT-1 - INTERFACE

Pilsen Ground Station
for VZLUSat-1 2017-10-02 20:28:38 UTC

TRACK **COMM INFO** PASS INFO STDR INFO WOD OBC RADIO AMATEUR ABOUT US

Communication state

Waiting for satellite	Trying to connect	Initial procedures
Arbitrary command	Data transmission	Contact finished
VHF HI	GPS HI	COM HI
VHF LO	GPS LO	COM LO
Planner Up	Check Back	File Download
???	???	???
???	???	???

Automatic commanding mode
Manual commanding mode

Antenna tower

Sorry, this is offline photo, see photo only during a daylight.

Last received OBC WOD

Last record: 2017-10-02 19:07:41

Sat 1, Nr 0, Src 3	
Vbat: 8.28 V	Temp: 18 °C
Chal: -0.278 A	Temp: 18 °C
Ch: 0.315 A	Temp: 18 °C

Last received OBC HK

Last record: 2017-10-02 19:07:40

Mode: 4	CpuL: 0.016 %
Temp: 18	TI: 18.00 °C
BattC: +1827	T2: 18.75 °C
Uptime: 22.0	

Satellite position and nearest pass info

Last update: 2017-10-02 20:28:38

Current latitude: -13°	Current longitude: -342°
AOS time: 20:35:24	AOS in: 30° (0min 54sec)
LOS time: 20:49:45	satellite not in range
Pass direction: 001 s	Max. elevation: 30°

Next download requests

Host	Port	Chunk from	Chunk to
4	3	21 956	22 599
4	3	3 646	4 145
4	3	4 146	4 645
4	3	4 646	4 956
4	3	4 957	5 381
4	3	5 382	5 646
4	3	5 647	6 146

Next upload requests

File name	Opt.

Next arbitrary commands

Command

Communication state console

```

20:10:08 downloaded data: 64.061 kB
20:10:08 radio contact COMPLETED
20:10:08 COM-RSSI OK 356.11 -1.28
20:10:04 DOWNLOAD S1P04C21956-22599 incomplete 359.96 +2.57
20:10:01 DOWNLOAD S1P04C21956-22599 starting
20:10:01 DOWNLOAD S4PDC1869-1982 OK 9.83 +9.87
20:13:24 DOWNLOAD S4PDC0869-1982 starting
20:13:23 DOWNLOAD S4PDC0869-1982 incomplete 104.31 +12.46
20:08:37 DOWNLOAD S4PDC1869-1982 starting
20:00:37 DOWNLOAD S4PDC144-3045 OK 113.87 +12.46
20:07:47 DOWNLOAD S4PDC144-3045 starting
20:07:47 COMMAND # at pipev_snd_stats error!
20:07:46 COMMAND # at pipev_snd_stats error!
20:07:42 COMMAND # at pipev task WAITING current=0, lsn=0, err=0,
scripts=4
20:07:41 OBC-IND OK 117.15 +12.98
20:07:40 OBC-HK OK 117.16 +12.74
                
```

Last received DataKeeper list

Last DataKeeper reading: 2017-10-02 19:07:06

Host	Port	First chunk	Last chunk	Last write	Errors
1	52	1	11	2017-10-02 19:41.00	0
1	34	20 448	22 599	2017-10-02 19:06.21	0
1	20	1	165	2017-09-29 08:42.33	0
1	51	1	16	2017-10-02 12:01.00	0
1	55	1	3	2017-10-02 06:59.51	0
1	58	121	2 971	2017-10-02 19:06.42	0
4	3	2 645	6 656	2017-10-02 19:06.47	0
4	2	1 058	2 662	2017-10-02 19:06.47	0

Satellite footprint and ground station position

● Pilsen Ground Station
● VZLUSAT-1
2017-10-02 20:30:22 UTC

CESIUM agi

Future pass prediction for Pilsen station

AoS ▲	Duration	Max_elev	Tle_acq
2017-10-02 20:38:24	681	30	2017-10-01 23:24:55
2017-10-02 22:17:51	168	0	2017-10-01 23:24:55
2017-10-03 08:03:25	637	18	2017-10-01 23:24:55
2017-10-03 09:36:58	689	41	2017-10-01 23:24:55
2017-10-03 11:12:01	423	5	2017-10-01 23:24:55
2017-10-03 18:46:25	621	17	2017-10-01 23:24:55
2017-10-03 20:19:13	701	49	2017-10-01 23:24:55
2017-10-03 21:56:27	400	4	2017-10-01 23:24:55
2017-10-04 07:44:46	579	12	2017-10-01 23:24:55
2017-10-04 09:17:57	703	67	2017-10-01 23:24:55

← → 1 2 3 4 5 6 7 8 9

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

WWW.FEL.ZCU.CZ

Pozemní segment VZLUSAT-1

základní statistiky a fakta

▶ Parametry rádiového spoje 437,240 MHz

- ▶ Rádio satelitu s výkonem 1W, pozemní stanice PilsenCUBE s výkonem 60 W (510 W EIRP)
- ▶ komunikační vzdálenost během kontaktu 510 až 2600 km
- ▶ relativní rychlost mezi satelitem a komunikační stanicí až 7,6 km/s (Dopplerův posun +/-10 kHz)

▶ Uskutečněno 705 rádiových kontaktů se satelitem

- ▶ 354 kontaktů v denní dobu (v rozmezí 06:55 až 11:50 mezinárodního času)
- ▶ 351 kontaktů ve večerní dobu (v rozmezí 17:30 až 22:21 mezinárodního času)
- ▶ Doba trvání kontaktu 575 – 700 s

