

# **DISTRIBUOVANÝ SYSTÉM IOT ZAŘÍZENÍ ŘEŠÍCÍ PROBLÉM KONSENZU**

**Bakalářská práce**

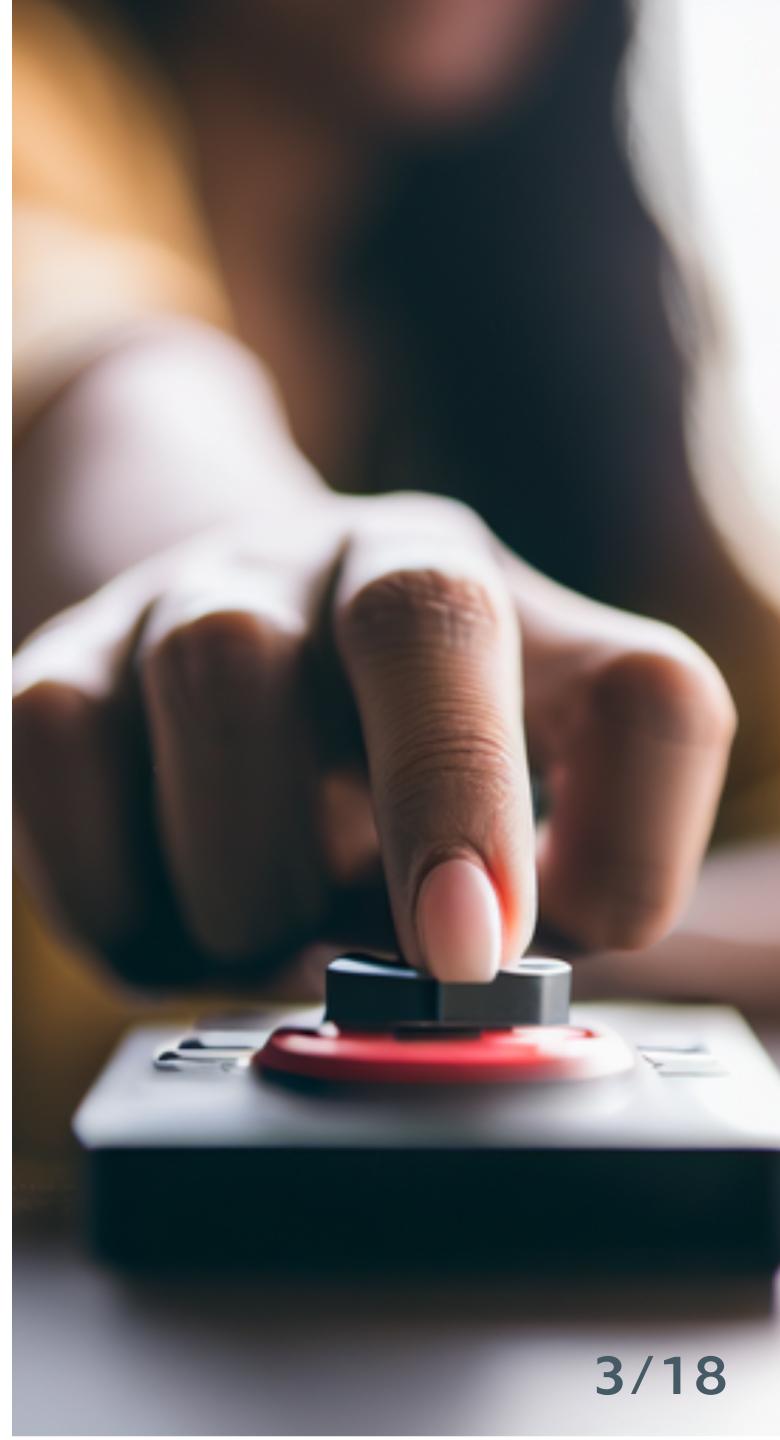
# POSTUP

1. Rešerše
2. Požadavky
3. Síťová infrastruktura
4. Algoritmické řešení
5. Realizace a testování



# **POŽADAVKY NA SYSTÉM**

- řešení určení pořadí
- autonomnost zařízení
- distribuovaný systém
- bezdrátová komunikace
- maximální chyba 1 ms



