

# Analýza licích křivek s využitím neuronové sítě

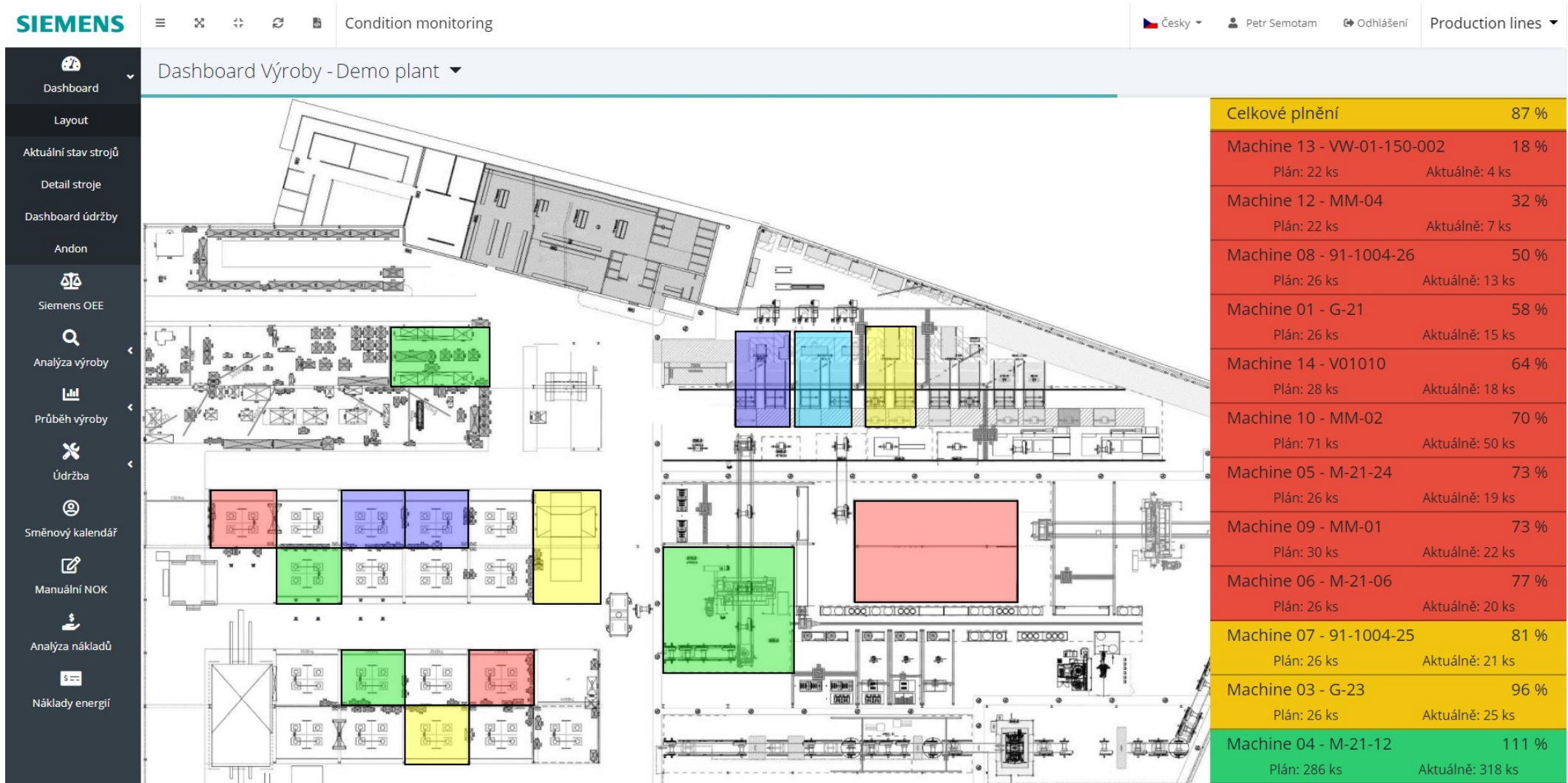
Technical Computing Camp 2021

Siemens Customer Services

# CS Condition Monitoring

## Ukázka systému – Layout výrobní haly

siemensanalyse.com



# CS Condition Monitoring

## Ukázka systému – Průběh výroby (Provozní stavy)

siemensanalyse.com





# CS Condition Monitoring

## Ukázka systému – Analýza CNC alarmů a PLC hlášení

siemensanalyse.com

SIEMENS
Condition monitoring

- Dashboard
- Siemens OEE
- Analýza výroby
- Průběh výroby
- Údržba
- Alarmy
- Statistika poruch
- Analýza os
- Motohodiny os
- Motohodiny strojů
- iBase
- Směnový kalendář
- Manuální NOK
- Analýza nákladů
- Náklady energií

### Alarmy / hlášení

Historie alarmů / hlášení s přehledem TOP 10

**Machine 01** | Celková doba: 43:45:29 | Celkový počet: 7

10 nejčastějších | 10 nejdéle trvajících | Výpis všech | Aktivní alarmy 1

Kód Alarmu	Priorita	Doba	Počet	Text
10621	Vysoká	02:53:52	4	Kanál K1 Osa Z stojí na softwarovém koncovém spínači %3
3000	Střední	40:51:37	3	Nouzové vypnutí

**Hlášení** | Celková doba: 41:22:48 | Celkový počet: 1138

10 nejčastějších | 10 nejdéle trvajících | Výpis všech | Aktivní hlášení 2

Kód Hlášení	Priorita	Doba	Počet	Text
510210	Vysoká	04:03:40	236	ESP Zablokování načtení M - funkce
701238	Vysoká	11:29:33	232	WzW:Probíhá cyklus výměny nástroje!
701262	Vysoká	02:29:36	188	WzW:
510011	Vysoká	04:16:00	113	VSP Vřetenno se nenachází v předepsané oblasti
700141	Vysoká	01:35:14	55	Hlavní dveře odblokovány
700009	Vysoká	00:58:48	54	Počkat na připravenost posilovače os k provozu
700140	Vysoká	01:33:35	54	Hlavní dveře otevřeny
700235	Vysoká	00:46:41	52	Stroj je vypnut
510109	Vysoká	02:40:57	45	Probíhá funkce M
510208	Vysoká	02:42:57	45	Zablokování načtení z PLC

**Machine 02** | Celková doba: 33:39:06 | Celkový počet: 61

10 nejčastějších | 10 nejdéle trvajících | Výpis všech | Aktivní alarmy 1

Kód Alarmu	Priorita	Doba	Počet	Text
------------	----------	------	-------	------

Manuál - Machine 01, Alarm: 3000

Priorita: Střední

**Postup**  
Alarm vymažte tlačítkem RESET ve všech kanálech této skupiny režimů provozu. Znovu spusťte program součásti.