▶ Přeneseno 10 MB binárních dat

- ▶ 23 % telemetrická data
- ▶ 77 % data z experimentů

▶ Aktuálně dosažitelná kapacita stahování dat

- ▶ přes 200 kB denně (při omezení povelování s prioritou stahování)
- ▶ Přes 100 kB denně (při běžném povelování s přenosem planerů)

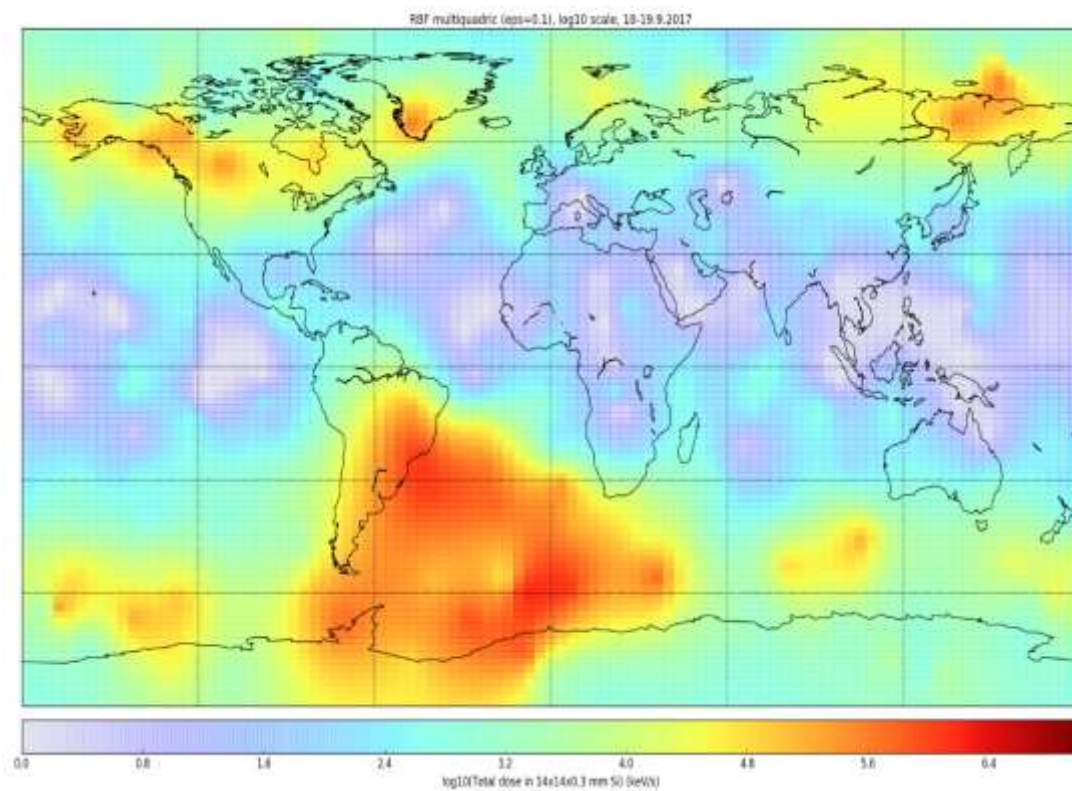
plánovaná životnost 1 rok

- **Co ještě chybí udělat?**
 - Ověřit funkci rentgenového teleskopu
 - Pořídit snímky slunce v RTG
 - Zprovoznit experiment FIPEX
 - Průběžně monitorovat parametry kompozitů
 - Průběžně monitorovat radiační situaci
 - Vyhodnotit získaná data

- **Jak zdravý je VZLUSAT-1**
 - Poškozená datová paměť (aktuálně 1/2)
 - Resety systému OBC
 - Krátkodobá nefunkčnost subsystémů (SEE)
 - Výpadky komunikace

- **Kdy satelit „umře“?**
 - Únor 2018? Červen 2018? ???

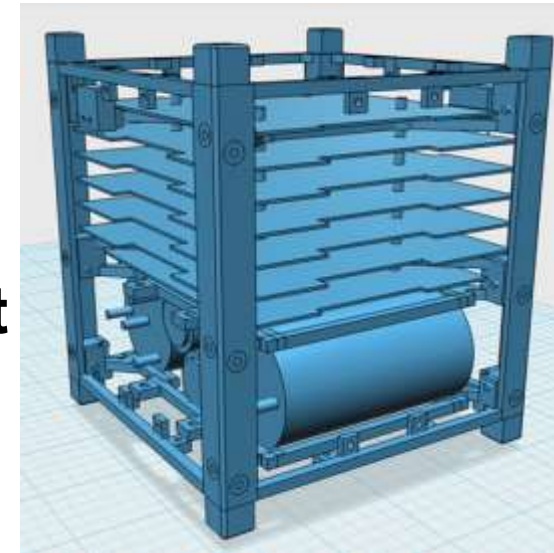
- **Je mise úspěšná?**
 - Unikátní data
 - Ověřené technologie
 - Funkční tým expertů
 - Nedocenitelné zkušenosti



PisenCUBE II



- ▶ PilsenCUBE II – vlastní univerzitní pikosatelit
Společný projekt ZČU a města Plzeň
- ▶ Soutěž pro středoškoláky o payload na satelit
- ▶ Vypuštění 2018 – 2019





Za tým PilsenCUBE

zajišťující komunikaci s VZLUSAT-1

Děkuji za pozornost

www.vzlusat1.cz

www.pilsencube.zcu.cz/vzlusat1/static.html

www.pilsencube.cz

Doc. Ing. Jiří MASOPUST, CSc. / +420 602 691 962 / masopust@kae.zcu.cz

I. Veřtát, R. Linhart, A. Voborník (FEL ZČU Plzeň), VI. Daniel, P. Svoboda (VZLÚ Praha)