

## System pro zpracování naměřených dat, predikci a vyhodnocení poruch a prediktivní údržbu FVE

### Popis výsledku

---

PROJEKT TK03020144

IMPLEMENTACE DIAGNOSTIKY A PREDIKTIVNÍ ÚDRŽBY  
PRO EFEKTIVNÍ ŘÍZENÍ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN  
AUTONOMNÍMI PROSTŘEDKY

České vysoké učení technické v Praze (hlavní příjemce)

Enprotech a.s.

Decci servis s.r.o.

“TMV SS“ spol. s r.o

31. 1. 2023

---

## 1. ZÁKLADNÍ FUNKCIONALITA

Primárním vstupem aplikace jsou data o elektrickém zapojení a fyzickém rozložení elektrárny. Dalším zdrojem dat jsou naměřené hodnoty a snímky jednotlivých panelů. Aplikace na jejich základě odsimuluje a vyhodnotí vliv poškození jednotlivých panelů na jejich výkon. Poté uživateli doporučí nejvhodnější akce

Po získání snímků panelů jsou panely klasifikovány podle poškození, a je jim přiřazena příslušná komponenta v ngspice. Na základě jejich elektrického zapojení je následně poskládáno celé schéma pro každý měnič. Následně je každý měnič odsimulován samostatně.

Díky potenciálně velkému množství simulačních dat je nutné brát v potaz nutnou paralelizaci. Proto byl zvolen následující postup provádění simulace.

Backend vygeneruje schémata pro jednotlivé měniče a vloží je do fronty. Následně jsou jednotlivé schémata odebírány ngspice kontejnery, které jsou pouze zodpovědné za výpočet a odeslání výsledku zpět na backend. Je tedy možno spustit libovolné množství kontejnerů a práci tím paralelizovat.

## 2. ROZDĚLENÍ

Aplikace je rozdělena do 3 částí.

- backend
- frontend
- ngspice kontejner

Jednotlivé části mezi sebou komunikují přes síť. Toto rozdělení bylo voleno především díky snadné škálovatelnosti, kdy zejména u velkých elektráren je nutné zpracování velkého množství simulací, které by nemuselo být na jednom stroji zvládnutelné. Bylo tedy nutné brát v potaz nutnost horizontálního škálování pro simulační část.

### FRONTEND

Uživatelská část aplikace je webová aplikace postavená na technologii React. Tato technologie je často používána pro dynamické single-page aplikace, jako je právě tato. Veškerá data jsou získávána z backendu http komunikací.

Tento způsob byl zvolen především kvůli kompatibilitě. Není nutno nic instalovat. Uživatel k přístupu nepotřebuje nic víc než webový prohlížeč. Také zde není nutnost aktualizace softwaru. Z pohledu uživatele tedy odpadá většina problémových částí. Z pohledu vývojáře se minimalizuje nutnost technické podpory uživatelů, zjednodušuje se proces testování, kdy aplikace není závislá na platformě.

### BACKEND

Serverová část aplikace je postavená na jazyce typescript v kombinaci s Node.js, konkrétně na frameworku Nest.js. Tento způsob byl zvolen především díky snadné škálovatelnosti a podpoře pro asynchronní IO, rychlosti a ceně vývoje. Jedná se o poměrně robustní framework pro vývoj enterprise aplikací, který podporuje veškeré zamýšlené funkcionality.

Tato část aplikace neprovádí žádné složité výpočty, primárně načítá/zapisuje data z/do databáze a komunikuje s klientskou částí. Většina aplikačního času je tedy strávena na IO operacích.

Deployment této části aplikace probíhá v docker kontejneru, pro jednoduchost vývoje a nezávislost na konfiguraci konkrétního stroje.

### DATABÁZE

Pro primární data byla použita sqlite3 databáze. Hlavním faktorem byla zejména nutnost práce s offline daty při generování dat. Každá elektrárna bude ve vlastní databázi tak, aby týmy mohli při měření jednoduše používat kopii celé databáze lokálně, za použití běžných nástrojů.