**Definice**  
Na rozhraní NCK/PLC je požadavek na NOUZOVÉ VYPNUTÍ (DB 10, DBX 56.1).

**Číslo**  
3000

**Text**  
Nouzové vypnutí

**Parametry**

**Reakce**

- Zablokování startu NC v tomto kanálu.
- NC není připraven k provozu.
- Skupina režimů provozu není připravena k provozu, má účinek také na samostatné osy.
- Zpoždění reakce na alarm je zrušeno.
- Stop NC při alarmu.
- Výpis alarmu.
- Budou aktivovány signály rozhraní.

**Opatření**  
Informujte prosím autorizovaný personál/servis. Odstraňte příčinu NOUZOVÉHO VYPNUTÍ a potvrďte NOUZOVÉ VYPNUTÍ přes rozhraní PLC/NCK (DB 10, DBX 56, Bit 2).

**Poznámky**

- 04.10.2019 16:03:54 | AUD user test
- 01.11.2019 11:36:24 | Jaromír Vrkoc test2
- 01.04.2020 11:43:15 | Jaromír Vrkoc totalstop
- 16.04.2020 11:01:14 | Jaromír Vrkoc popis řešení
- 23.06.2020 10:58:18 | Jaromír Vrkoc

# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## Popis projektu

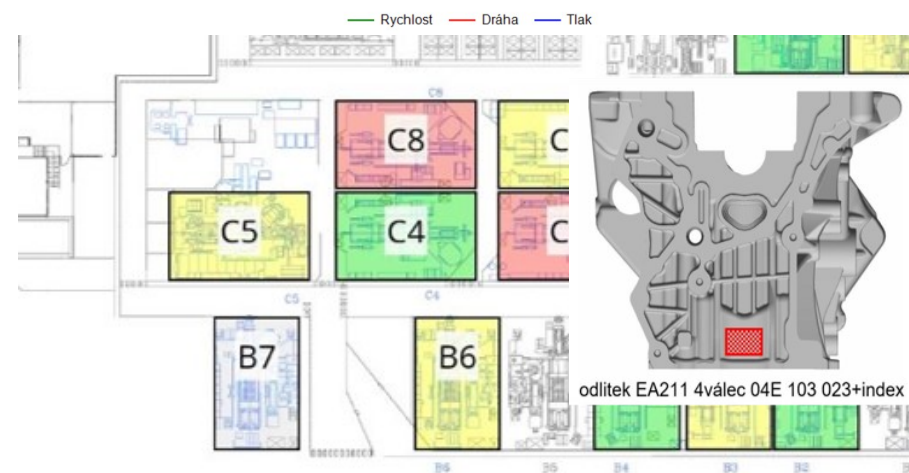
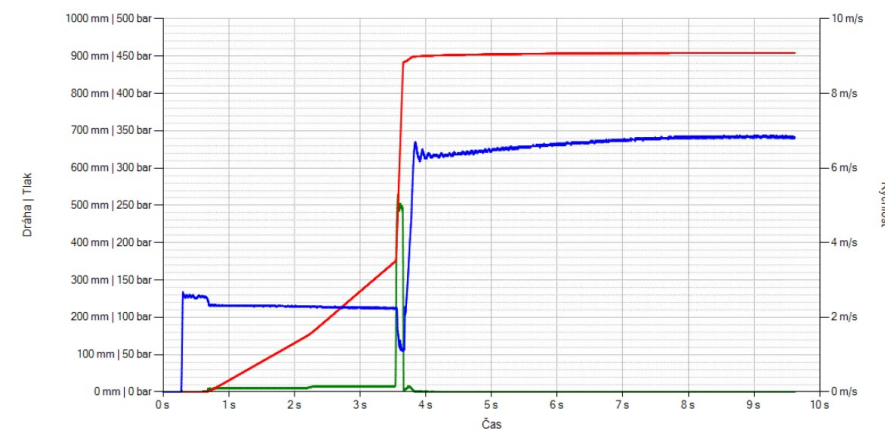
### Analýza licích křivek

- Automatická identifikace anomálií licích křivek s cílem rychlého vyřazení potenciálně vadného odlitku z dalšího procesu zpracování
- K identifikaci využít DMC kód a licí křivky příslušného odlevu (tlak, rychlost, pozice)
- Klasifikační model postaven s využitím speciálního druhu rekurentní sítě (RNN) - LSTM neuronové sítě
- Implementace do stávajícího systému Condition Monitoring
- Cíle projektu:
  - Snížení počtu vadných kusů
  - Automatizace kontroly
  - Zpřesnění analýzy licích křivek
  - Kategorizace anomálií
  - Rychlost zásahu / opatření
  - Schopnost analyzovat více dat
  - Flexibilita a distribuce modelu

