

# VZLUSAT-1

po dlouhé době konečně  
česká družice na oběžné dráze

Doc. Ing. Jiří MASOPUST, CSc.

18.10.2016 RADIOKOMUNIKACE 2016, Pardubice

# VZLUSAT-1

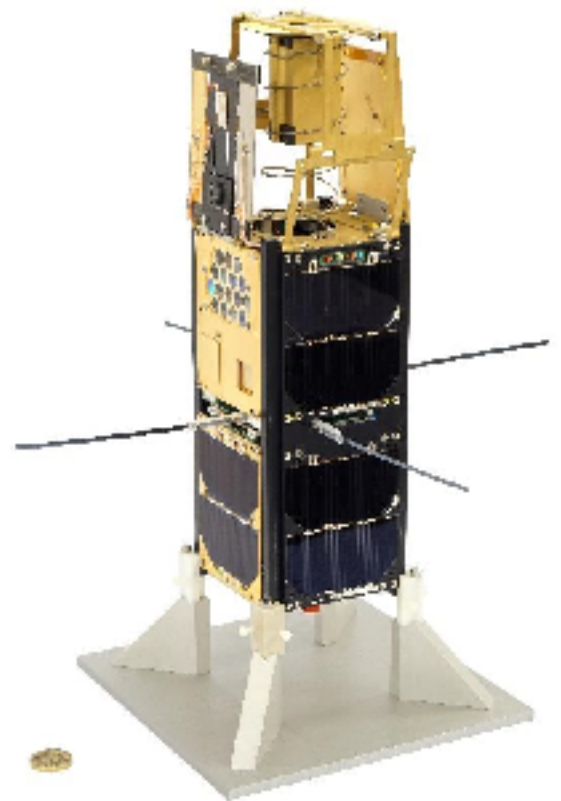
po dlouhé době konečně  
česká družice na oběžné dráze ???

Doc. Ing. Jiří MASOPUST, CSc.

18.10.2016 RADIOKOMUNIKACE 2016, Pardubice

# VZLUSAT-1

- ▶ Projekt QB50 – 50 nanosatelitů k výzkumu termosféry
- ▶ **Vypuštění z ruské ponorky ? X**
- ▶ **Vypuštění z ARIANE? X**
- ▶ ...
- ▶ ...
- ▶ **Dněpr – červen až září 2016 X**
- ▶ **Indický nosič - vypuštění 17.4.2017**
- ▶ **Oběžná dráha SSO 520 km, inkl. 98 st.**
- ▶ **7 družic, zbytek z ISS**
- ▶ **Problémy s registrací kosmického tělesa**
- ▶ **!!! VZLUSAT-1 připraven k vypuštění !!!**



# PilsenCUBE

## Historie kosmického výzkumu na FEL ZČU v Plzni (12 let)

- ▶ cz-Cube 2004-2014
- ▶ **PilsenCUBE od 2008**
- ▶ GAČR 102/09/0455. „Energeticky úsporná platforma pro experimentální výzkum na bázi pikosatelitů“ 2009 – 2013
- ▶ **VZLUSAT-1**
- ▶ TAČR TAO4011295 “Širokoúhlý systém pro rentgenové zobrazování s detektorem Timepix“

## Tým kosmického výzkumu na FEL ZČU v Plzni (12 let)

**Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

**Oddělení telekomunikační a multimediální techniky**

- ▶ 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

# Zapojení studentů - Bakalářské práce (6)

- ▶ Softwarové analyzování vysílání pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Sestavení a testy solární stěny pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Testování akumulátorů a superkapacitorů pro projekt pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Analýza vlastností programů pro sledování satelitů
- ▶ Návrh a konstrukce transvertoru pro radioamatérské pásmo 144MHz
- ▶ Průzkum aktivity v pásmech pro družicovou komunikaci

# Zapojení studentů - Diplomové práce (13)

- ▶ Vícestavové rozmítané modulace
- ▶ Konstrukce pikosatelitu CubeSat z hlediska radiačního stínění elektronických systémů
- ▶ Hybridní modulace pro komunikační systém pikosatelitů
- ▶ Monitoring rádiového spektra pomocí softwarově definovaného rádia
- ▶ Srovnání superkapacitorů a akumulátorů pro napájení subsystémů pikosatelitů
- ▶ Analýza využitelnosti optických senzorů v systému pro zjištění orientace pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Analýza rádiového vysílání pikosatelitů
- ▶ Automatizace testovací lavice pro měření vlastností solárních článků v projektu pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Programové moduly pro komunikační jednotku pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Návrh obvodů pro stabilizační systém pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Pozemní testy a simulace fotovoltaických článků pikosatelitu PilsenCUBE
- ▶ Testování germániových a křemíkových fotovoltaických článků
- ▶ Precizní snímač polohy anténního systému

