VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | CENTRUM ENERGETICKÝCH A ENVIRONMENTÁLNÍCH TECHNOLOGIÍ | VÝZKUMNÉ ENERGETICKÉ CENTRUM

Zpráva č. 104/21
Automatický systém pro monitorování provozních parametrů spalovacích zařízení

Report No 104/21
Automatic system for monitoring operational parameters of combustion plants

Projekt LIFE IP - Zlepšení kvality ovzduší (LIFE18 IPE/SK/000010) podpořila Evropská unie v rámci programu LIFE

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Výzkumné energetické centrum
tř. 17. listopadu 2172/15
708 00 Ostrava – Poruba

IČO 61989100
DIČ CZ 61989100
ČSOB a.s.
127089559/0300

Tel.: 597 324 285
Fax: 597 324 295
Email: vec@vsb.cz
https://vec.vsb.cz/cs/

Projekt:	Projekt LIFE IP - Zlepšení kvality ovzduší (LIFE18 IPE/SK/000010)
Datum provedení měření:	17.2.2021
Vedoucí úkolu:	Ing. Jiří Horák, Ph.D.
Vypracoval:	Jiří Kremer, Ing. František Hopan, Ph.D.,
Datum vypracování:	20.12.2021
Listů:	11
Rozdělovník:	1 ks elektronický archiv VEC

Obsah

1. Úvod 3
2. Požadavky na sběrač dat 4
3. Stavba loggerů 4
4. Vývoj SW pro sběrač dat 6
5. Validace sběračů dat 11

1. Úvod

V rámci řešení projektu LIFE IP-Zlepšení kvality ovzduší (LIFE18 IPE/SK/000010) bylo postaveno celkem 10 sběračů dat (loggery) pro měření a archivaci reálných provozních parametrů z provozu spalovacích zařízení na pevná paliva. Dokument popisuje požadavky na systém sběru dat a způsob ukládání dat na server. Na základě definovaných požadavků bylo sestaveno deset sběračů dat, které jsou určeny pro instalaci ve zvolených domácnostech.

Introduction (in English language)

As part of the LIFE IP-Improvement of Air Quality project (LIFE18 IPE/SK/000010), a total of 10 data collectors (loggers) were built for measuring and archiving real operational parameters from the operation of solid fuel combustion plants. The document describes the requirements for the data collection system and the way of storing data on the server. Based on the defined requirements, ten data collectors were built for installation in selected households.

2. Požadavky na sběrač dat

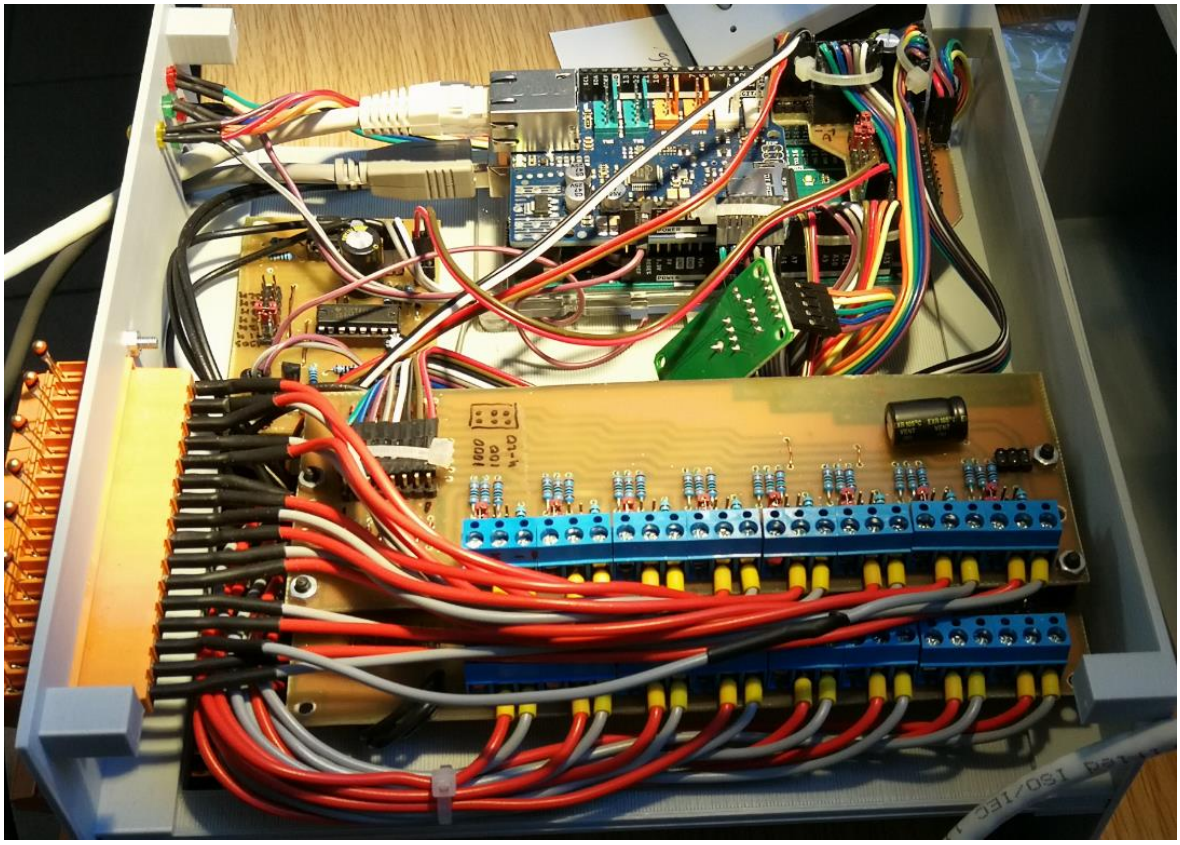
Pro výrobu sběračů dat byly stanoveny tyto požadavky:

- Dostupnost komponentů pro stavbu, nízká cena
- měření teplot teplotními čidly NTC, Pt100, Pt 1000, termočlánky typu K
- snímání dat ze zařízení s výstupním proudovým převodníkem 4 – 20 mA
- snímání dat ze zařízení s napěťovým výstupním převodníkem 0 – 10 V.
- snímání dat ze zařízení s pulsním výstupem
- odesílání dat přes datovou mobilní síť

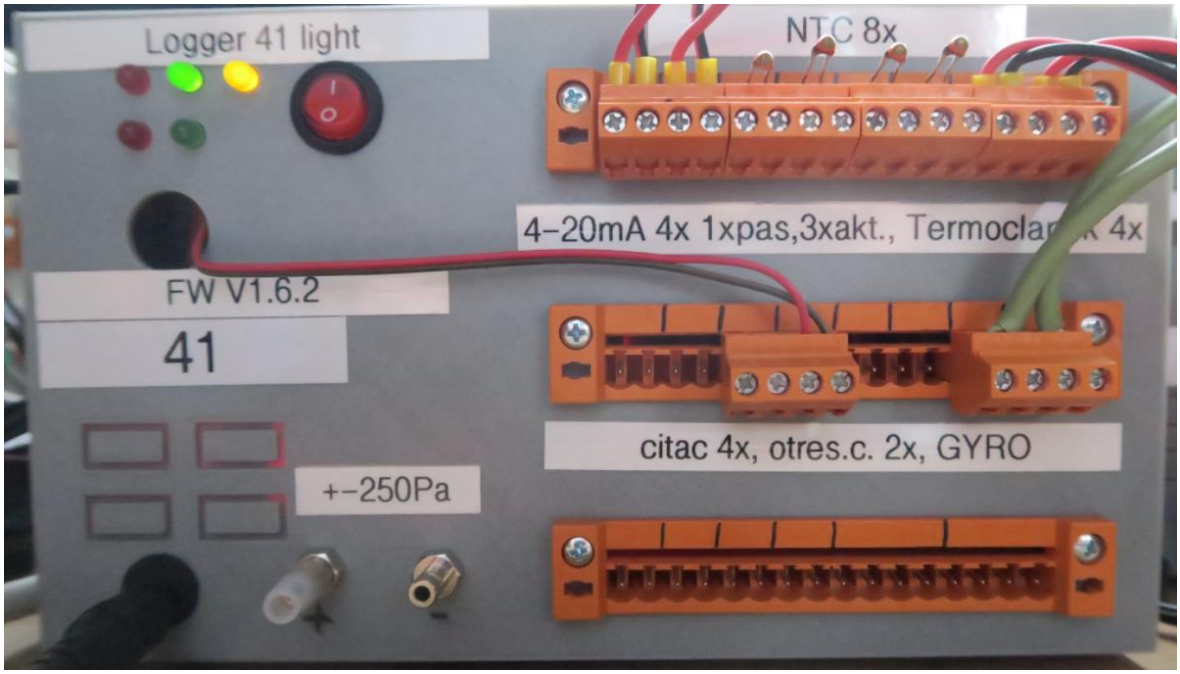
3. Stavba loggerů

Na základě stanovených požadavků na sběrač dat bylo přistoupeno k jeho návrhu a výrobě. Jako základ pro stavbu sběrače dat byla zvolena platforma Arduino Mega. K této platformě byly navrženy a postaveny desky měřících vstupů. Vyrobené sběrače měly 16 analogových volně konfigurovatelných vstupů, 4 pulsní vstupy, 2 vstupy pro připojení otřesových čidel a jeden vstup pro připojení snímače pohybu. Sběrače bylo nutno naprogramovat, aby měřené elektrické signály přepočítávaly