

Využitie platformy pre spracovanie a analýzu veľkých dát pre tvorbu prediktívnych modelov v oblasti procesného priemyslu

Martin Sarnovský (Technická univerzita v Košiciach)

Praha | 6.9. 2018

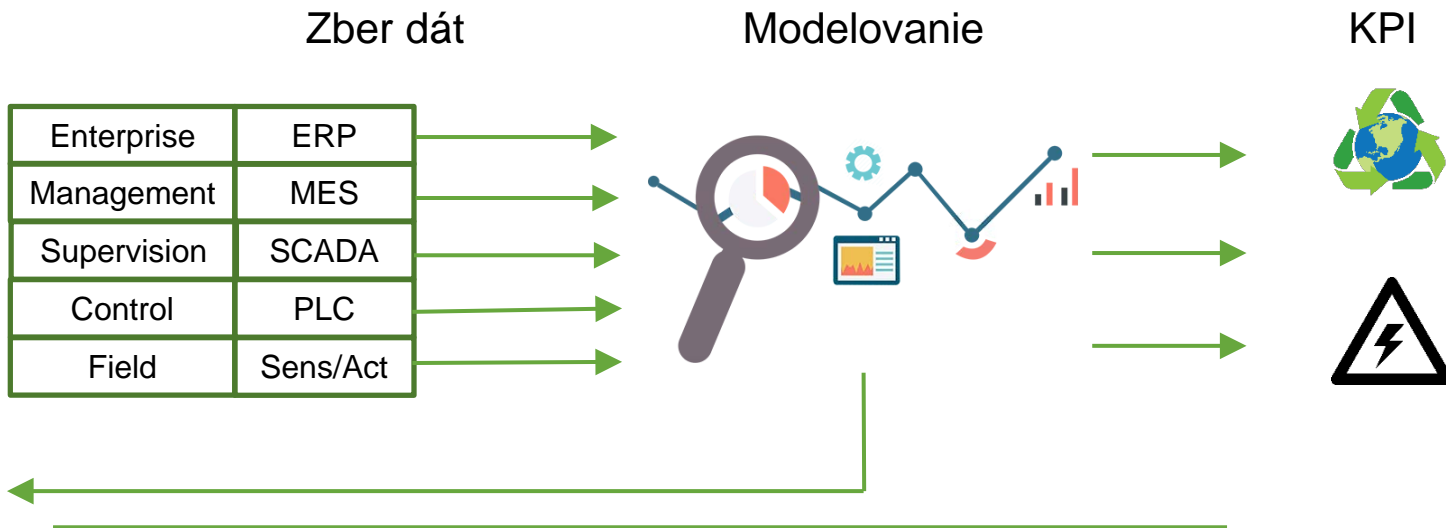
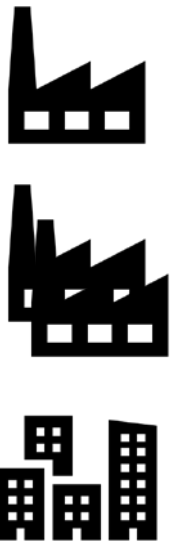
Setkání sesterských kateder kybernetiky z České i Slovenské republiky

Veľké dáta v procesnom priemysle

- Procesný priemysel – výrazný podiel EU priemyslu, aj z pohľadu spotreby energie a environmentálneho dopadu
- Dátová analytika môže preukázať svoju užitočnosť pri optimalizácii výrobných procesov
- Priemyselné Big Data – veľké množstvá dát (obvykle časových radov) generovaných zariadeniami využívanými vo výrobných procesoch
- Stúpajúca potreba tieto dáta zachytávať, spravovať, ukladať a spracovávať
- Požiadavky pre rôzne typy spracovania dát – dávkové (veľké objemy historických dát) a real-time (prúdové dáta z prevádzky)
- Roly:
 - Analytici (vývoj modelov na základe dát)
 - Prevádzka (reagovanie na výstupy modelov)
 - Manažment (rozhodnutia na základe KPIs)

Dátová analytika v procesnom priemysle

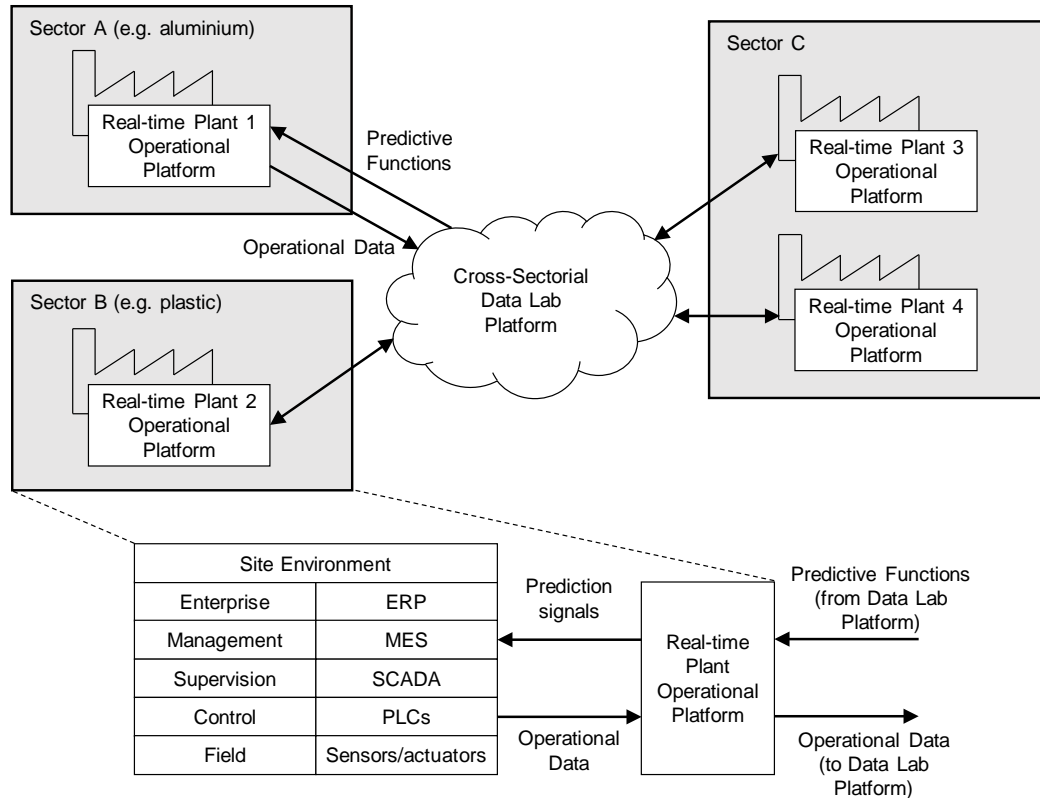
- Aplikácia dátovej analytiky v procesnom priemysle nie je priamočiara
- Problémy:
 - Interoperabilita medzi softvérovými systémami v produkcii a dátová integrácia
 - Doménový expert vs. dátový analytik
 - Problémy definovať reálne KPI pre podporu manažmentu
 - Nasadenie modelov do produkcie