DMC Data Matrix code

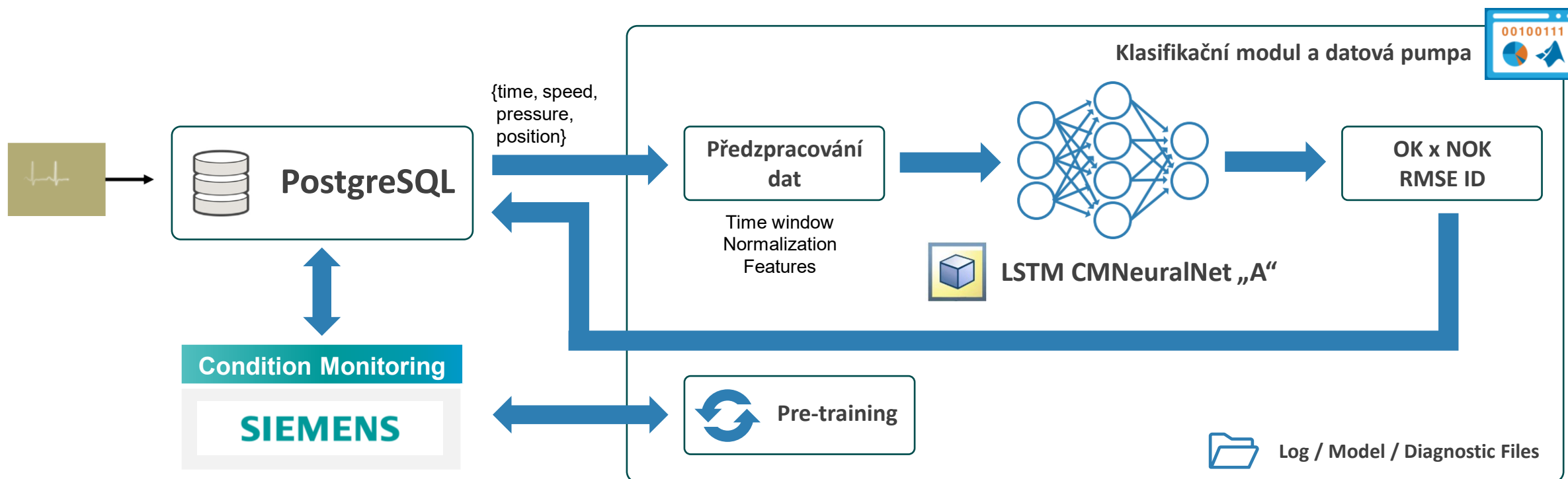
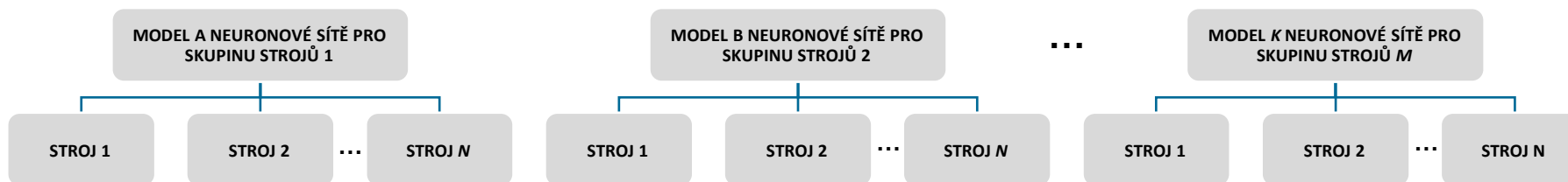
RNN Recurrent neural network – Rekurentní neuronová síť

LSTM Long short-term memory



# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

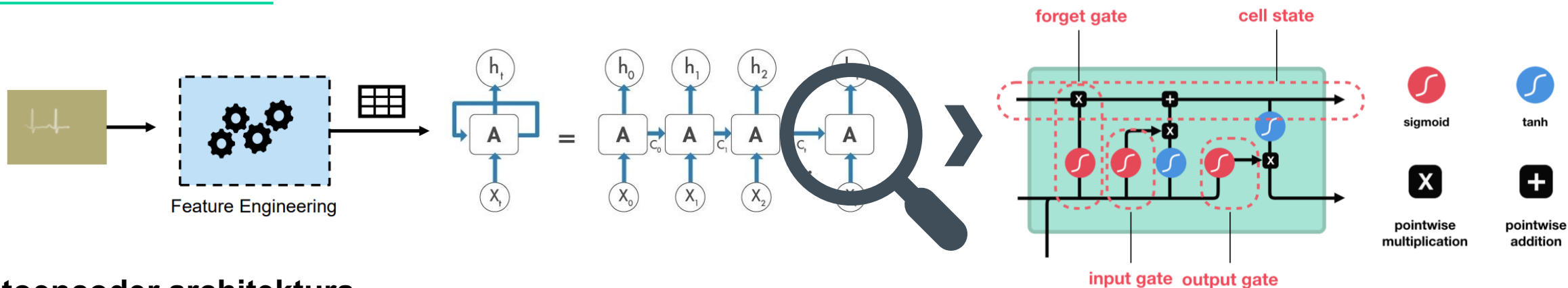
## Konfigurace a schéma klasifikačního modulu / datové pumpy



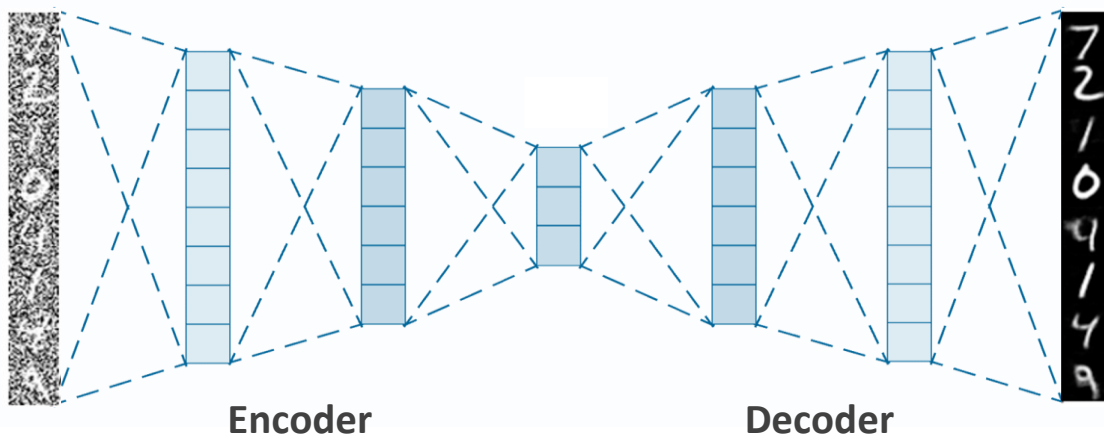
# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## LSTM a Autoencoder neuronové sítě