na měřené fyzikální veličiny (teploty, tlaky, průtoky vody, apod.) a následně tyto hodnoty v daných intervalech posílaly do centrální databáze umístěné http://vsb.cernik-net.com/.

Vnitřní uspořádání sběrače dat je na obr. č. 1, čelní panel sběrače dat je na obr. č. 2 a příklad instalace v kotelně je uveden na obr. č. 3.



obr. č. 1 Sběrač dat – vnitřní uspořádání



obr. č. 2 Sběrač dat – čelní panel

4. Vývoj SW pro sběrač dat

Pro modul Arduino Mega 2560 byl napsán SW, který umožňuje čtení naměřených dat z desek s měřícími vstupy, umožňuje čtení měřených dat přes Arduino SW (IDE) a odesílá naměřená data do webového úložiště. Jako nadstavba webového úložiště dat byla naprogramována grafická část pro zobrazení aktuálních i archivních naměřených dat.

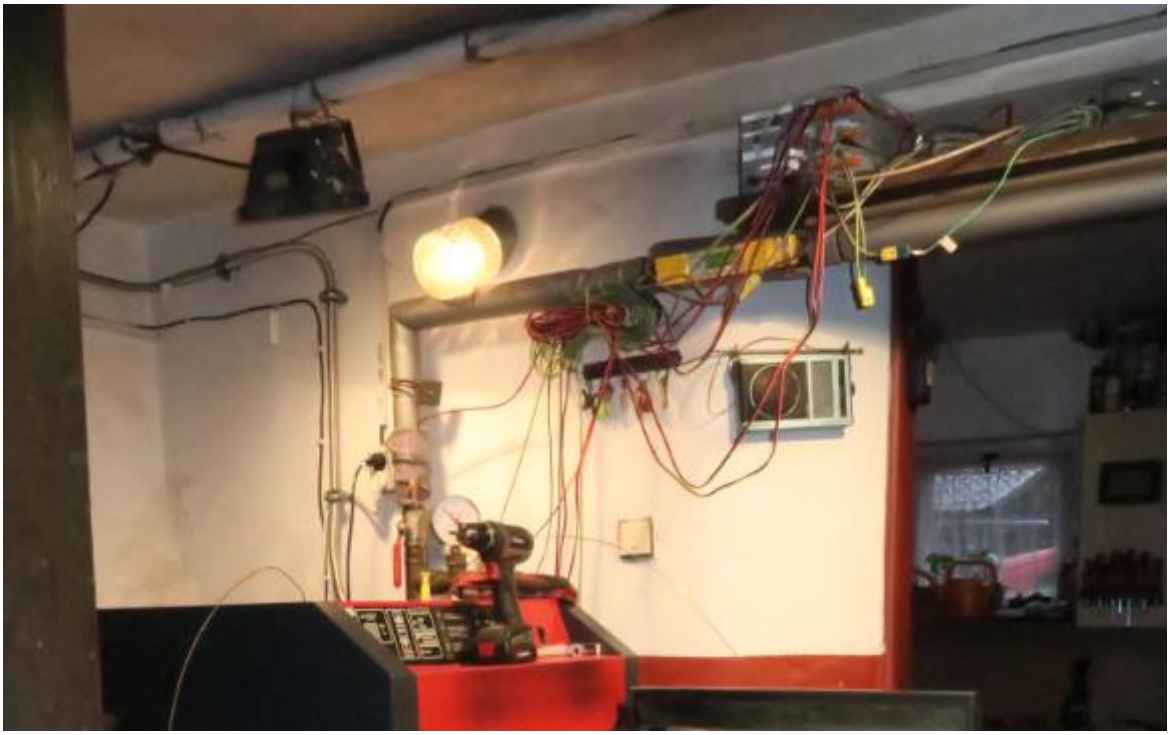
Napsání kompletního SW pro modul Arduino Mega 2560 předcházelo:

- Vytvoření skriptu zápisu dat na SD
- Vytvoření skriptu odesílání DAT na FTP
- Vytvoření skriptu obsluhy hodin reálného času
- Vytvoření skriptu samplování dat a struktury datového souboru
- Vytvoření skriptu při uložení a načtení souboru – LAN, aktivní kanály, typy snímačů, kalibrační konstanty
- Vytvoření skriptu pro duální hodiny – záskok v případě selhání
- Vytvoření skriptu pro obnovení IP adresy
- Vytvoření skriptu pro opožděné odeslání dat přes FTP v případě poruchy komunikace
- Vytvoření skriptu pro čítačové vstupy pro záznam pulzů z vodoměrů, elektroměrů

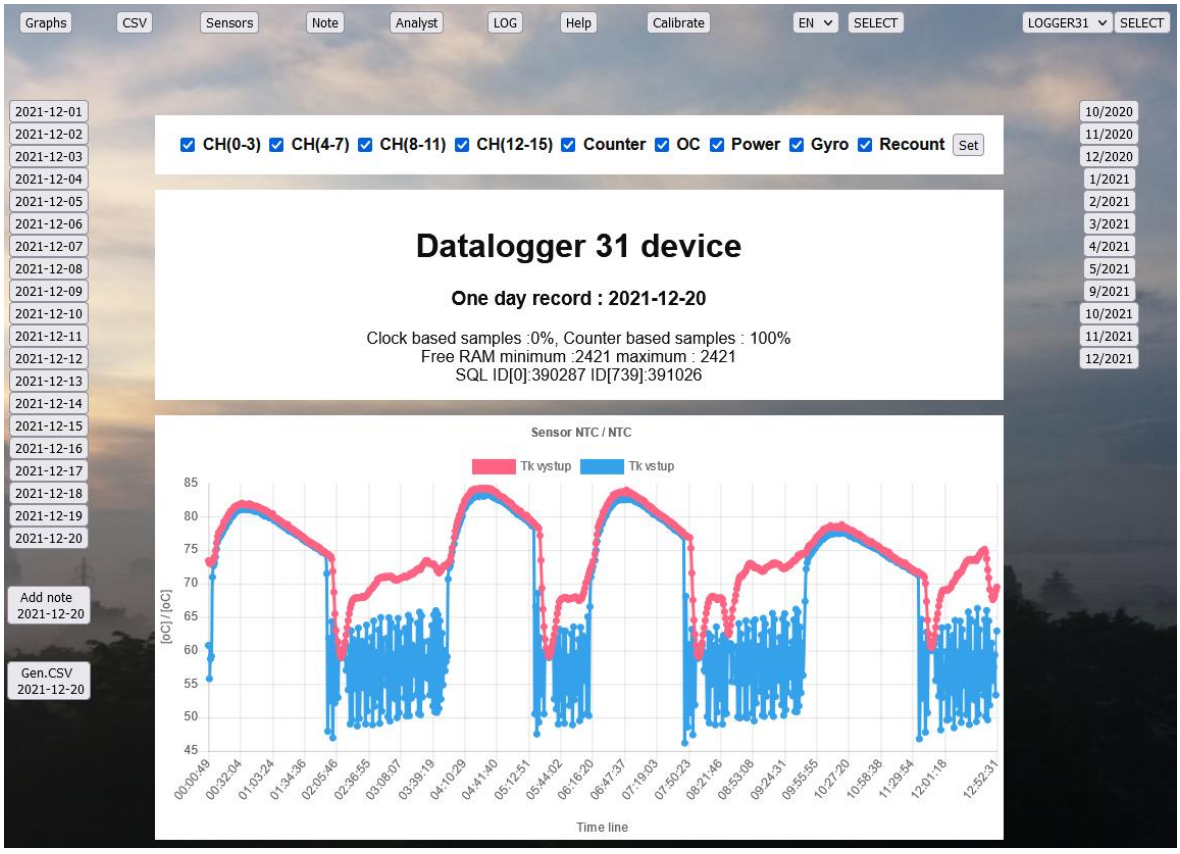
Pro provoz webové aplikace pro sběr a zobrazení naměřených dat bylo třeba:

- Vytvoření skriptu PHP pro zpracování dat a trasfer do SQL
- Vytvoření skriptu WWW stránek pro prezentaci/zobrazení logovaných hodnot

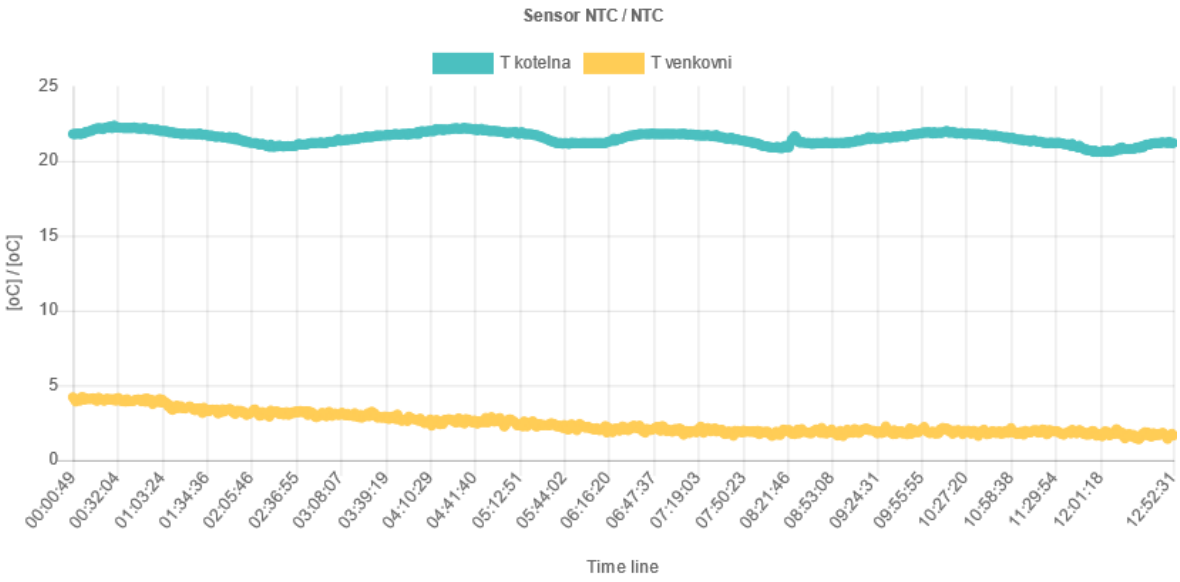
Ukázky webového rozhraní zobrazuje graf č. 1 až graf č. 9.



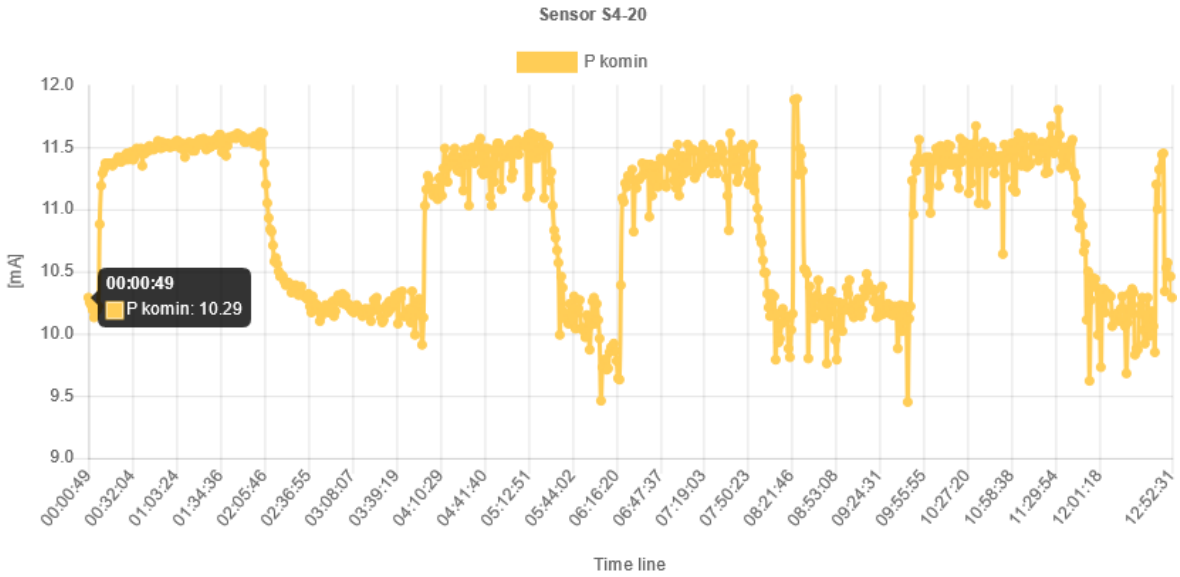
obr. č. 3 Sběr dat – příklad instalace v kotelně