Projekt MONSOON

- **MONSOON** - Model based cONTrol framework for Site-wide OptimizatiON of data-intensive processes
- H2020 projekt, [SPIRE-02-2016](#), Contract No. 723650
- Trvanie: Október 2016 – September 2019 (36 mesiacov)
- Konzorcium: 11 partnerov z 7 krajín (ISBM, Fraunhofer FIT, CERTH, Rio Tinto Aluminium, TU Kosice, GLN Plast, Capgemini, KIMW, ProbaYes, AENOR, LC Engineering)
- **Vízia** - poskytnúť procesnému priemyslu spoľahlivú a efektívnu, dátovo-orientovanú metodológiu, ktorá mu pomôže dosiahnuť efektívnejšie využívanie zdrojov a energie pomocou optimalizácie produkčných procesov založenej na budovaní prediktívnych modelov
- **Hlavný cieľ** - vyvinúť zdieľanú medzi-sektorovú dátovo-analytickú platformu, ktorá umožní zhromažďovať a spracovávať veľké dáta z rôznych odvetví priemyslu
- Okrem optimalizácie procesov a šetrenia výrobných nákladov - aj transfer najlepších praktík a znalostí medzi jednotlivými doménami

MONSOON platforma



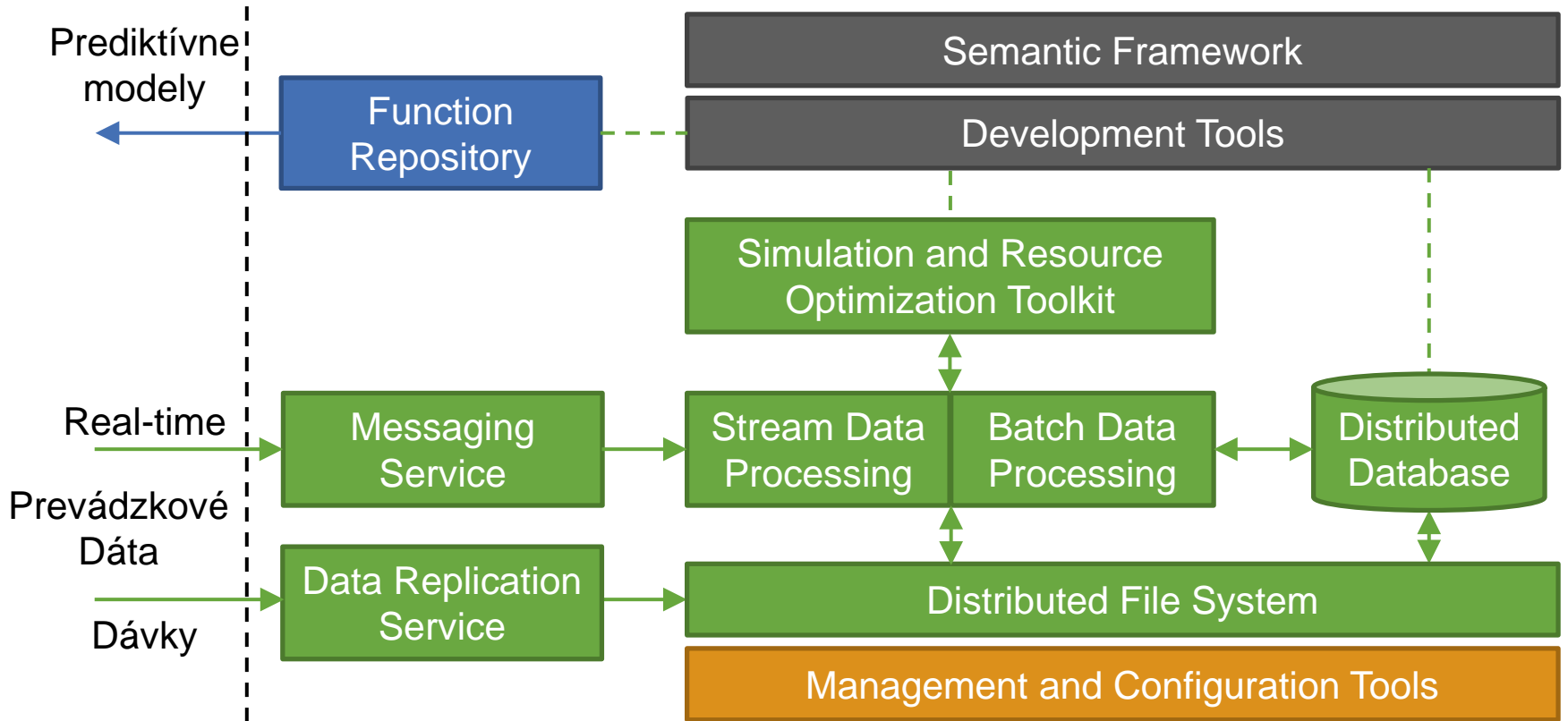
Zdieľaná medzi-sektorová dátová analytická platforma

- Škálovateľné distribuované prostredie pre zber a ukladanie dát z rôznych prevádzok z rôznych odvetví priemyslu
- Služi najmä pre dátových analytikov
- Umožňuje vyvíjať, testovať a nasadzovať prediktívne metódy pre optimalizáciu výrobných procesov