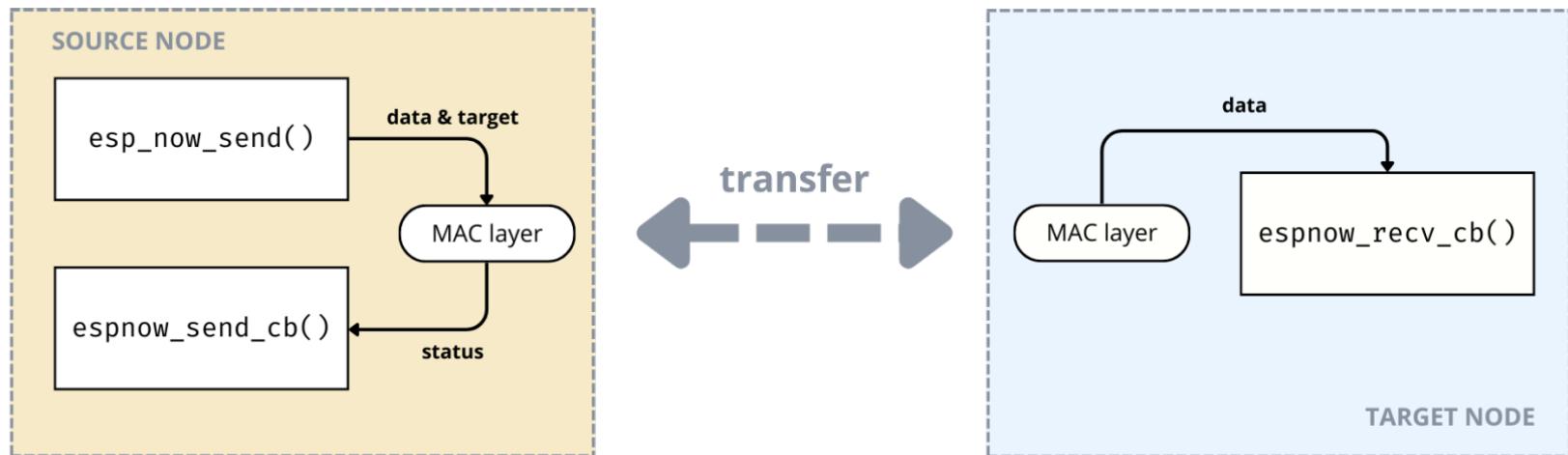
# SÍŤOVÁ INFRASTRUKTURA

- volba vhodného modulu

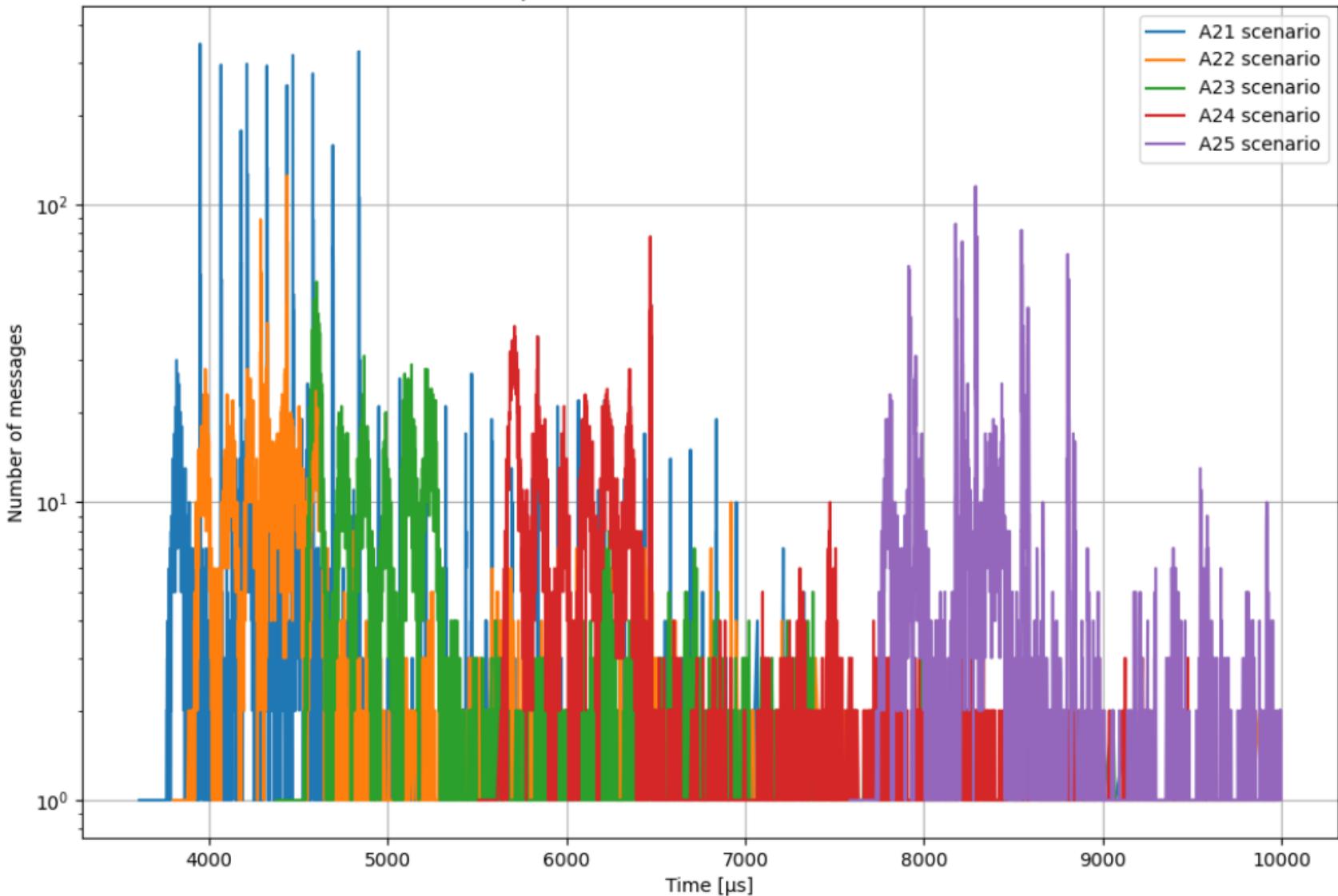
název	CPU	Flash	RAM
<b>ESP32</b> Espressif	dual-core Xtensa LX6 (160 nebo 240 MHz)	pouze externí	320 kB (SRAM)
<b>ESP32-S2</b> Espressif	single-core Xtensa LX7 (240 MHz)	pouze externí	320 kB (SRAM)
<b>ESP8266</b> Espressif	Xtensa L106 (80 nebo 160 MHz)	pouze externí	32 kB instrukce 80 kB data
<b>Pico W</b> Raspberry Pi	dual-core Cortex-M0+ (133 MHz)	16MB (off-chip flash)	264kB