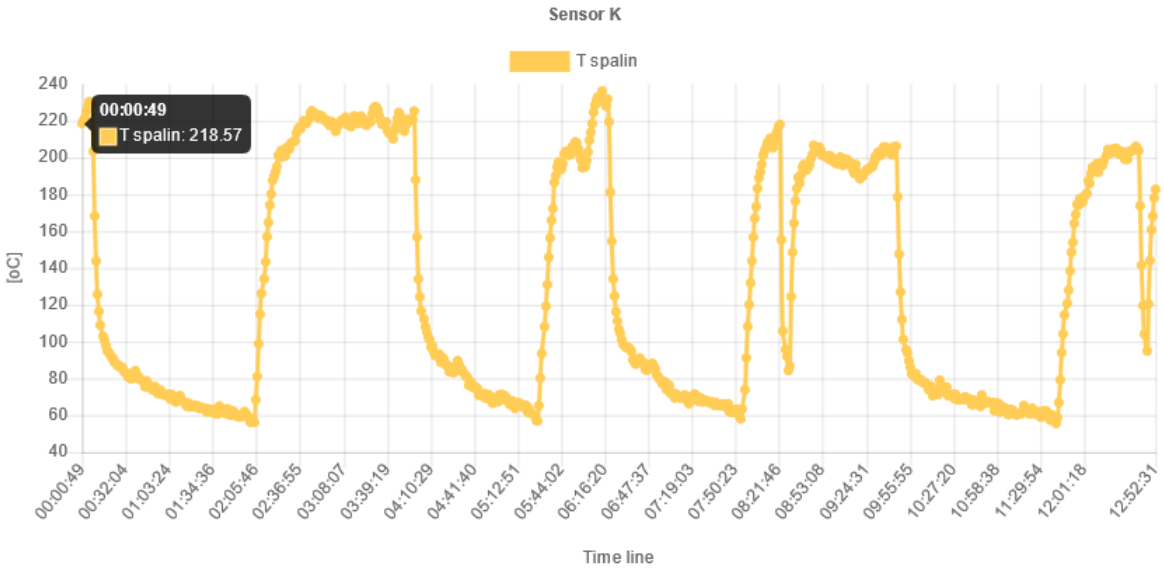
graf č. 1 Graf záznamu teplot otopné vody a menu webového rozhraní