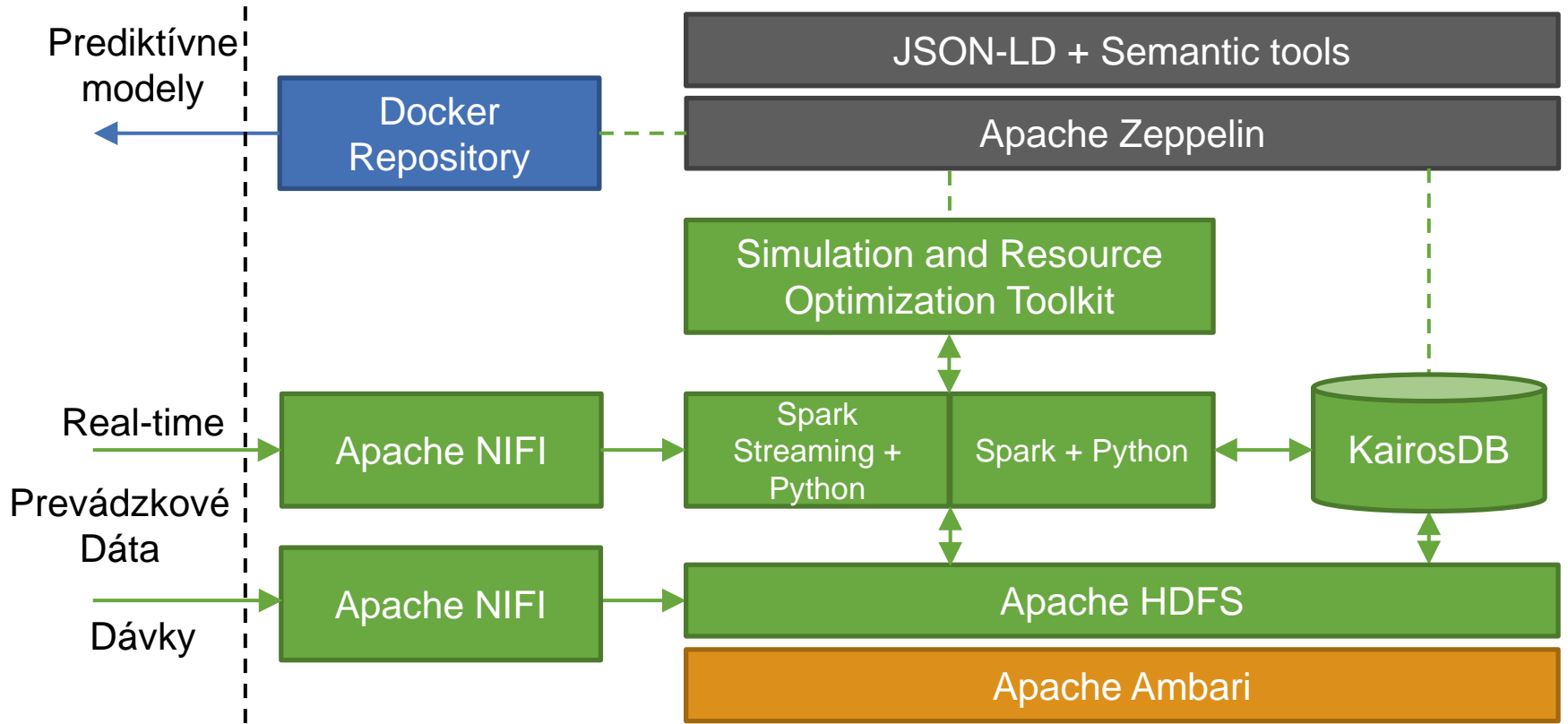
Operačná platforma

- Nasadená priamo v prostredí prevádzky, spracúvava prevádzkové dáta v reálnom čase
- Zjednodušuje integráciu dát z rôznych existujúcich systémov v prostredí prevádzky
- Prenáša relevantné dáta do zdieľanej analytickej platformy