# PROTOKOL ESP-NOW

- 2. vrstva ISO/OSI modelu
- *callback* funkce, broad/unicast
- limity protokolu



Round-trip time with ESP NOW in different scenarios

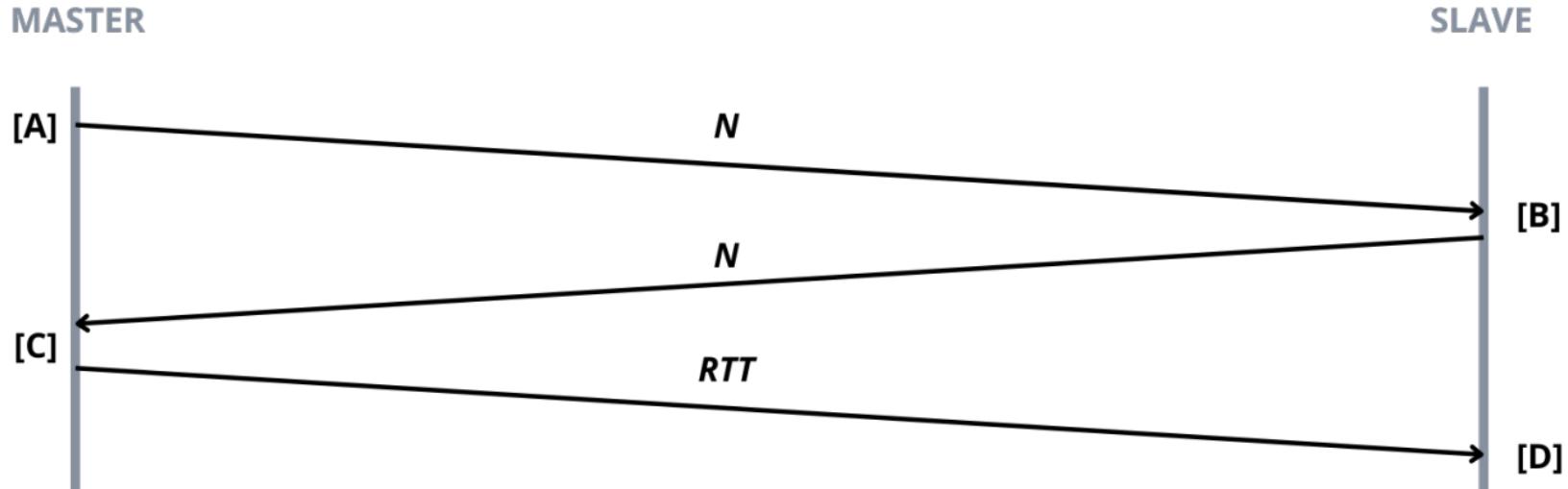


# ROZBOR PROBLÉMU

- určení pořadí událostí  
→ kauzalita / časová značka
- dílčí problémy
  - synchronizace času DS
  - distribuce logů
  - distribuce seznamu zařízení DS