graf č. 2 Graf záznamu teplot v kotelně a venku



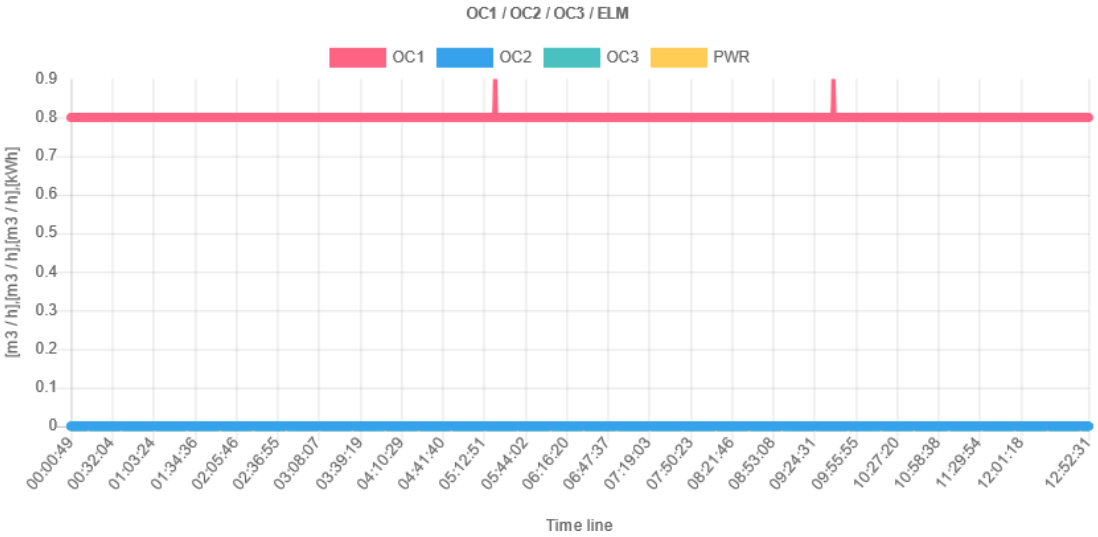
graf č. 3 Graf průběhu komínového tahu – surové hodnoty