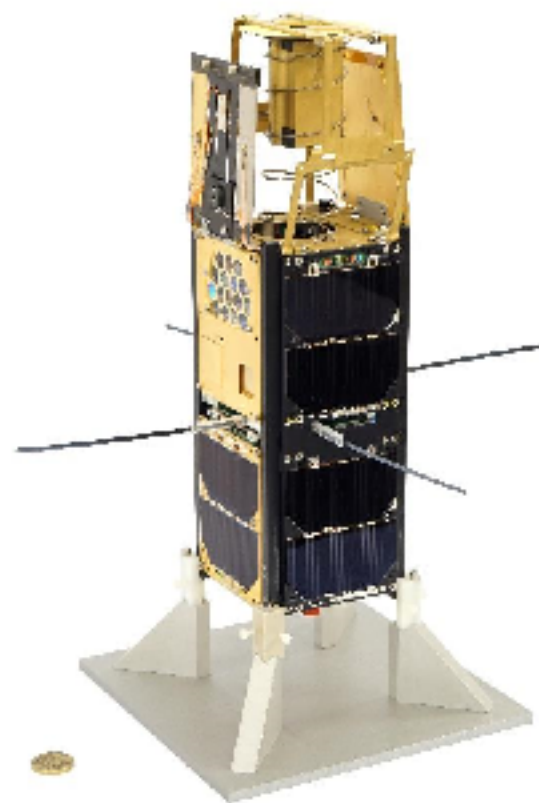
# Zapojení studentů - Disertační práce (2+2+1)

- ▶ Odhad parametrů dráhy satelitu pomocí signálů pozemních FM sítí (Ing. Richard Linhart 2012)
- ▶ Efektivní komunikační systém pikosatelitů (Ing. Ivo Veřtát 2012)
- ▶ Řešení moderních rozvodů satelitní televize využitím maticových prepínačů (Ing. Michal Pokorný 2012)
- ▶ Možnosti integrace anténního systému do přijímače digitální televize (Ing. Jan Mráz 2012)
- ▶ Zpracování signálu v družicových systémech (Ing. Pavel Fiala 2016)