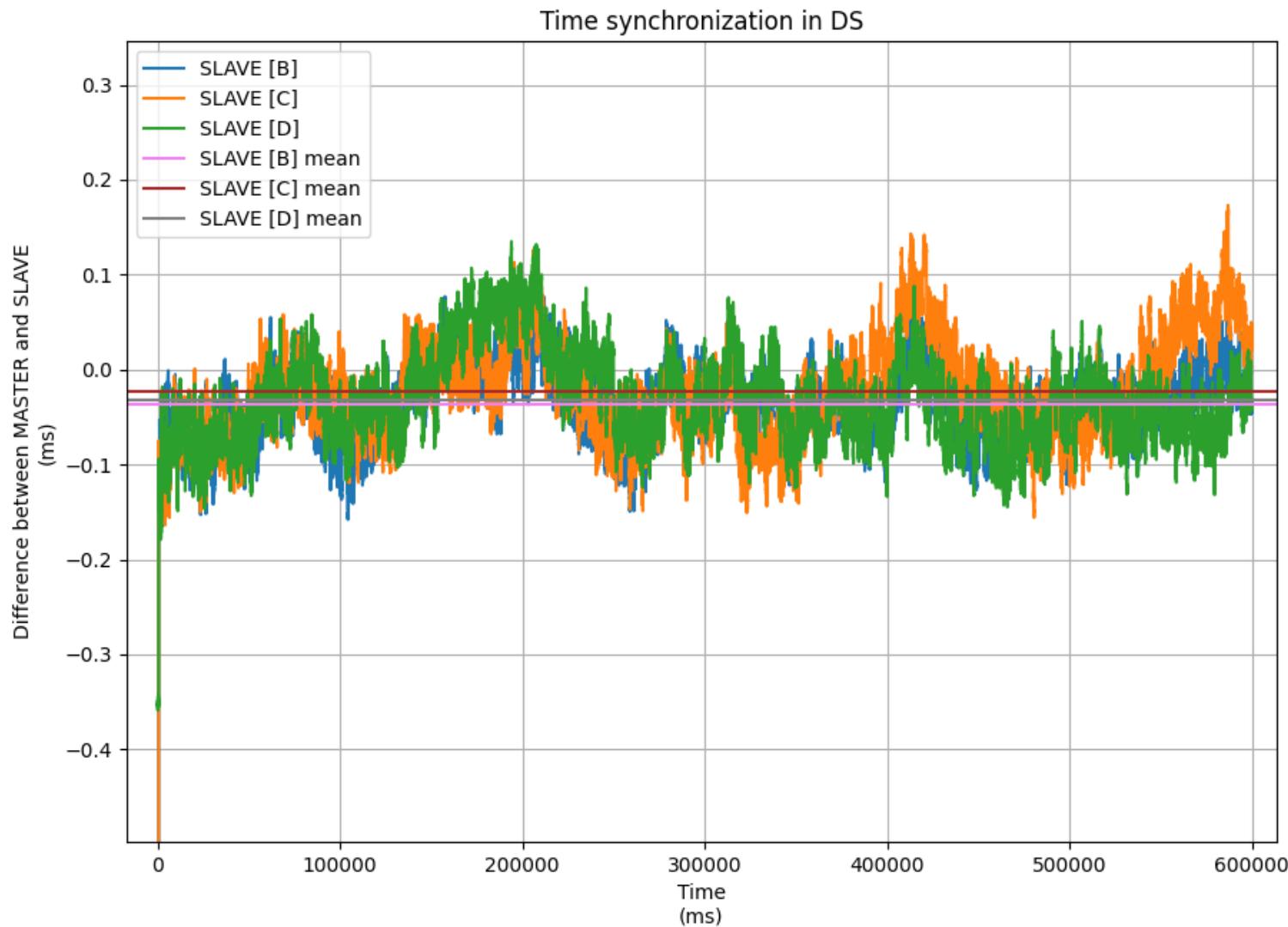
# SYNCHRONIZACE ČASU

- výpočet doby přenosu  $D$
- $D = \frac{RTT}{2}$

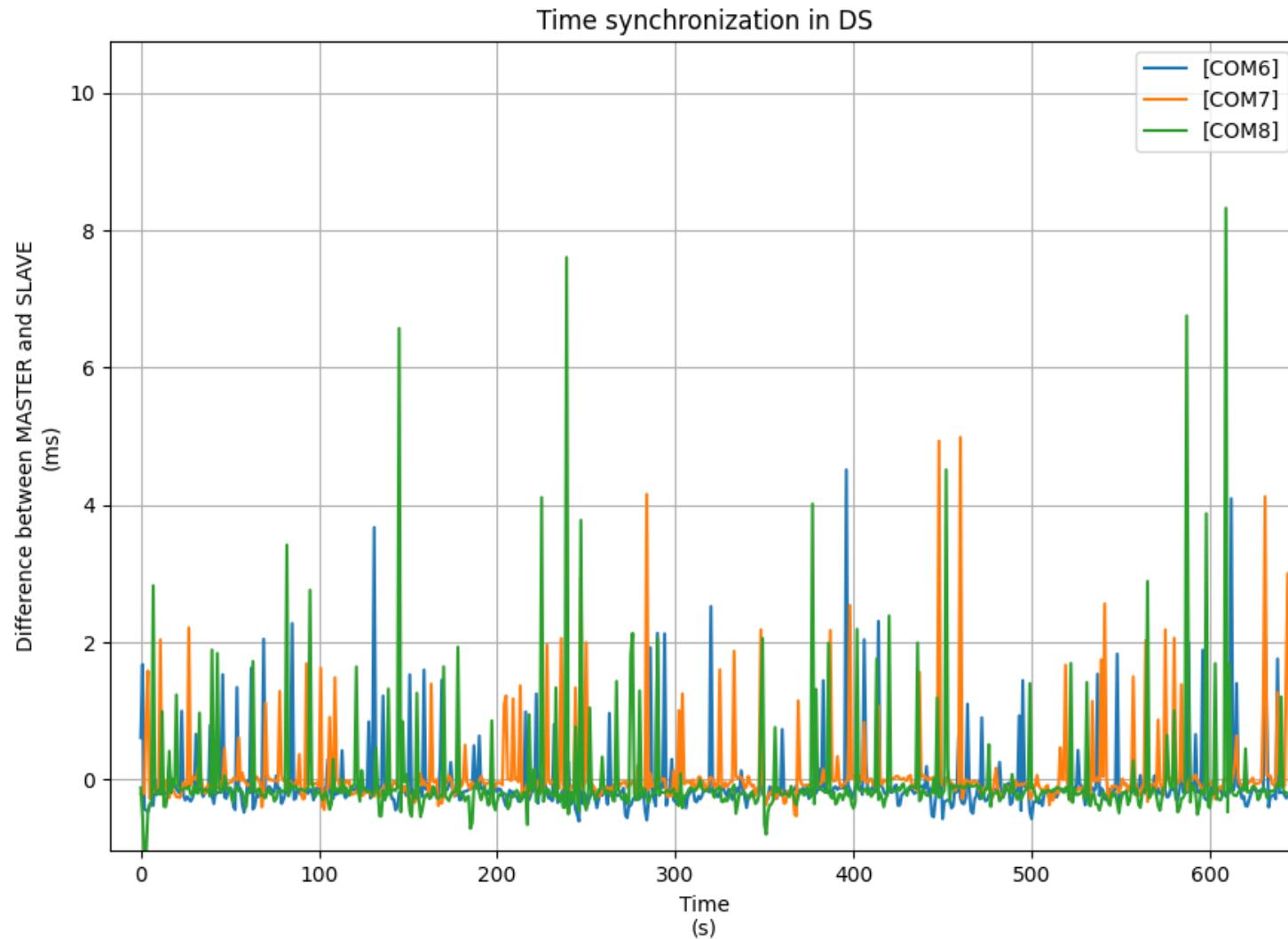


- $T_M = T_S + \bar{D} + O$