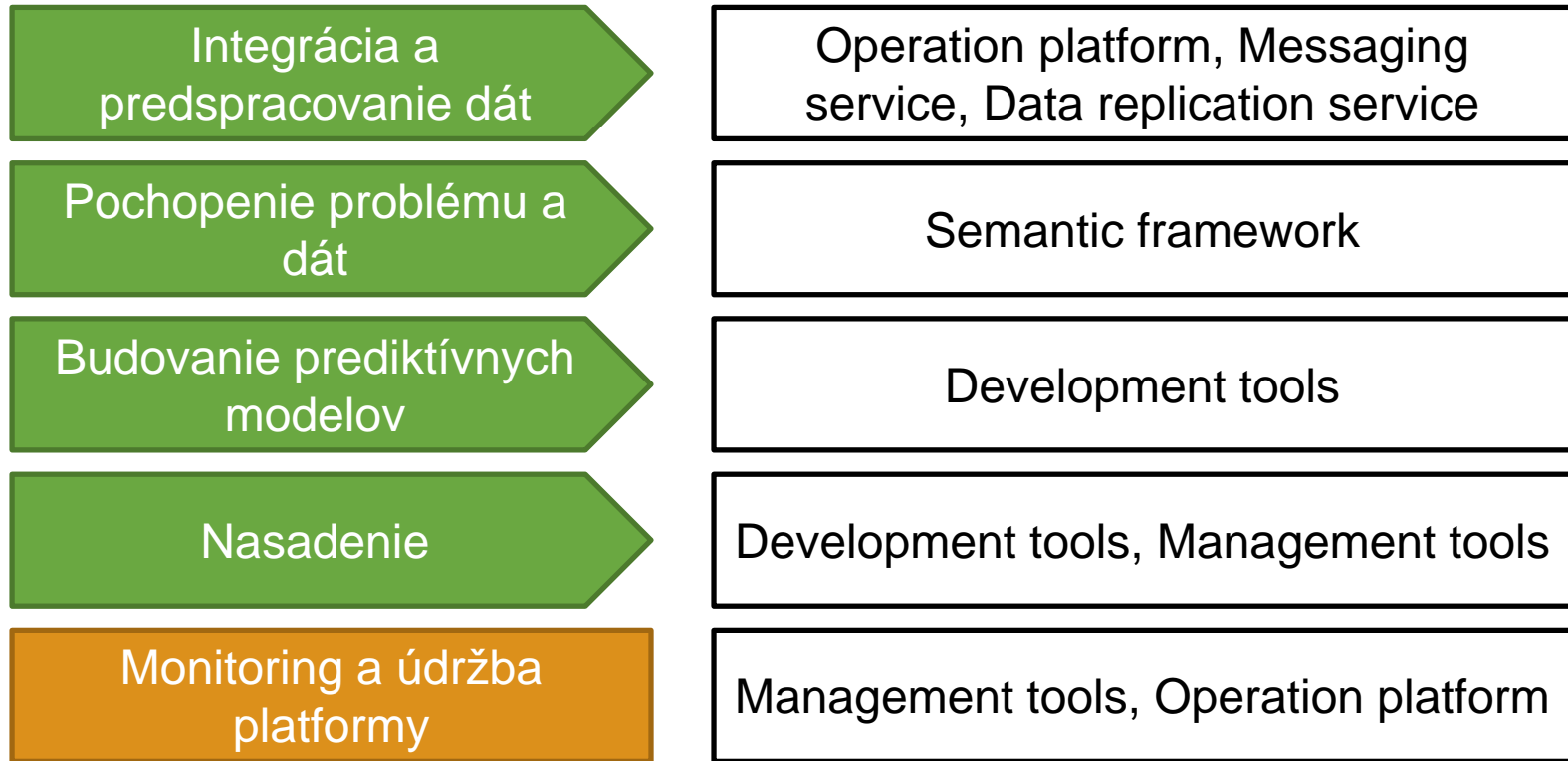
Analytická platforma



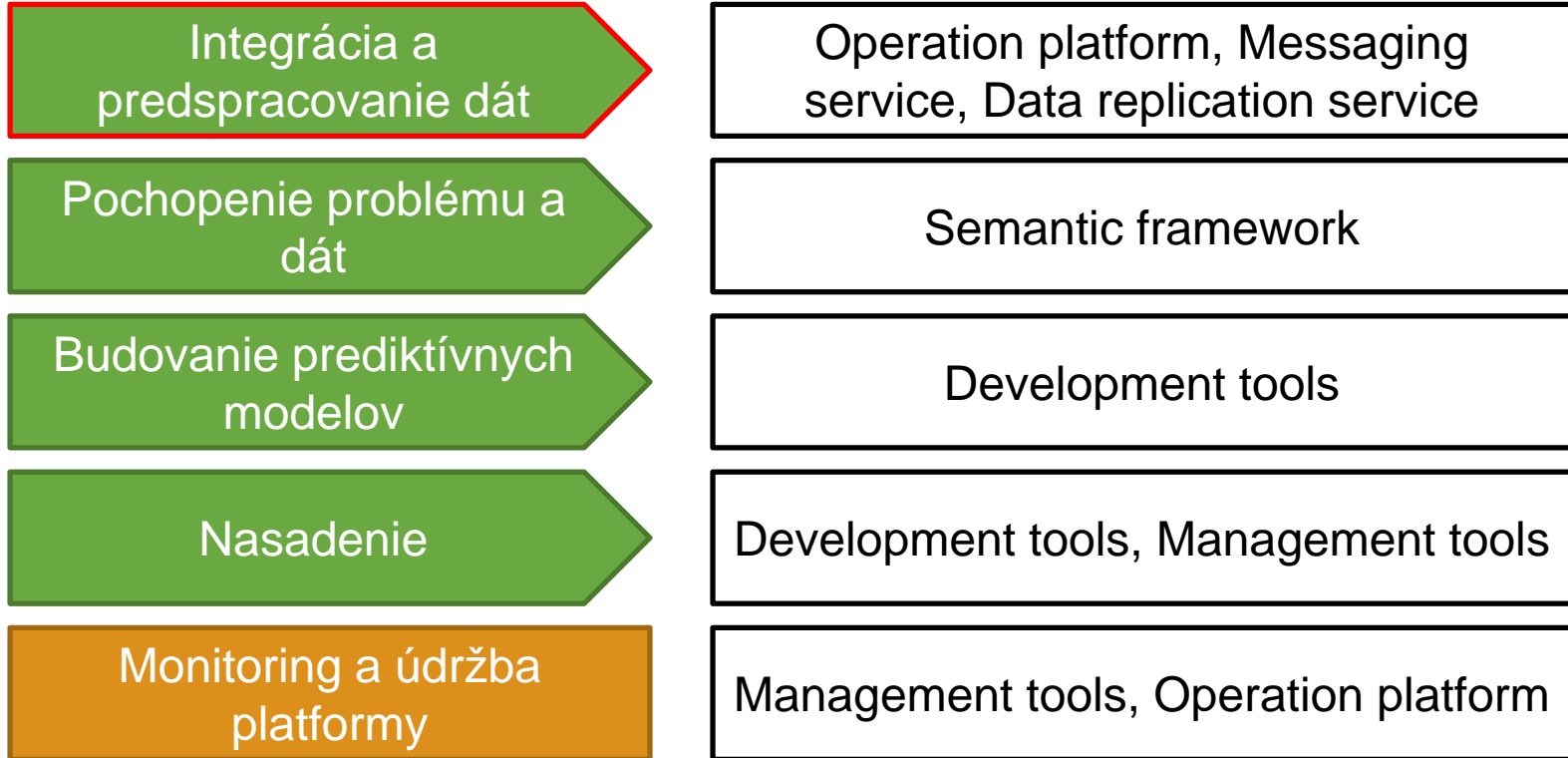
Technológie použité pri nasadení



MONSOON metodológia

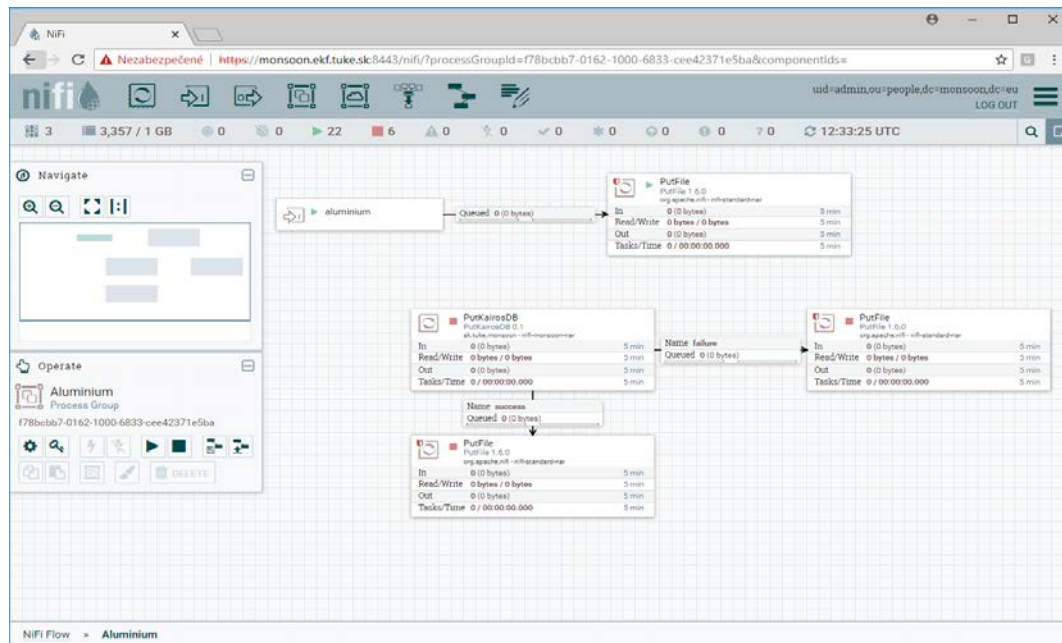


MONSOON metodológia

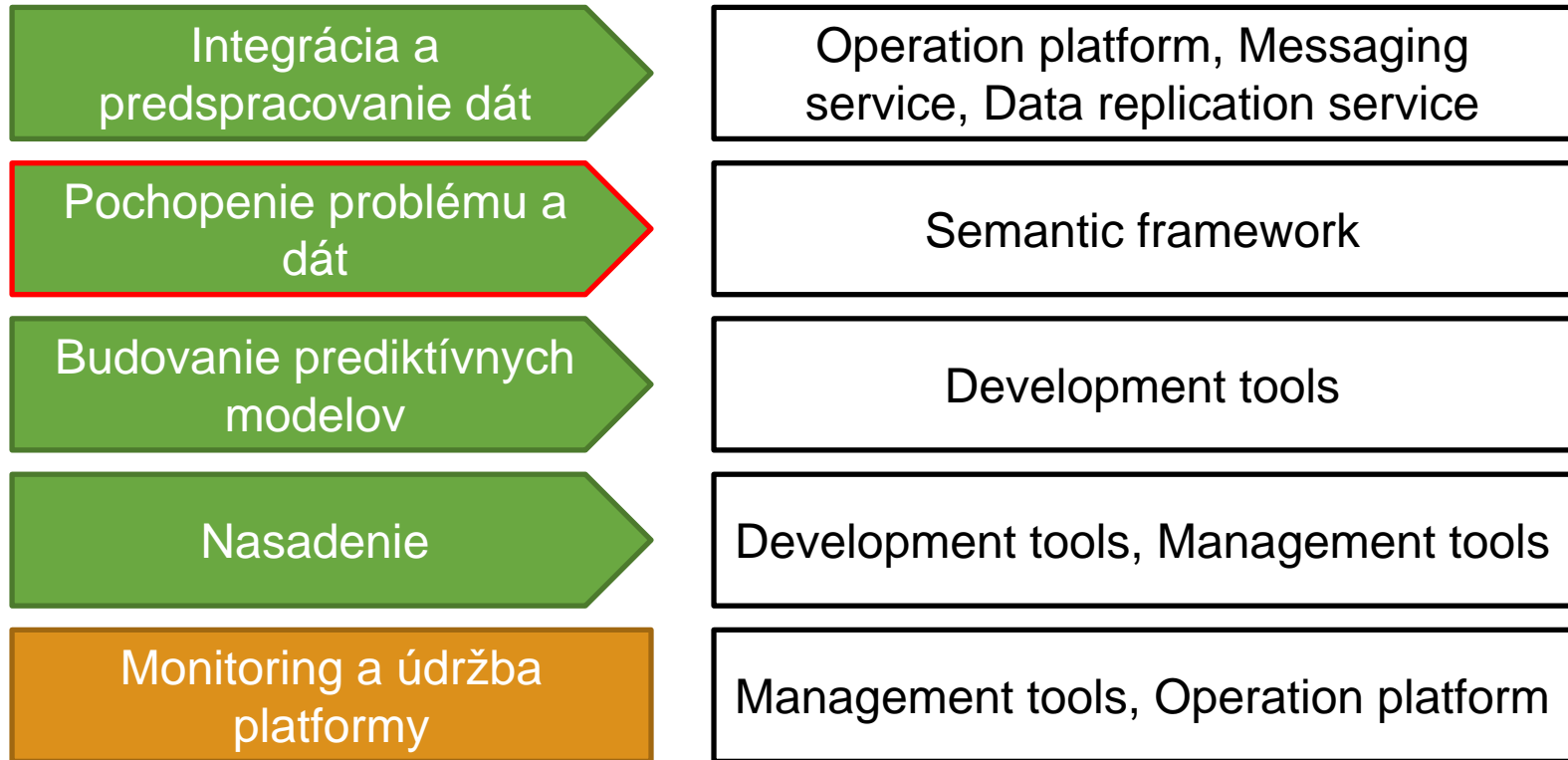


Integrácia dát

- Apache NIFI workflows – definuje proces integrácie a predspracovania dát pomocou existujúcich procesorov (načítávanie, filtrovanie, agregácie, ukladanie dát)
- Možnosť implementácie špecifických procesorov



MONSOON metodológia



Semantic framework

- **Sémantický model**

- Cieľ – nie doménový model, ale meta-model so všeobecnými konceptami pre oblasť procesného priemyslu
- Umožňuje **vytvárať** doménové modely pre zdieľanie znalostí procesných expertov s dátovými analytikmi
- Rozšíriť a integrovať existujúce štandardy vo viacerých oblastiach
 - Procesy
 - BPMN
 - Priemysel
 - B2MML (ANSI/ISA-95)
 - Prediktívne modely
 - PMML
 - PFA
 - KPI ?

