

# Redundatní uložště pro CubeSat

## Návrh praktického řešení

Téma: Magisterská práce

Datum: 16. 2. 2025

Autor: Jaroslav Körner

Vedoucí práce: Ing. Lenka Kosková Třísková, Ph.D.

# Zadání:

## **Realizace úložiště souborového systému Linux odolného proti poruchám určeného pro CubeSat**

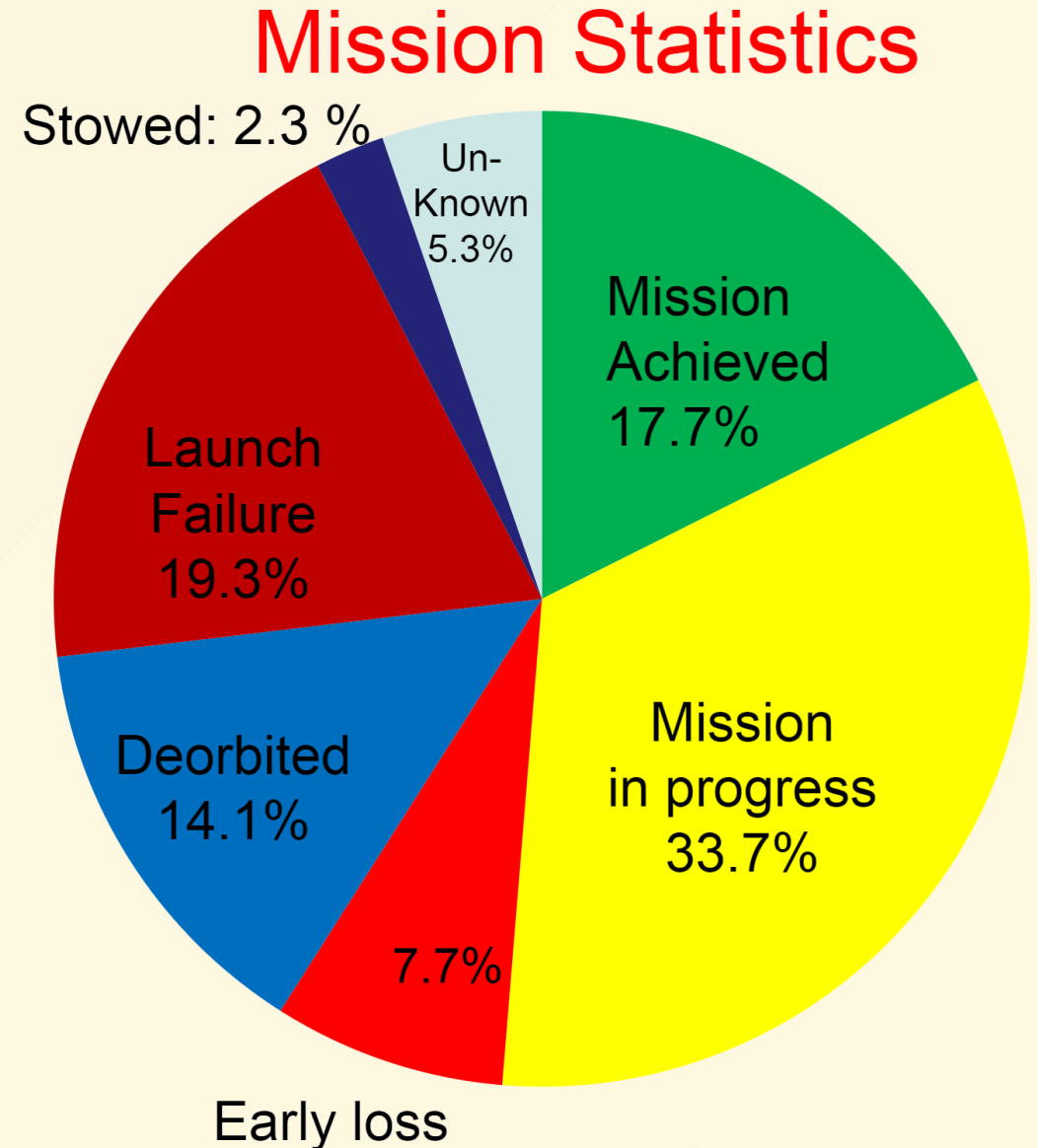
Cíle práce:

1. Seznámit se s problematikou malých satelitů - CubeSat.
2. Navrhnout řešení vhodné pro malý satelit na LEO.
3. Provést analýzu FMECA daného řešení.
4. Implementovat a otestovat řešení na demonstračním HW s OS Linux.