Následně jsou naměřená data zamergována do originální databáze.

Běžně zohledňované negativní aspekty použití sqlite3 (serializace zápisů), zde nepředstavují problém, jelikož téměř všechna data jsou zapsána jednorázově, a následně se nad touto databází očekávají téměř výhradně read operace.

V budoucnu bude nutno přidat sekundární databázi společnou pro všechny elektrárny, na systémová nastavení a řízení přístupu. I zde je ale sqlite3 plně postačující.

## UKLÁDÁNÍ DAT

Pro ukládání zejména snímků jednotlivých panelů a neočištěných výsledků simulací je současné době je používáno lokální úložiště. Hlavním faktorem je velké množství dat v testovací fázi projektu, kde by poplatky za přenos dat na externí poskytovatele úložiště snadno mohly řádově navýšit náklady na projekt.

## NGSPICE KONTEJNER

Jedná se o samostatnou instanci backendu, která je spuštěna v kontejneru s instalací Ngspice a nepřijímá http traffic. Pouze odebírá schémata k simulaci z fronty. S tímto schématem následně spustí ngspice simulaci jako externí proces, a po jeho ukončení odešle výsledek zpět.

### 3. POHLED UŽIVATELE

Uživatel dostane do aplikace přístup po dokončení měření. Jeho prvním krokem bude nastavení základních rozhodovacích parametrů pro výhodnost jednotlivých řešení výměny. K dispozici je mu jednoduchý formulář s příslušnými poli.

The screenshot shows a web interface with a sidebar on the left containing menu items: 'Elektrické zapojení', 'Mapa', 'Simulátor', and 'Nastavení'. The 'Nastavení' (Settings) page is active, displaying a form titled 'Nastavení' with four input fields and a 'Uložit' (Save) button. The fields are: 'Výkupní cena Kč/kWh' with the value '5', 'Plánovaná životnost počet let' with the value '13', 'Cena výměny panelu Kč' with the value '1000', and 'Cena nového panelu Kč' with the value '0'.

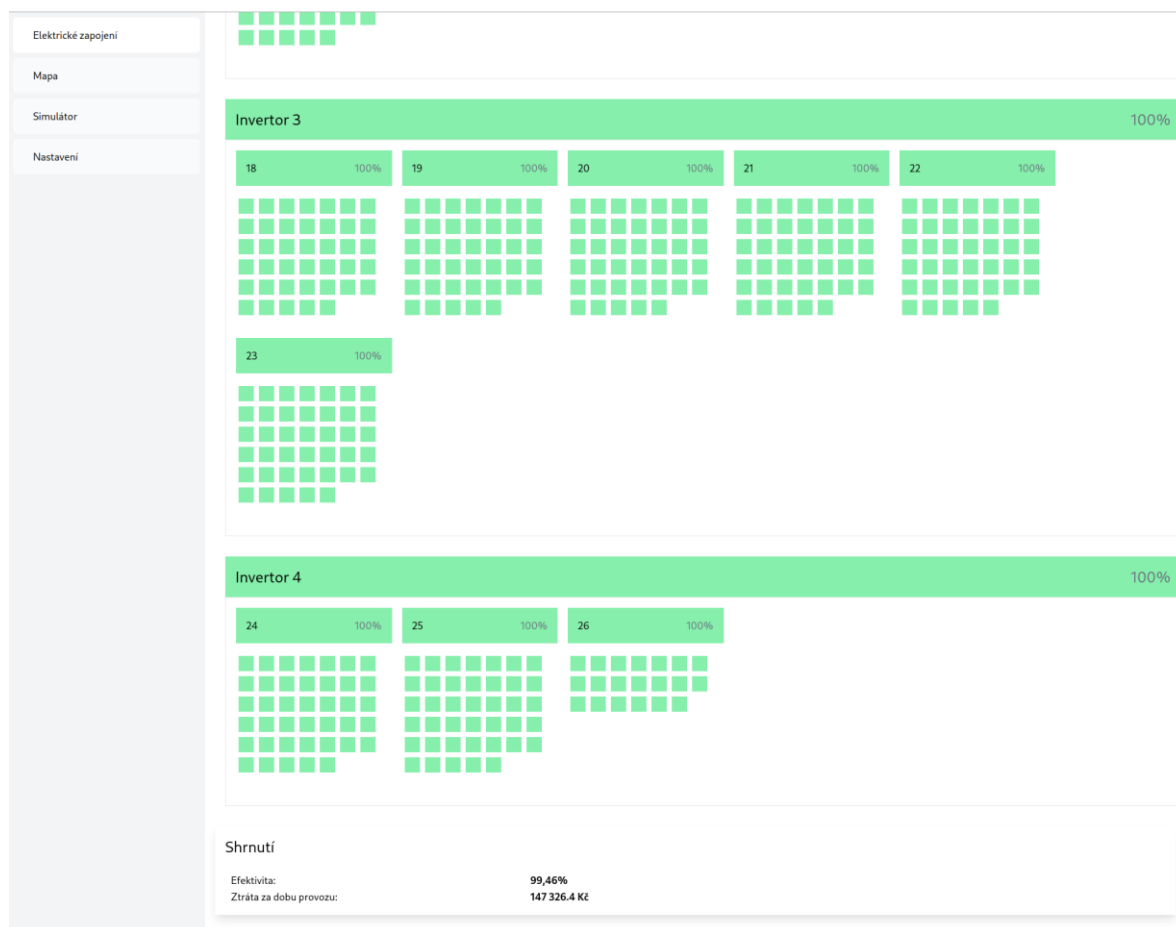
Dále má uživatel k dispozici několik pohledů na celou elektrárnu.