# Simulace



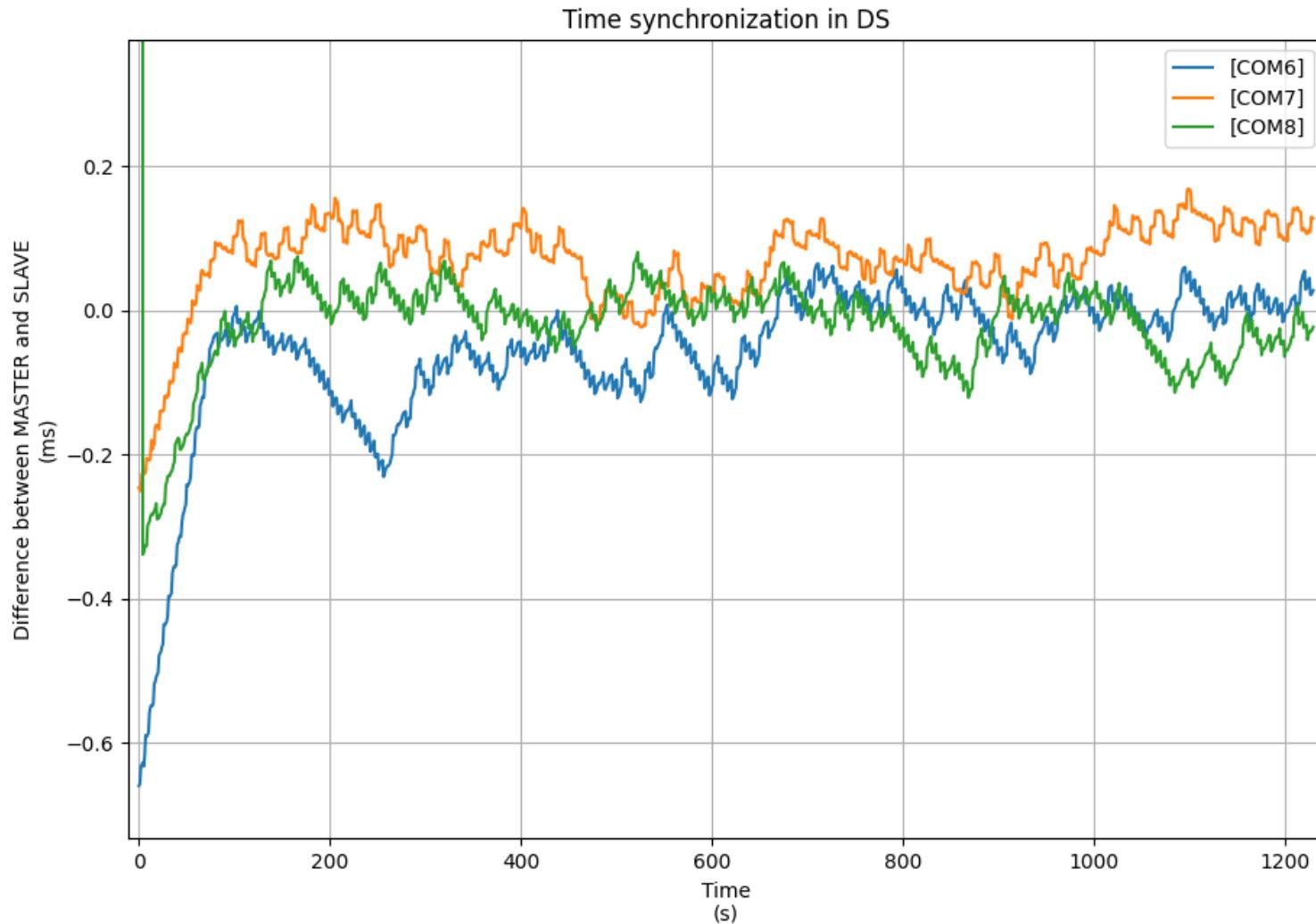
# Reálný hardware



# SYNCHRONIZACE ČASU

- na reálném zařízení negativní vliv velikých chyb a provozu FreeRTOS
- změna algoritmu:
  1. synchronizace je prováděna tradičně dokud není chyba  $O$  menší než  $O_{lim}$
  2. jakmile je chyba  $O$  minimalizovaná, upravuj čas maximálně o konstantu  $K$