### LSTM architektura



### Autoencoder architektura

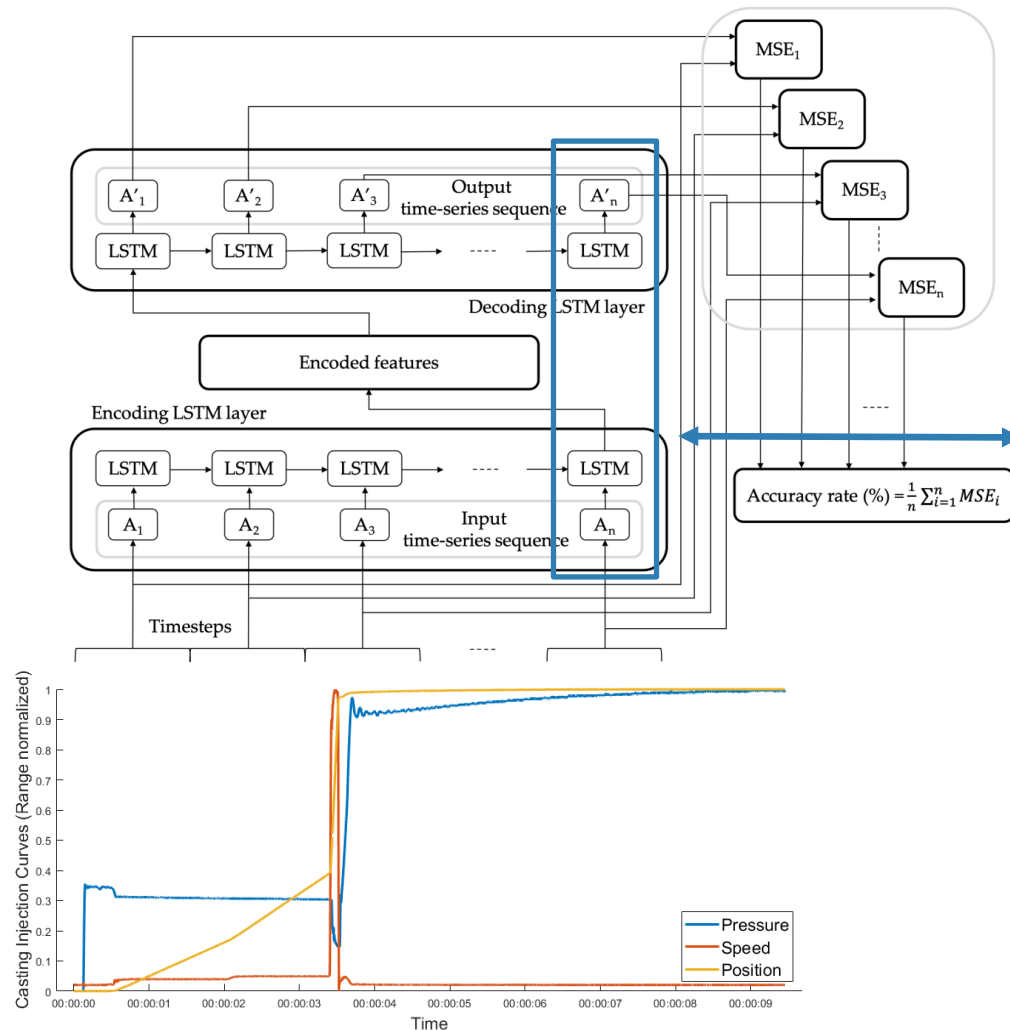


- LSTM jsou speciální druh rekurentních neuronových sítí, schopné zapamatovat si dlouhodobé informace a závislosti
- Autoencoder je neuronová síť, která se snaží komprimovaný vstup rekonstruovat do své původní podoby s co nejmenší chybou.

# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## Technické řešení – LSTM Neural Network

# Architektura LSTM - CMNeuralNet



MSE Mean-square-error  
 BiLSTM Bidirectional LSTM  
 ReLU Rectified Linear Unit

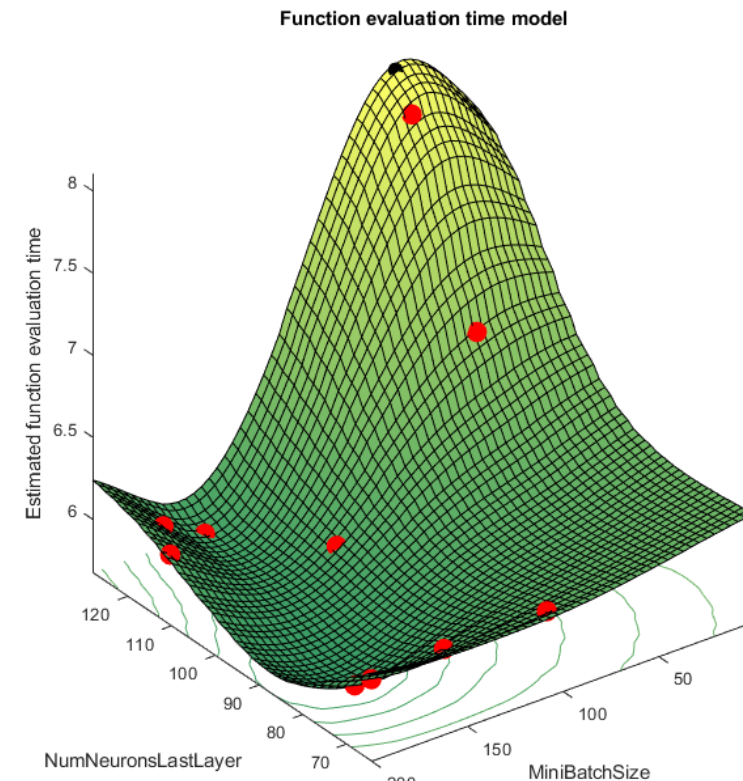
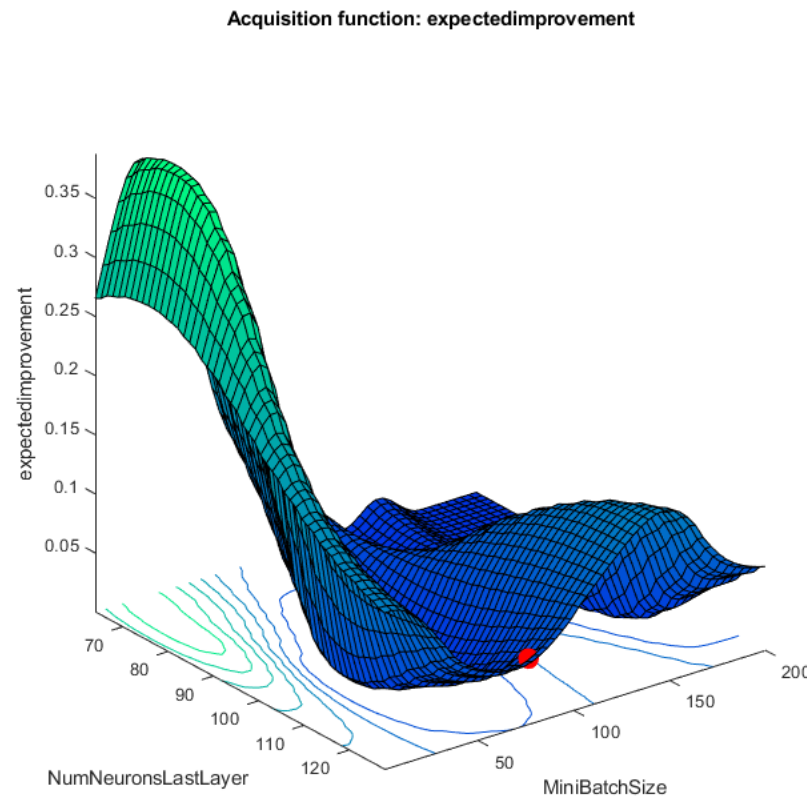
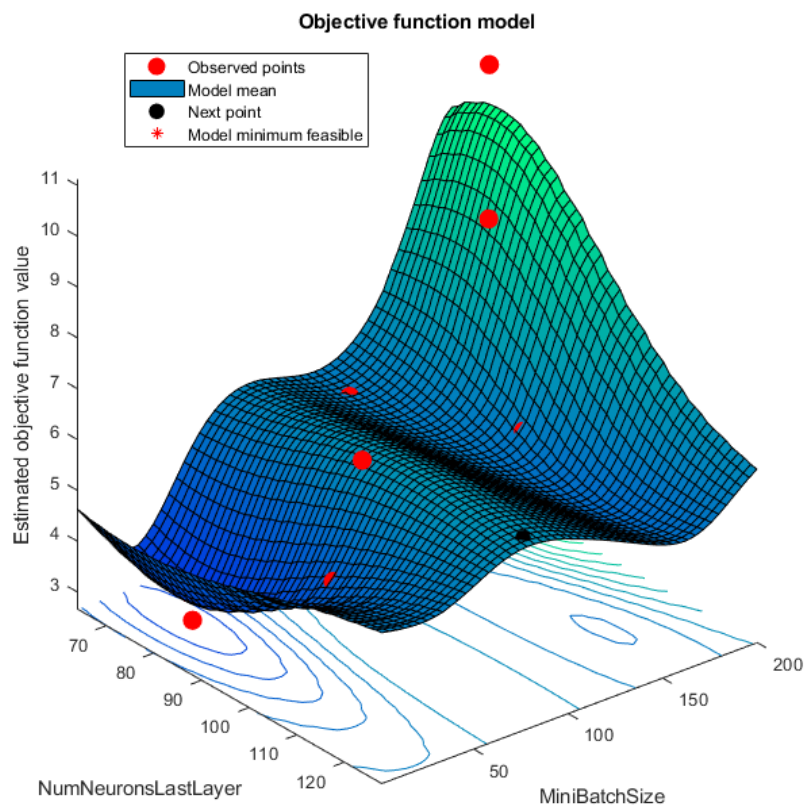


# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## Technické řešení – LSTM Neural Network

# Optimalizace hyperparametrů

## Bayesian Optimization



# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## Technické řešení – LSTM Neural Network

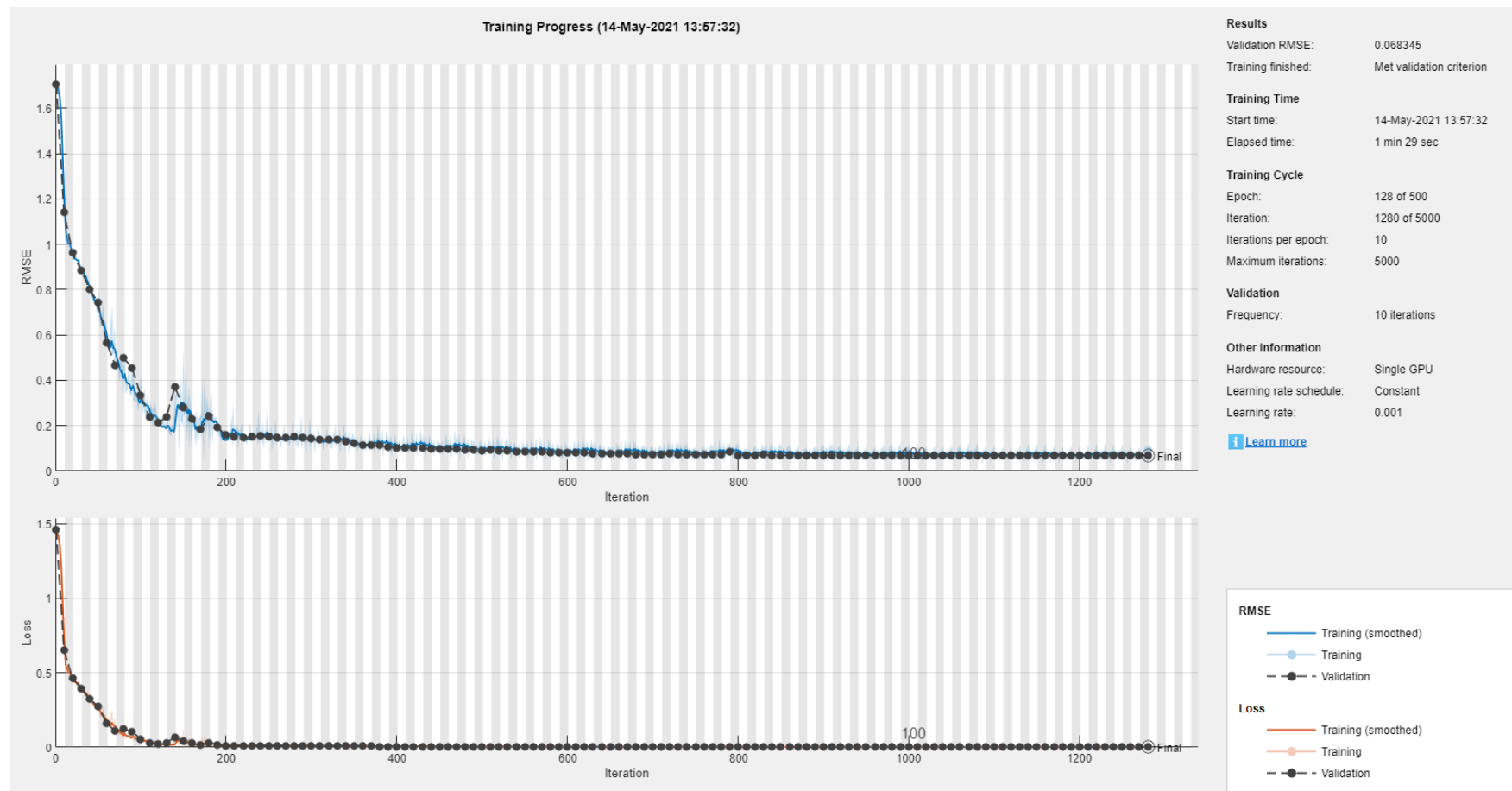
### Proces učení CMNeuralNet

- Definovaná architektura LSTM neuronové sítě se učí na vstupujících normalizovaných datech (parametry licích křivek – např. RMS) (pro vývoj 500 health křivek)
- Lze pozorovat postupně snižující se hodnotu RMSE ve vztahu na průběh učení (jednotlivé iterace)
- Doba učení vývojového LSTM modelu je 1 min. 29 sec. s využitím GPU a s přesností:

Validation RMSE  $\approx 0.068$

$$RMSE(\theta, q) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{v=1}^N (\theta - \theta_{vq})^2}$$

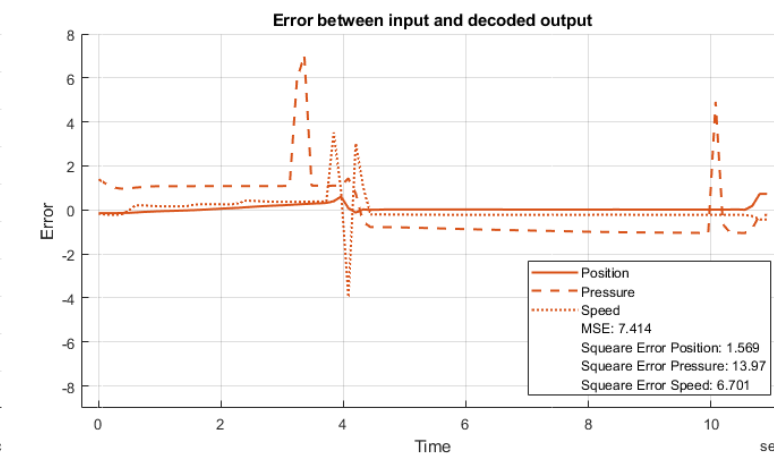
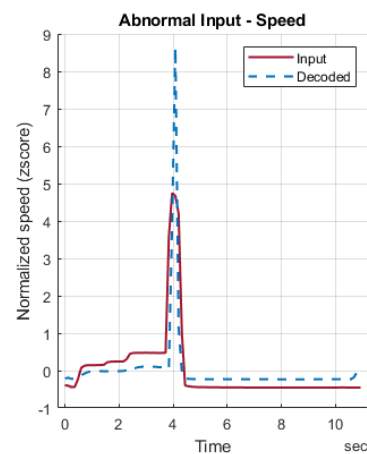
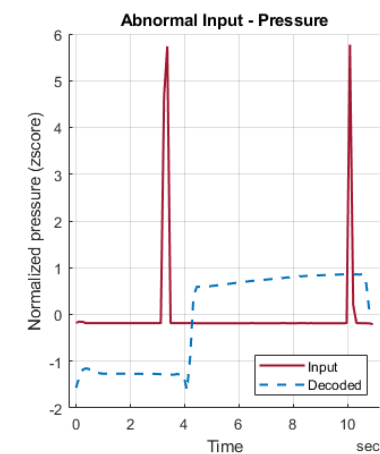
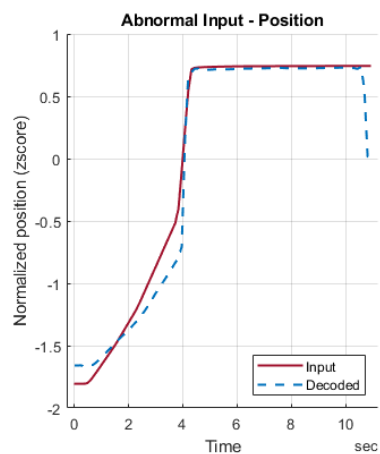
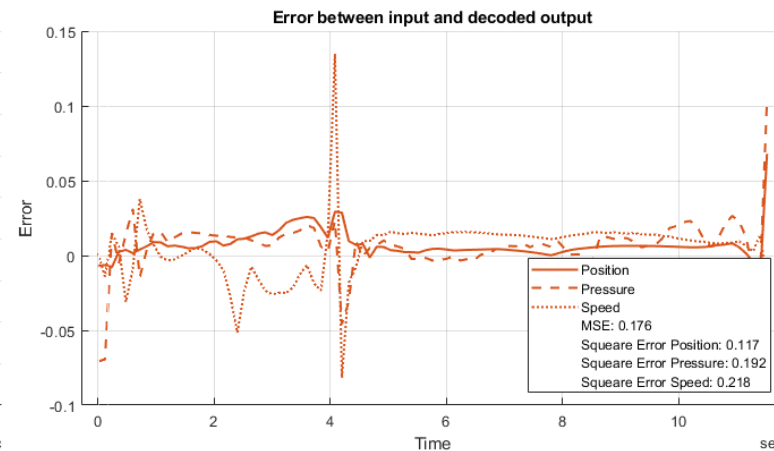
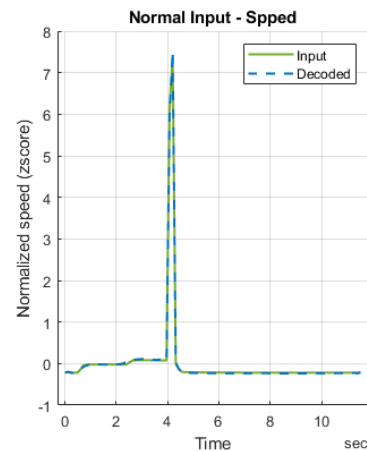
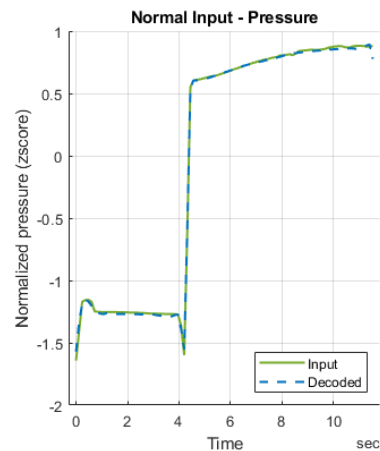
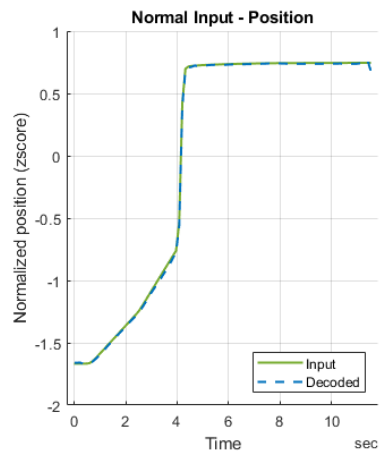
- RMSE Root mean square error – Průměrná odchylka odhadnutého parametru
- GPU Graphics processing unit – Grafický procesor – Využití grafických procesorů značně zrychluje proces učení neuronové sítě
- RMS Root-mean-square – Efektivní hodnota



# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## Technické řešení – LSTM Neural Network

# Výsledky LSTM CMNeuralNet sítě

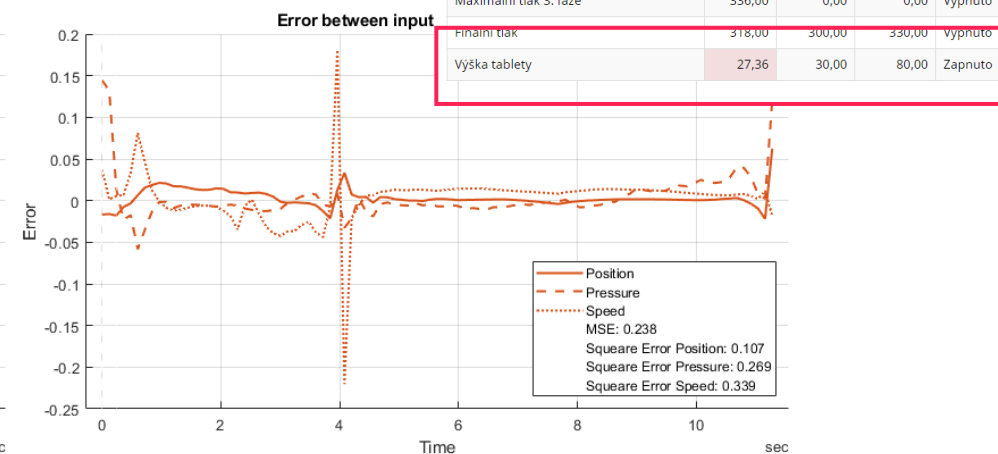
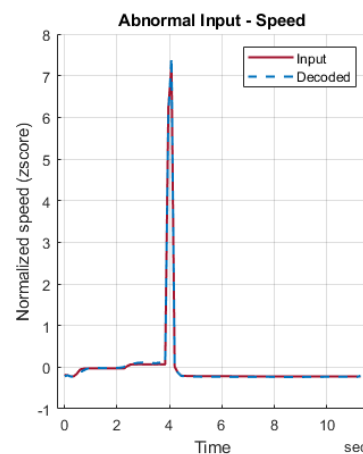
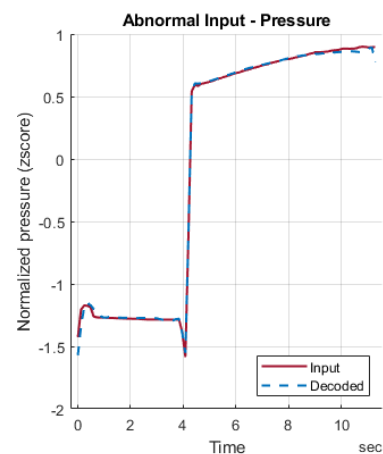
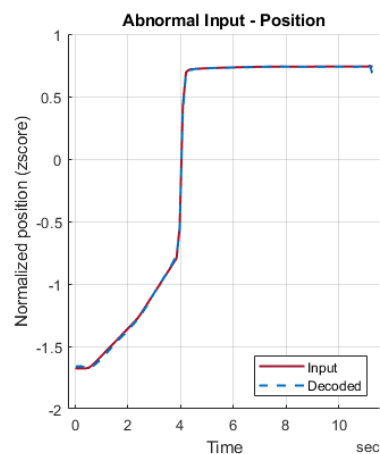
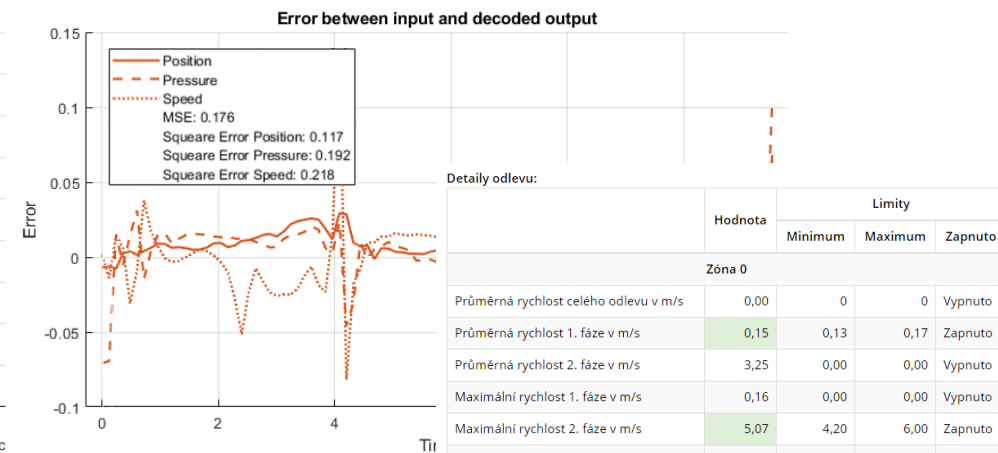
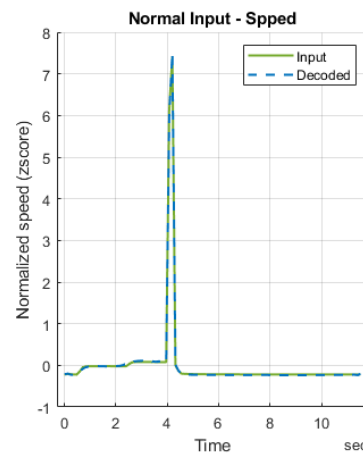
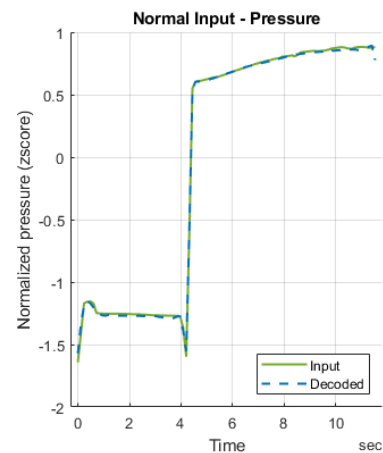
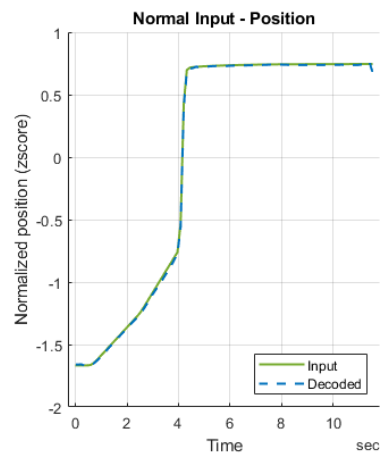


$$SE = \sqrt{\sum (Y_{output} - X_{input})^2}$$

# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## Technické řešení – LSTM Neural Network