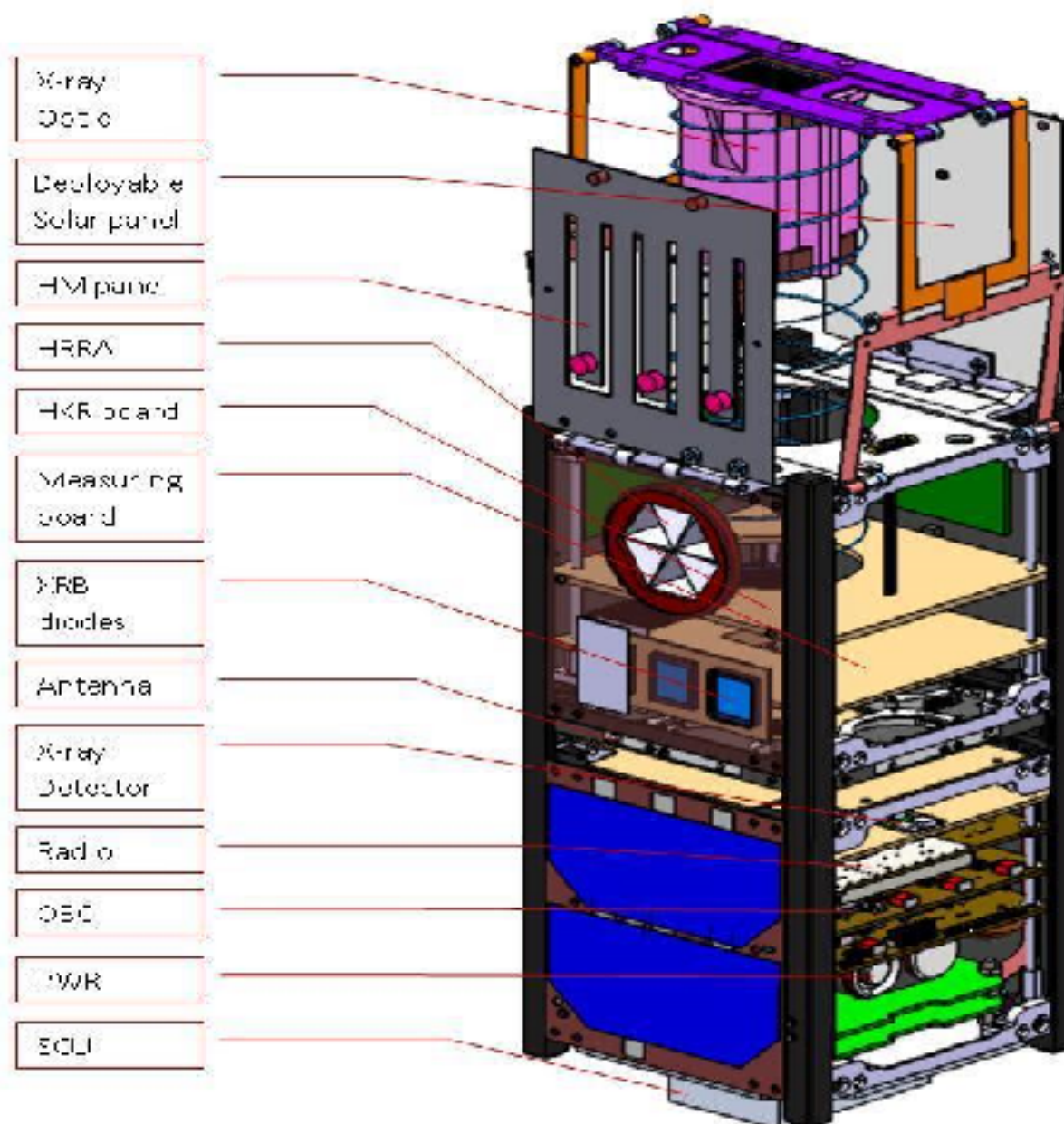


# Mise VZLUSAT-1

- ▶ Česká technologická nanodružice
- ▶ Hmotnost 2 kg, rozměry 10x10x20 cm
- ▶ Projekt QB50
- ▶ Společný vývoj VZLÚ, Rigaku, HVM Plasma, ČVUT, 5M, TTS, ZČU
- ▶ Vypuštění 17.4.2017, Indie
- ▶ Oběžná dráha SSO 520 km, inkl. 98 st.

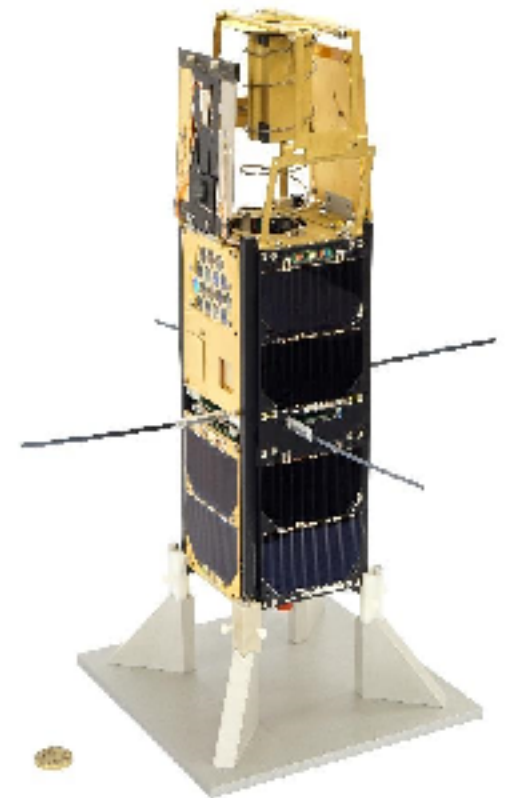


# VZLUSAT-1 unikátní technologická družice



# Klíčové experimenty na VZLUSAT-1

- ▶ **FIPEX**
- ▶ **Kompozitní radiačně stínící materiál**
- ▶ **Solární panel na kompozitním podkladu**
- ▶ **Mechanismus výklopných panelů**
- ▶ **Rentgenový teleskop s detektorem TIMEPIX**
- ▶ **Měření emisí těkavých materiálů v kosmu**
- ▶ **Automatizovaný distribuovaný komunikační systém pro ovládání a sběr dat**



# Experiment FIPEX

- ▶ **Projekt QB50**
- ▶ **FIPEX – výzkum termosféry - měření atomárního kyslíku**
- ▶  **$\phi$ -(Phi=Flux)-Probe-Experiment (FIPEX) od Institute of Aerospace Engineering, Technische Universität Dresden (TU Dresden), Německo (měření aktivity kyslíku)**
- ▶ **Měření povrchové teploty (Surface thermal monitors (STM) (dodané MSSL), Belgie.**