# Reálný hardware

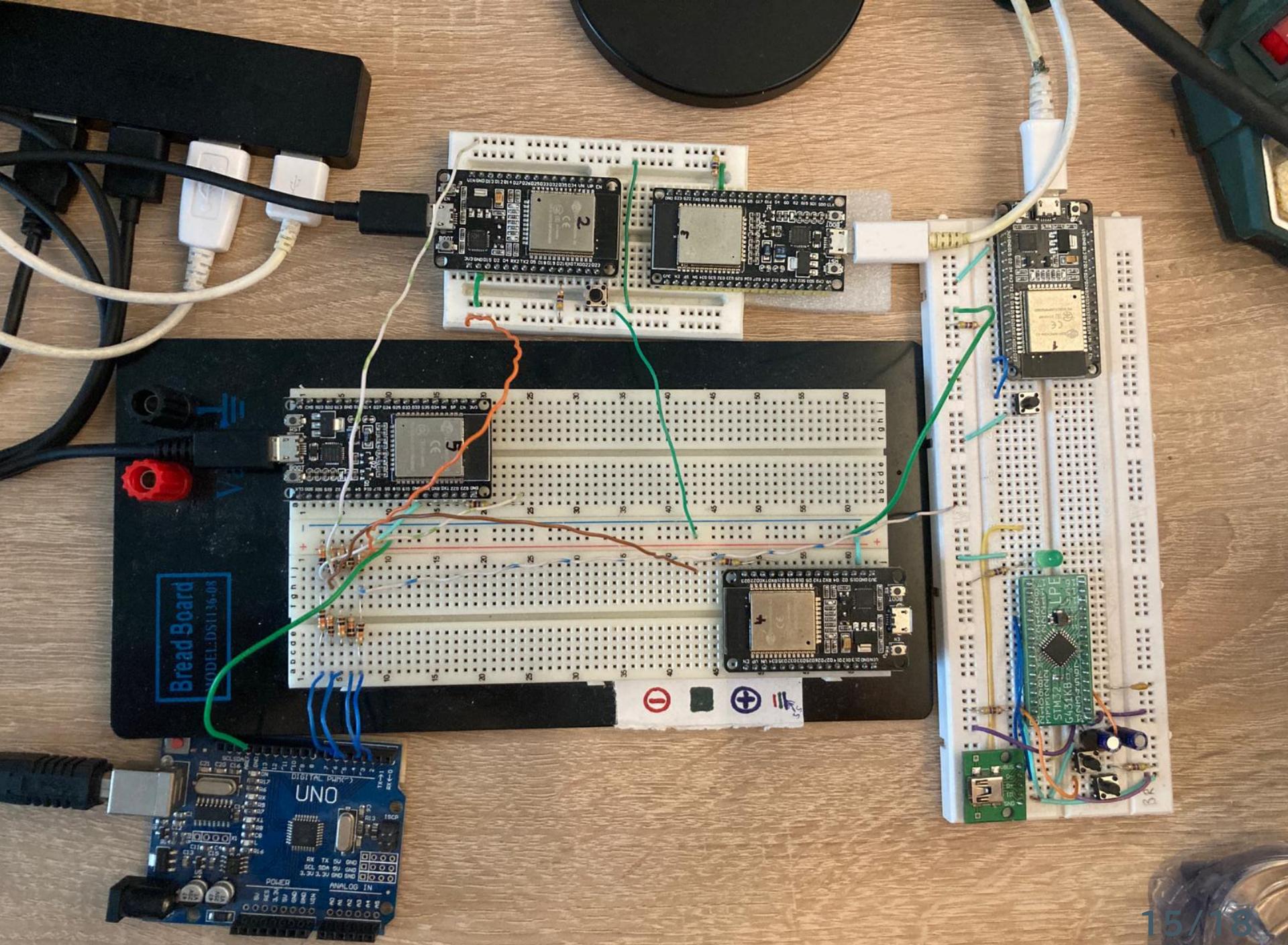


# **CELKOVÝ ALOGRITMUS**

- 1. Registrace zařízení do DS**
- 2. Běžný chod (epochy)**
  - 1. volby lídra**
  - 2. běžný provoz (logy, čas)**
- 3. Terminace zařízení z DS**

# REALIZACE

- FreeRTOS, ESP-IDF
- základem je stavový automat
- unifikovaná velikost zprávy
- Doxygen dokumentace



# **SHRNUTÍ**

- uspořádání dle časové značky
- splněna maximální chyba 1 ms
- ESP-NOW, ESP-IDF a FreeRTOS
- poškození modulů a časová náročnost při práci s hardwarem

# BUDOUCNOST PROJEKTU

- webový server
- robustnější distribuce logů
- podsítě
- mechanický návrh tlačítka a celého zařízení

# **DISTRIBUOVANÝ SYSTÉM IOT ZAŘÍZENÍ ŘEŠÍCÍ PROBLÉM KONSENZU**