#### POHLED NA ELEKTRICKÉ ZAPOJENÍ

Uživateli je zobrazeno elektrické zapojení jednotlivých měničů, stringů a panelů, společně s barevným označením ukazující jejich relativní poškození. Dále je u každého stringu a měniče zobrazena hodnota relativní ztráty výkonu. Uživatel má možnost označit vybrané panely a přejít do pohledu na mapu, kde se mu vybrané panely zobrazí zvýrazněné a vycentrované.

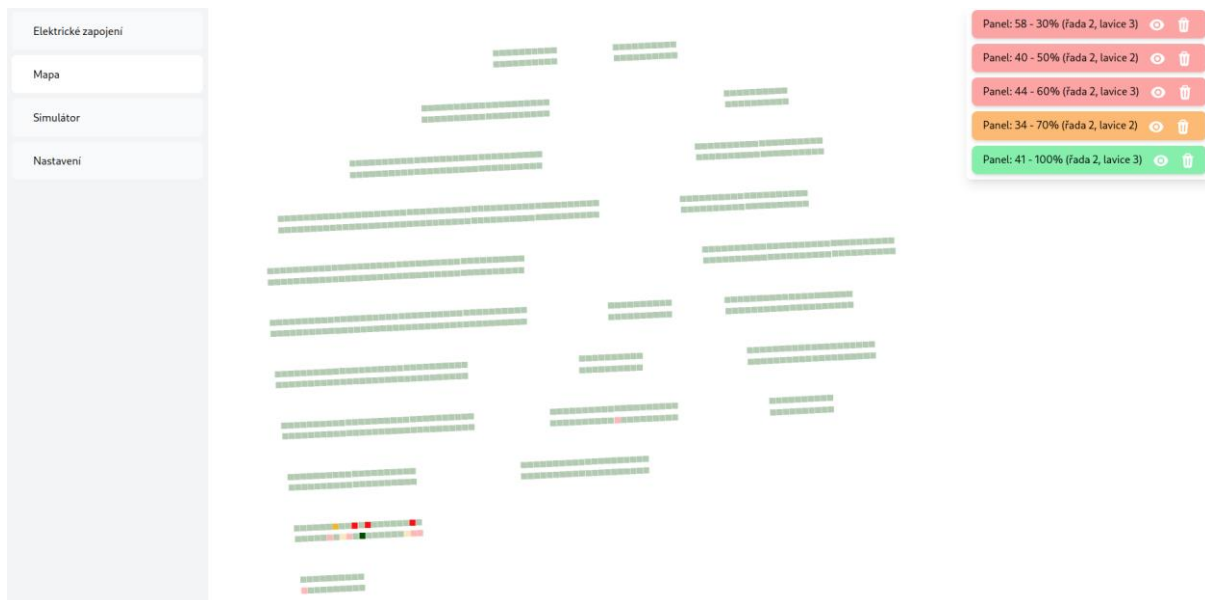


Dále zde má uživatel k dispozici celkový souhrn ztrát. V budoucí verzi přibudou právě zejména agregované statistiky.



## POHLED NA MAPU

Pohled na mapu je užitečný pro snadnou lokalizaci rozbitých panelů. Tento pohled může být primárně použit techniky při zásahu či opravách. Je možno jednoduše přecházet mezi pohledem na mapu a elektrické zapojení, a snadno tak vyhledávat konkrétní panely s největšími ztrátami.

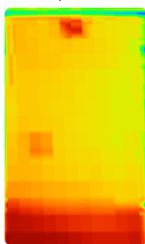