# Kompozitní materiály pro stínění radiace

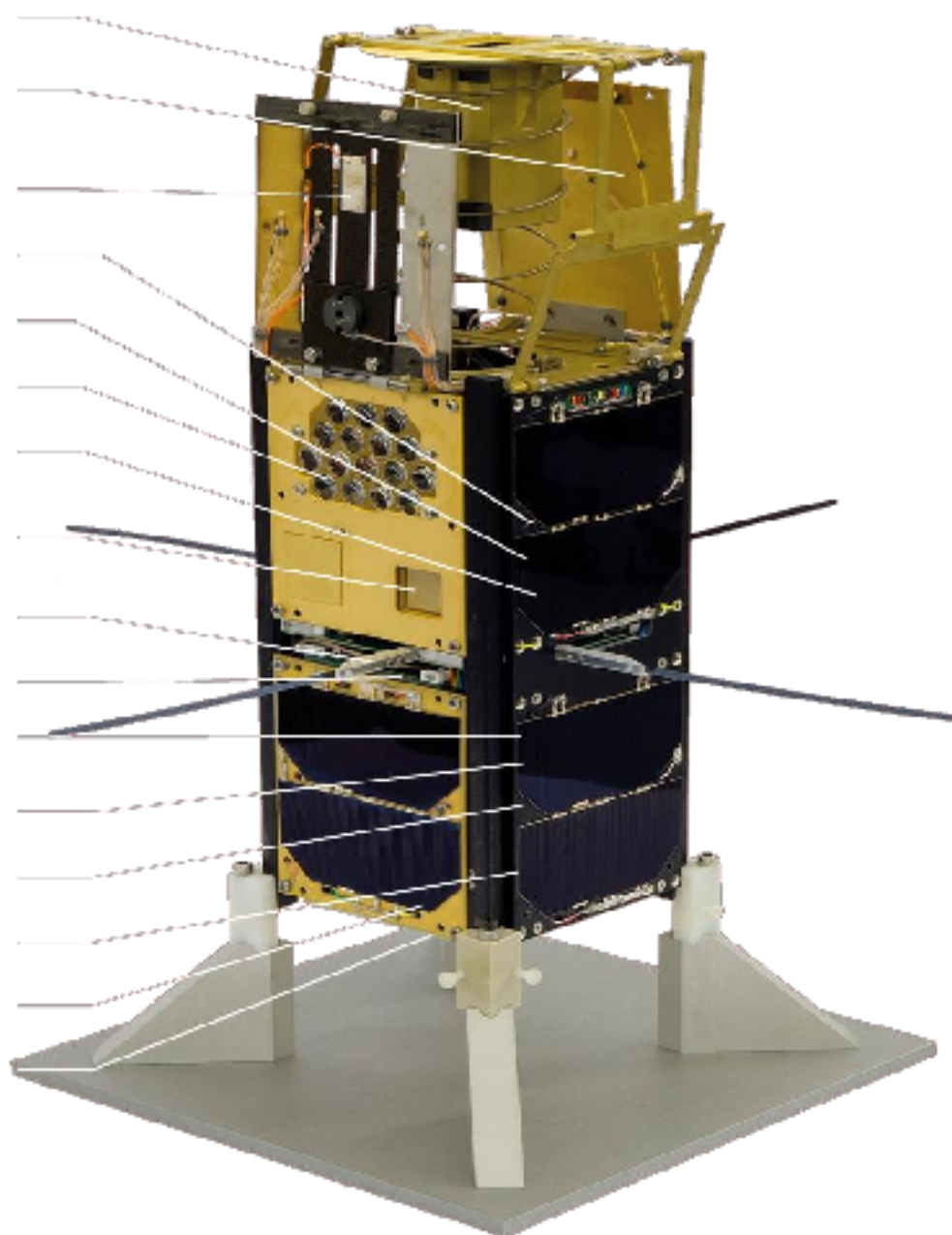
- ▶ **Nižší hmotnost**
- ▶ **Lepší účinnost**
- ▶ **Jednoduchá zpracovatelnost**
- ▶ **Netradiční aplikace (plášť kosmických sond a lodí, obydlí na Měsíci a Marsu, chlazení a ohřev subsystémů)**
- ▶ **5M, TTS, ...**

# Miniaturní rentgenový teleskop

- ▶ Račí oko
- ▶ Skleněná povrstvená optika
- ▶ Rigaku
- ▶ 3 – 60 keV
- ▶ Detekce senzorem TIMEPIX (ČVUT)
- ▶ Unikátní použití pro vyšší energie záření
- ▶ Miniaturizace (25 cm !)
- ▶ Sledování slunce, zdrojů rtg záření v kosmu i zemské atmosféře