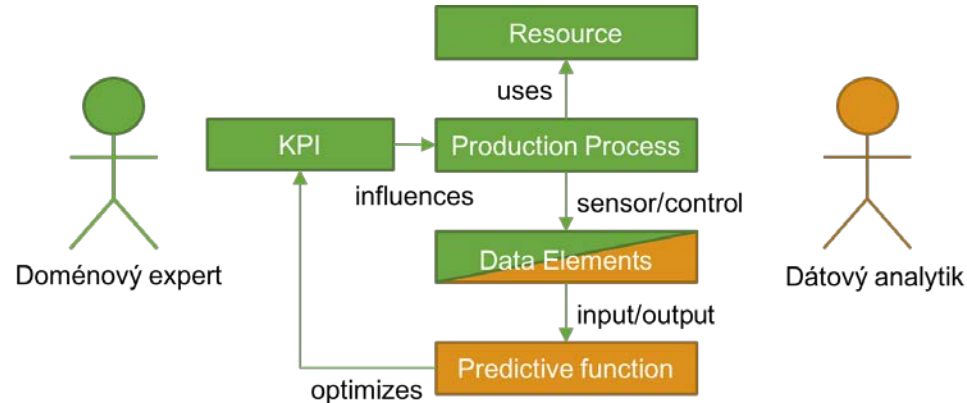


- **Sémantické nástroje**

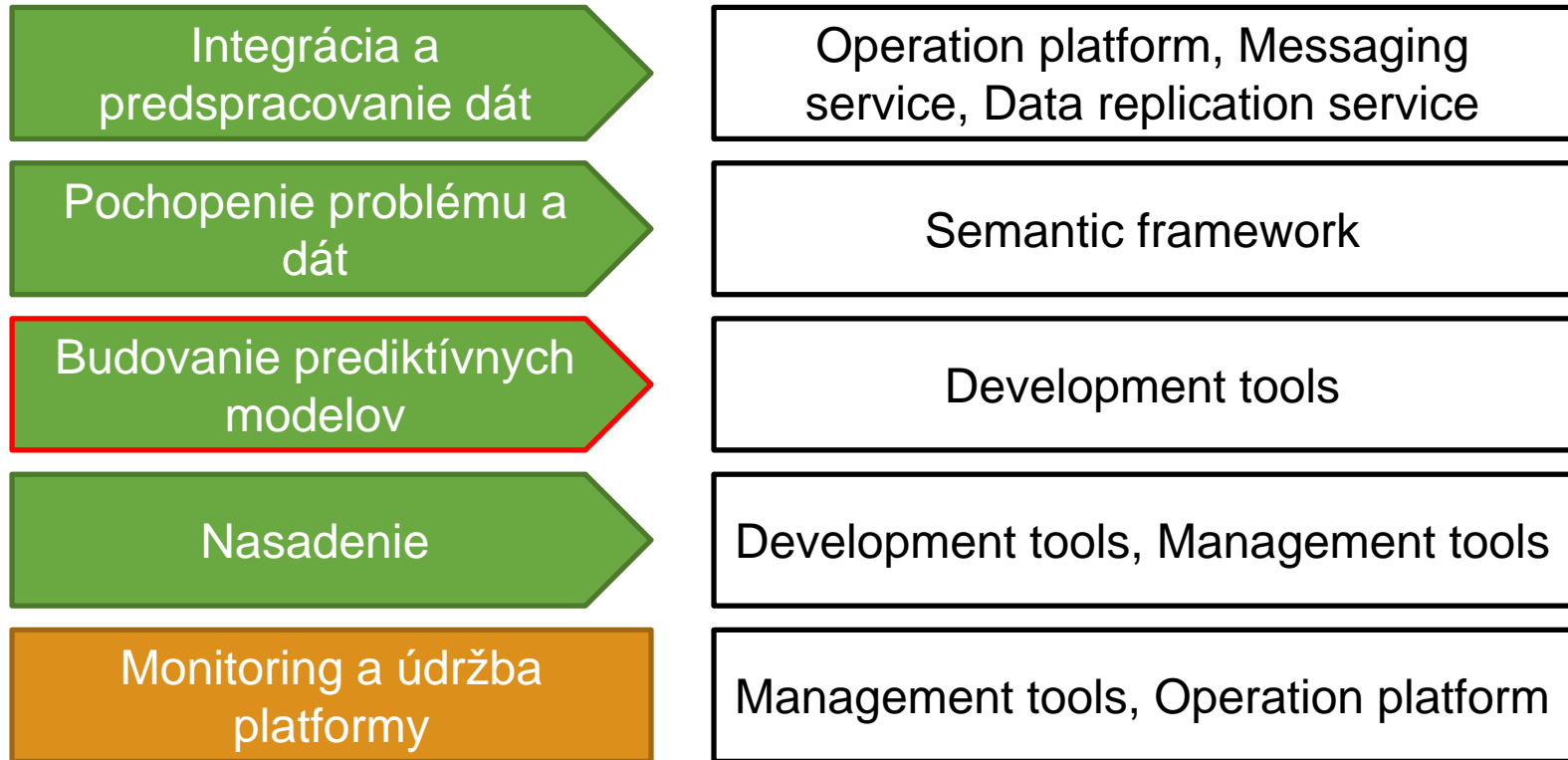
- množina nástrojov pre tvorbu a úpravu doménových modelov pre zdieľanie znalostí potrebných pre tvorbu modelov

Sémantický model

- 3 hlavné moduly:
 - *Výrobné procesy*
 - Modelovanie procesov – fázy, segmenty
 - Modelovanie zdrojov – zariadenia, vybavenie, ľudské zdroje
 - *Dátové modelovanie*
 - Dátové elementy
 - KPI
 - *Modelovanie prediktívnych funkcií*
 - Popis analytických modelov – funkcie, vstupy, výstupy
- Formalizmus - JSON-LD
- Evaluácia
 - Neformálne kompetenčné otázky (SPARQL)
 - Príklad: "Ktoré KPI sú ovplyvňované prediktívnou funkciou X?"