# Problém:

## CubeSatů obecně

- Okolo 50% misí skončí neúspěchem.
- Až 20% selhání nastane po vynesení na oběžnou dráhu.
  - Selhání elektroniky je nejčastější příčinou.



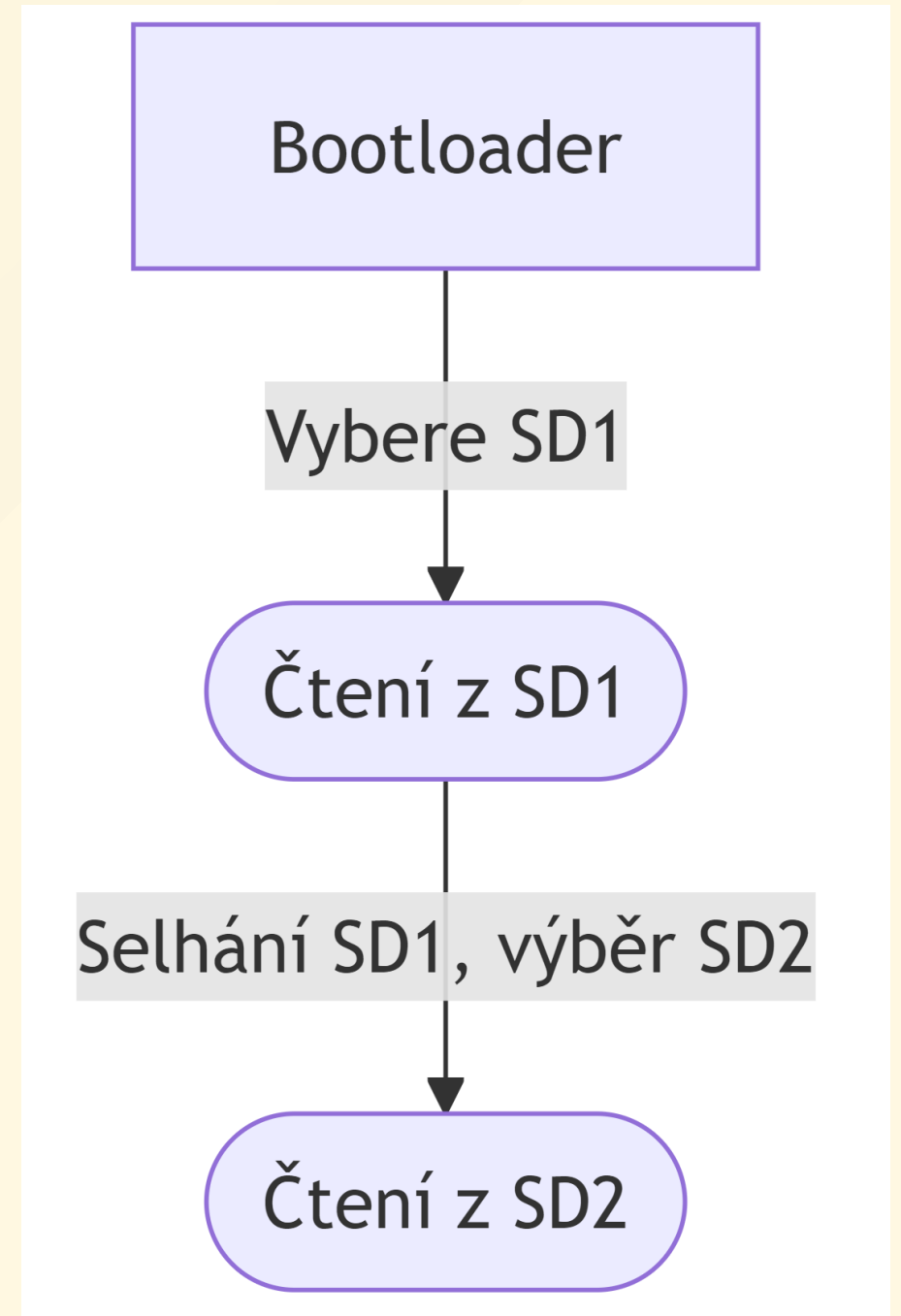
# Problém:

## úložiště satelitu

Jedno SD/MMC uložičtě není dostatečně spolehlivé pro misi CubeSatu.