### Výsledky CMNeuralNet – False Negative



$$SE = \sqrt{\sum (Y_{output} - X_{input})^2}$$

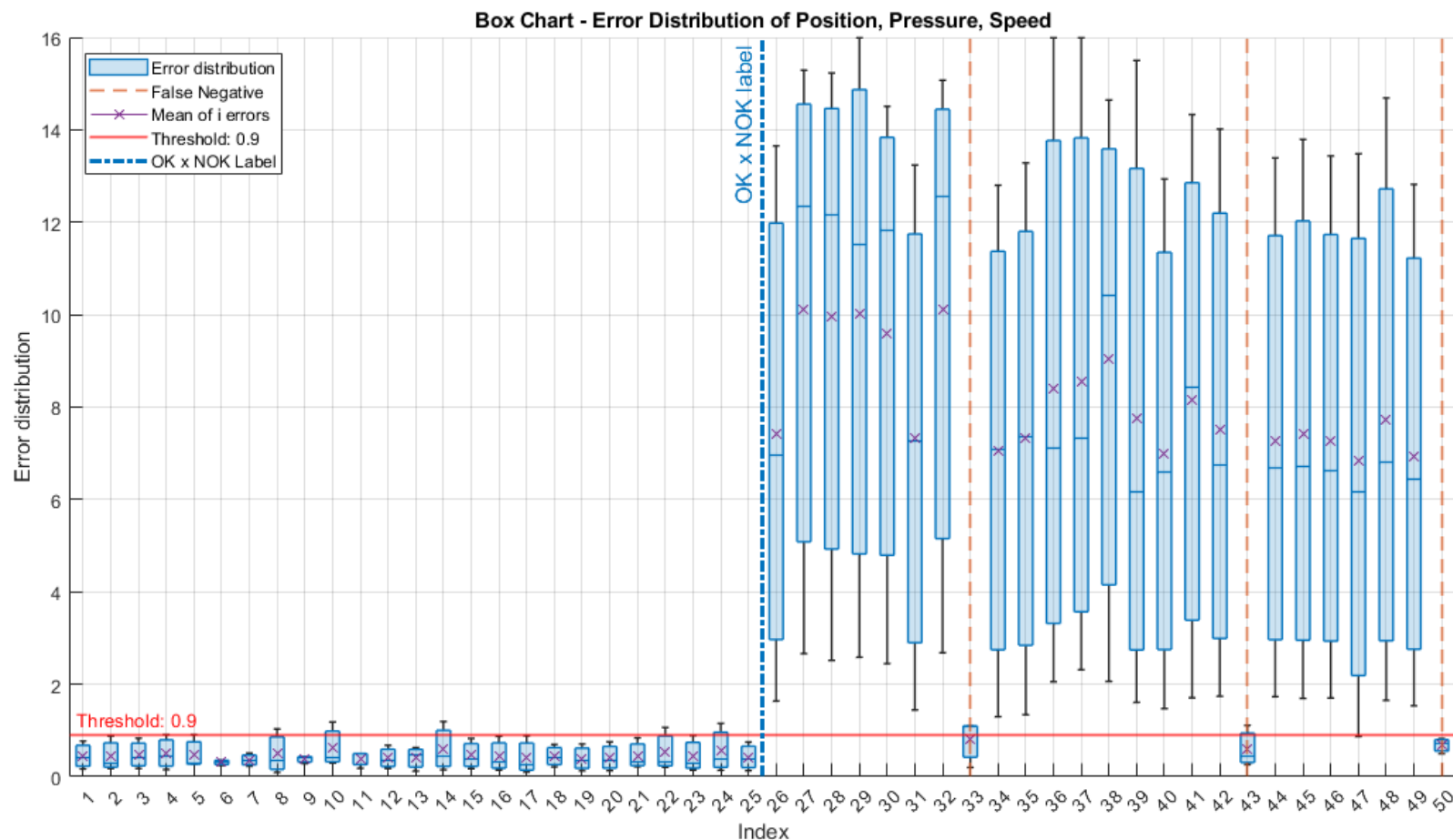


# Analýza licích křivek s pomocí neuronové sítě

## Technické řešení – LSTM Neural Network

### Výsledky klasifikačního modulu

- Krabicový graf znázorňuje rozptyl 50 náhodně vybraných výsledků neuronové sítě – odchylek mezi vstupními a rekonstruovanými křivkami
- Odchylky OK křivek (vlevo) se pohybují ve velmi nízkých hodnotách pod nastavený threshold MSE = 0.9 (při překročení následuje neuronovou sítí klasifikace NOK)
- Odchylky NOK rekonstruovaných křivek (vpravo) nabývají velkého rozptylu a vysokých hodnot v průměru MSE  $\approx 8.56$
- Mezi NOK výsledky lze najít tzv. False Negative výsledky - Křivky jsou sítí klasifikované jako OK, přičemž jsou v Condition monitoring NOK – např. nesplněná technologická podmínka výšky tablety, která nemá vliv na průběh licích křivek



MSE Mean-square-error

# | Kontakt

Published by Siemens DI CS

**Petr Semotam / RC-CZ DI CS SD CO SEG MC2**

**Mobil: +420 720 957 394**

mailto: [petr.semotam@siemens.com](mailto:petr.semotam@siemens.com)

**Petr Zápotocký / RC-CZ DI CS SEG**

**Mobil: +420 727 896 771**

mailto: [petr.zapotocky@siemens.com](mailto:petr.zapotocky@siemens.com)

**Jaromír Vrkoč / RC-CZ DI CS SD CO SEG MC2**

**Mobil: +420 606 657 654**

mailto: [jaromir.vrkoc@siemens.com](mailto:jaromir.vrkoc@siemens.com)