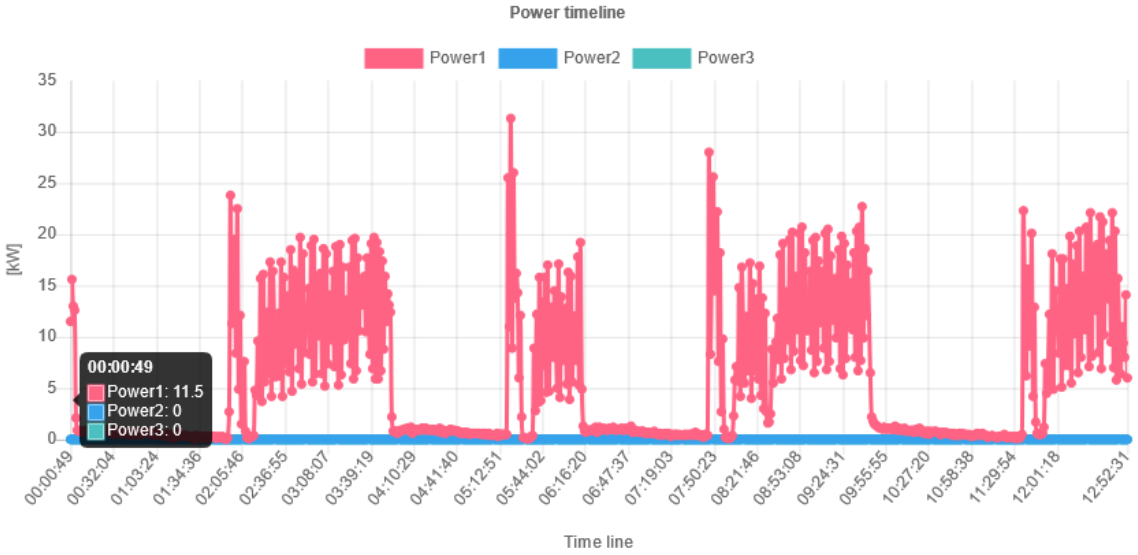
graf č. 4 Graf průběhu teploty spalin



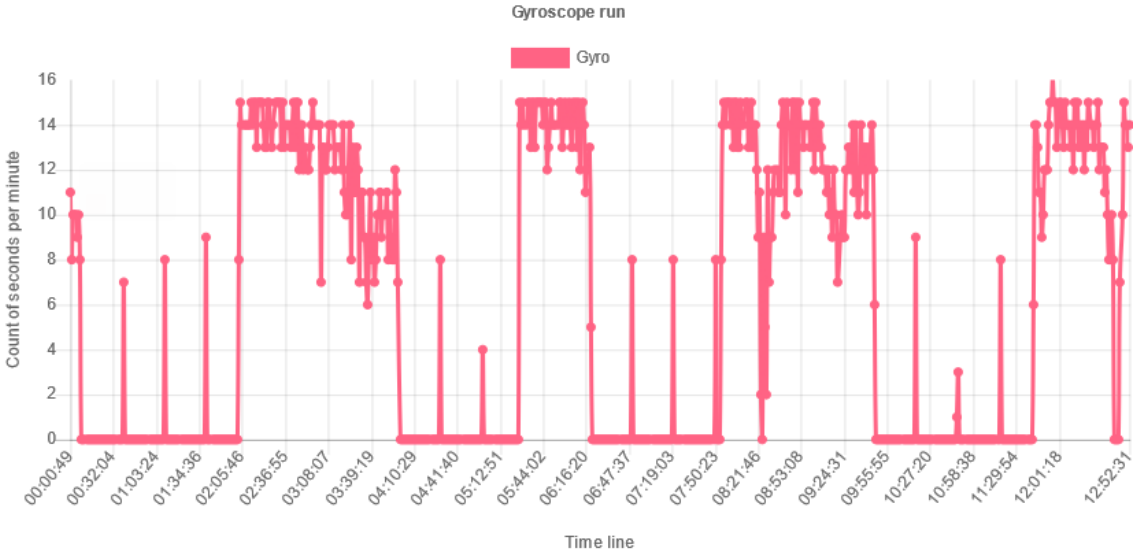
graf č. 5 Graf záznamu počtu pulsů z průtokoměru



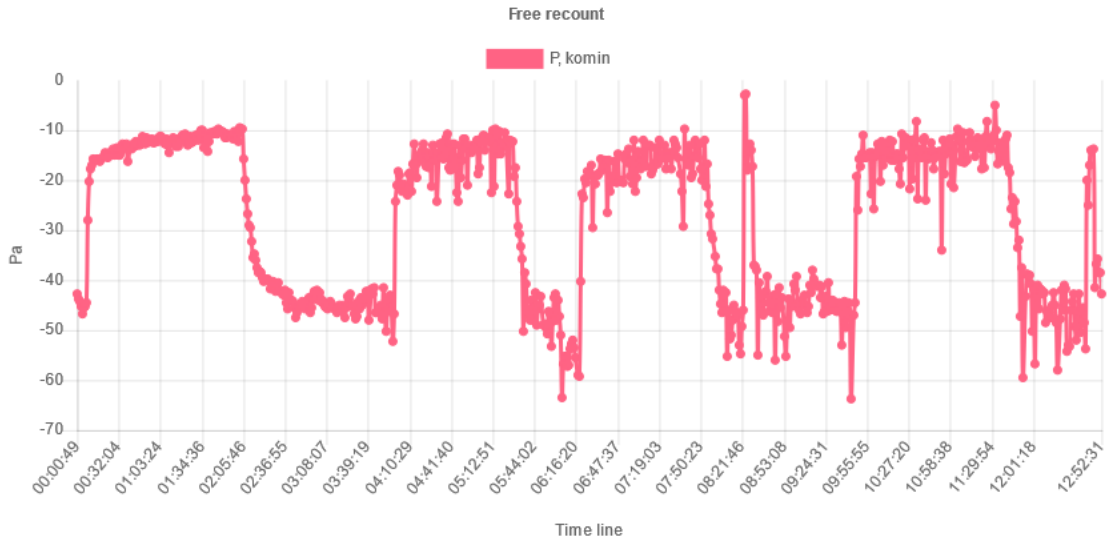
graf č. 6 Graf průtoku otopné vody kotlem



graf č. 7 Graf průběhu výkonu



graf č. 8 Grafické znázornění doby chodu podavače paliva



graf č. 9 Graf průběhu komínového tahu

5. Validace sběračů dat

Všechny sběrače dat bylo před montáží nutné validovat, tj. ověřit správnost měřících vstupů. Provedenými validacemi bylo zjištěno, že sběrače dat měří teplotu termočidly typu NTC s odchylkou maximálně -1,6 °C +0,9 °C, u termočlánků typu „K“ (pro měření vysokých teplot v rozsahu od 0 °C do 1300 °C) s odchylkou -2,7 °C + 9,12 °C a u proudových vstupů s odchylkou -0,05 mA +0,05 mA. Vstupy termočidel typu NTC pro měření teploty vstupní výstupní otopné vody byly nastaveny tak, aby měřily rozdíl teploty vody s co největší přesností. U těchto měřících vstupů bylo dosaženo maximální odchylky mezi kanály 0,2°C. Uvedené odchylky měření jsou pro zamýšlené použití dostačující.