## POHLED NA KONKRÉTNÍ PANEL

Po prokliku na konkrétní panel má uživatel k dispozici získané snímky panelu, data výstupu simulace a vyvozené závěry a doporučené akce. Grafy jsou generovány pomocí knihovny recharts, s poměrně vysokým stupněm interaktivity. Celou stránku je možné jednoduše uložit do PDF pomocí nativního převodu webového prohlížeče. Převod na serverové straně je prováděn pro hromadné exporthy pomocí headless prohlížeče stejným způsobem.

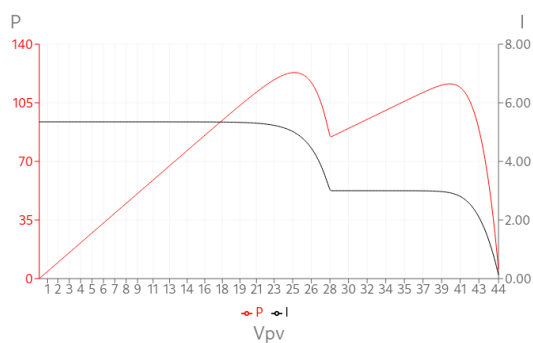
Řada: "5", Lavice "11", Pozice 0:0

Snímky

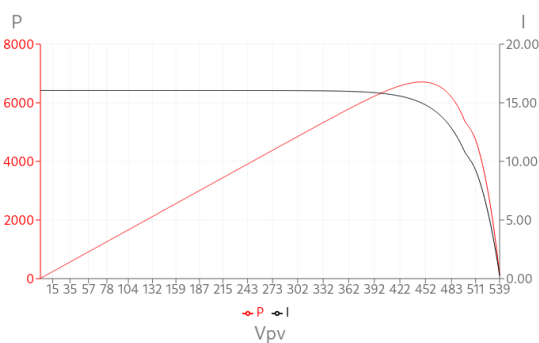


Data

Modul



Měnič



Shrnutí

MPP	Nepoškozený	Odhadovaný stav	Ztráta za dobu životnosti:	12735.39Kč
Ztráta	188.3493W	123.04W	Riziko selhání:	100%
		65.31W	Doporučená akce:	Výměna

Zjistěna kritická závada: ANO



---

## 4. SHRUTÍ

Aplikace jako celek dává uživateli jednoduchý nástroj na evaluaci stavu elektrárny, kde uživatel jednoduše vidí problémové panely, a na základě doporučených akcí může takřka okamžitě vidět možné úspory.

Logika vyhodnocování stavu elektrárny je uživateli skryta, a jsou mu prezentovány pouze srozumitelné výsledky nutné pro minimalizaci ztrát.