# VZLUSAT-1 unikátní technologická družice

RTG optika
Výklopný Solární panel
IIM panel
HKR deska
HM deska
RRA
Measure deska
XRB diody
Anténa
Volatiles
RTG detektor
Rádio
OBC
PWR
Solární panel
FIPEX



# 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



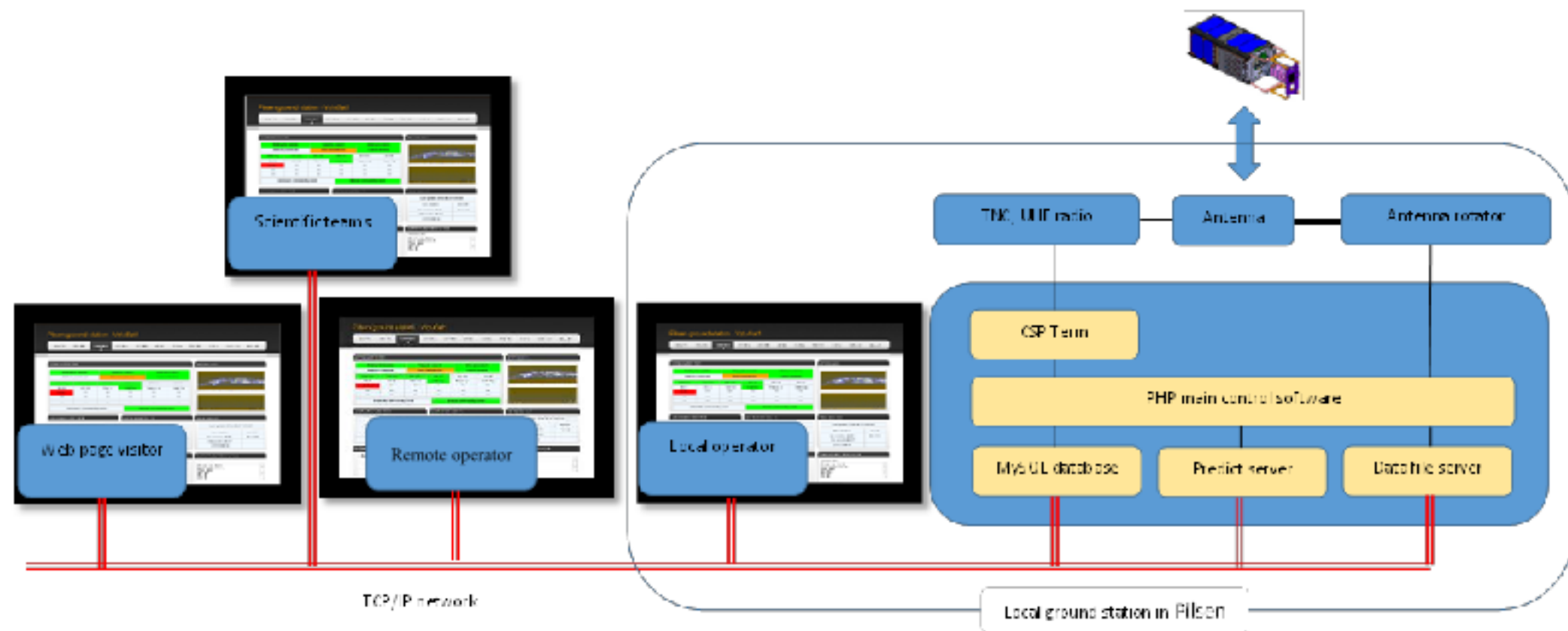
# Pozemní segment VZLUSAT-1

- ▶ Originálně vyvinuta 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
  - ▶ USRP N-210 SDR
  - ▶ Dvousý anténní positioner AlfaSpid
  - ▶ 145 MHz anténa se ziskem 10.2dB
  - ▶ 435 MHz anténa se ziskem 14.1dB
  - ▶ 2400 MHz parabolická anténa o průměru 1.9m
  - ▶ LNA 145 MHz a 435MHz s bypass relé
  - ▶ GomSpace NanoCom TNC + CSP Term sw
  - ▶ PC s OS Linux, UPS, optické připojení k internetu

# Pozemní segment VZLUSAT-1



# Pozemní segment VZLUSAT-1



# Děkuji za pozornost

Autoři:

Doc. Ing. Jiří Masopust, CSc. (ZČU)

Ing. Ivo Veřtát, Ph.D. (ZČU)

Ing. Richard Linhart, Ph.D. (ZČU)

Ing. Aleš Voborník, Ph.D. (ZČU)

Ing. Vladimír Dániel, Ph.D. (VZLÚ)