## Stávající řešení (VZLUSAT-2):

- 2 SD/MMC uložičtě
- Modifikovaný Bootloader

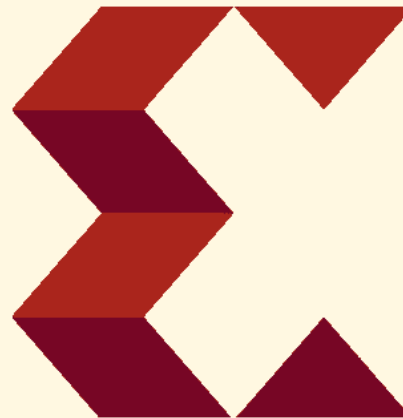
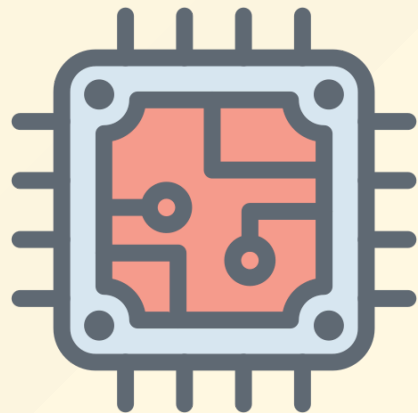


# Myšlenka

- Nahrazení 2 SD karty za 3 SD karty.
- Vytvoření rozhraní řadiče
  - Ten zprostředkovává přístup k uložišti, jako by to byla jedna karta.
- Implementace algoritmu odolného proti chybám čtení poškozených dat.

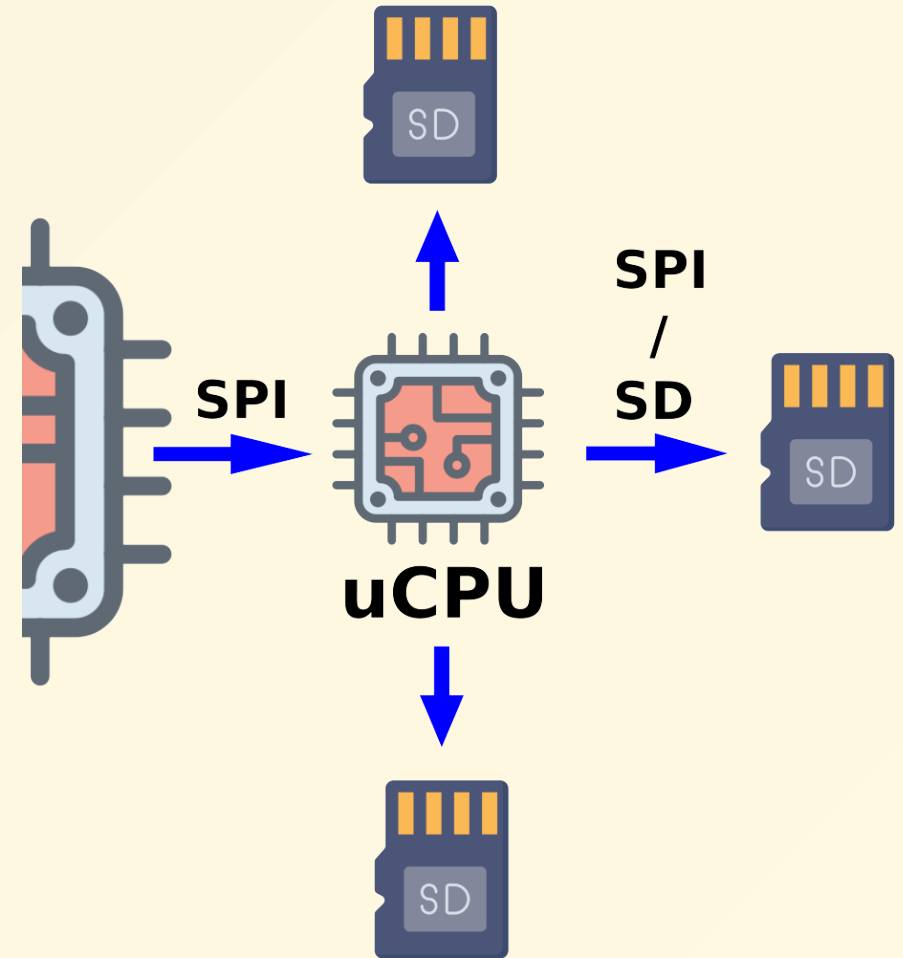
# Možná řešení:

- Softwarové řešení
  - Přidání uCPU a vytvoření SW pro ovládání SD karet
- Hardwarové řešení
  - Vytvoření IP jádra pro FPGA



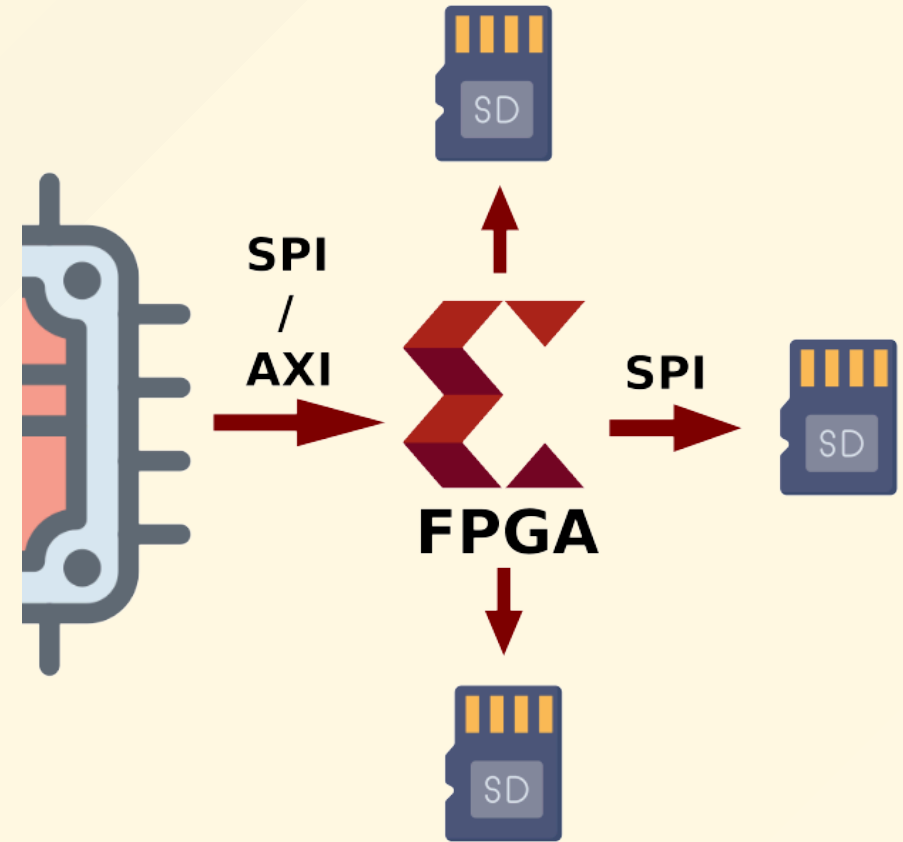
# SW řešení

- Softwarové řešení
- uCPU
  - SPI / SD
- Rozhraní:
  - SPI slave



# HW řešení (IP core)

- IP jádro pro FPGA
- FPGA
  - PMOD - na SD
- Rozhraní:
  - AXI-MM / SPI slave





# Algoritmus:

- Při poškození dat -> majority vote
- Při poškození 1 karty -> přestane z ní číst a odešle data pokud jsou shodná na obou kartách
- Při poškození 2 karet -> přestane z nich číst a odešle data z jedné karty



# Analýza FMECA

TODO...

# Demonstrace na HW

TODO...

# **Dekuji za pozornost**

# Zdroje:

- [Statistiky misí: Otto F. Koudelka - Nanosatellites for Technological and Science Missions](#)