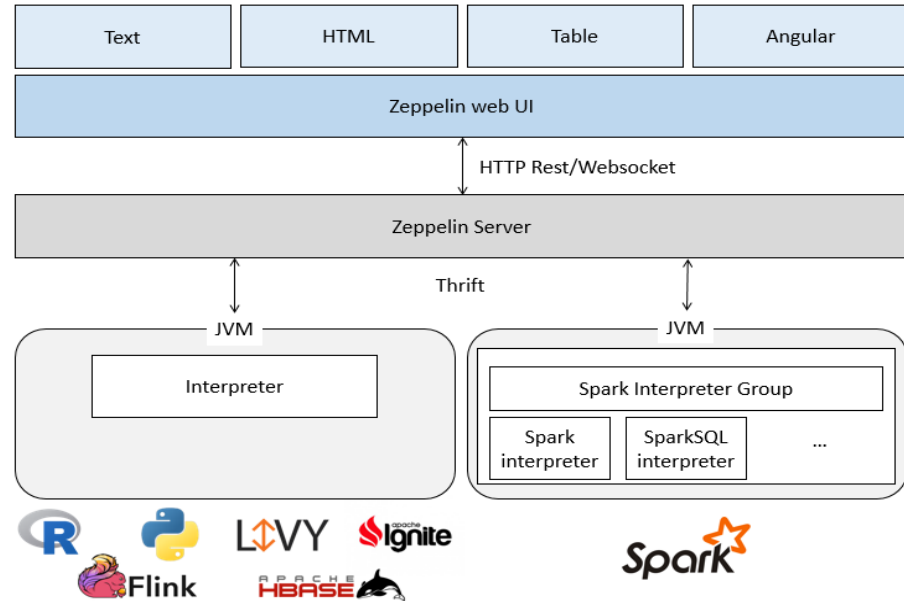
MONSOON metodológia



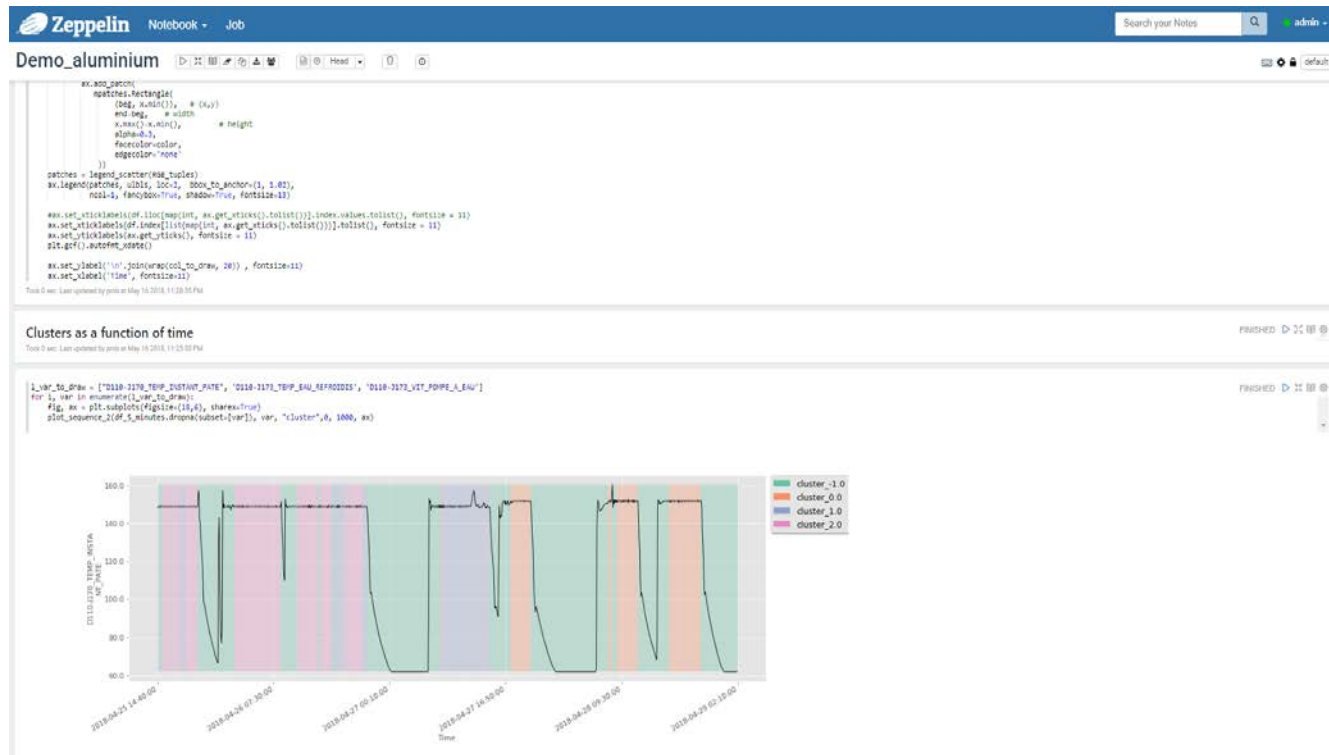
Development tools



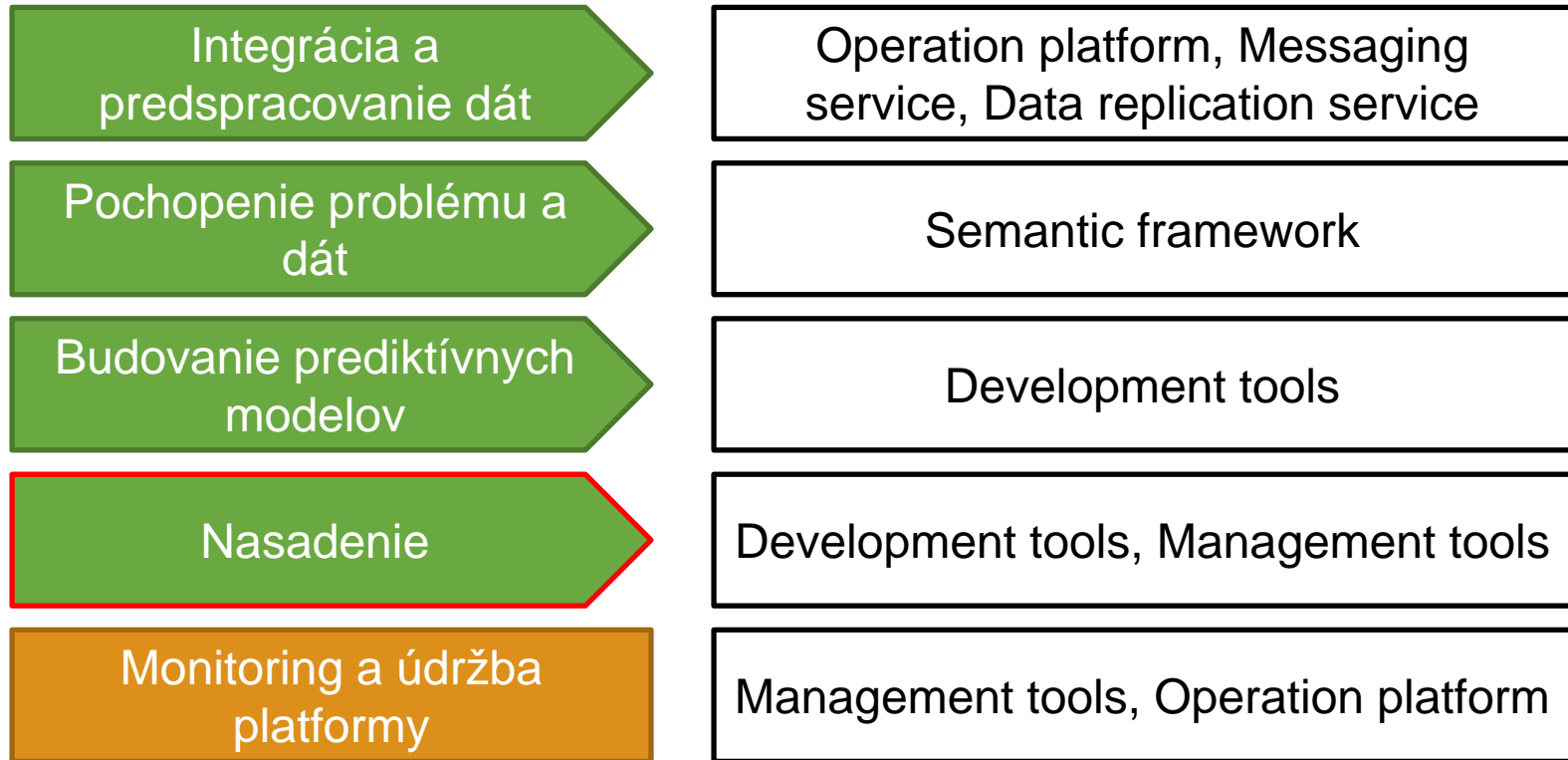
- Založené na technológii Apache Zeppelin
- Forma analytických “notebooks“
- Podpora viacerých interpreterov, možnosť ich kombinácie
- Integrácia so škálovateľným back-endom
- Integrácia so škálovateľným úložiskom



Budovanie prediktívnych modelov

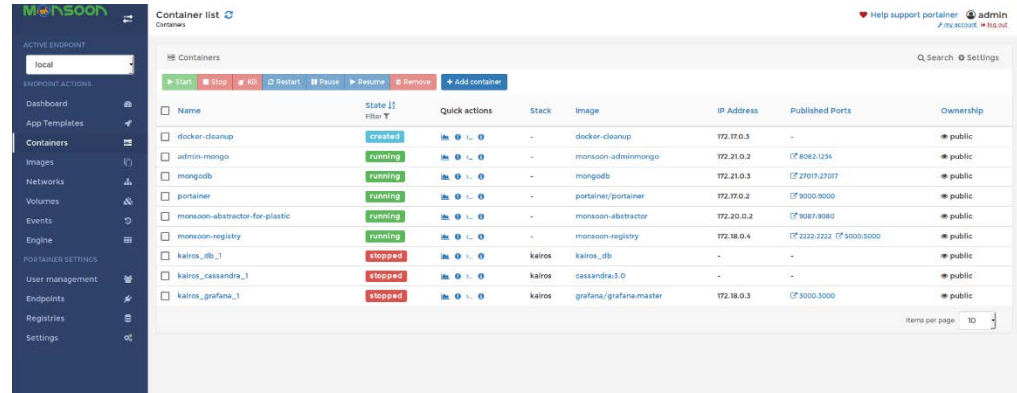


MONSOON metodológia



Nasadenie

- Platforma
 - nasadenie modelov v Docker kontajneroch do Operačnej platformy



- Prevádzka:
 - dashboardy s vizualizáciou



Aplikačné domény

Produkcia hliníka

- Nasadenie v hlinikárni s najvyššou produkciou hliníka v EU, AP Dunkerque, Francúzsko
- **Zámer:** primárny proces výroby hliníka (elektrolýza), ťažko optimalizovateľný. Zameranie sa na produkciu zelených anód.
- **Cieľ:** využiť metódy dátovej analýzy na optimalizovanie výrobného procesu, najmä pri produkcii anód a odstraňovaní defektov v anódach, ktoré predstavujú v súčasnosti najväčšiu variabilnú zložku produkčných nákladov pri výrobe hliníka.
 - *Prediktívna údržba zariadení* – odhalenie procesných odchýlok a zlyhaní zariadení pri výrobe anód, ktoré majú vplyv na ich výslednú kvalitu (napr. na hustotu a homogenitu), nielen detegovať známe poruchy, ale aj detegovať neočakávané správanie mimo bežnej prevádzky.
 - Predikcia kvality anód – detegovanie chybných anód a ich vyradenie z výrobného procesu.

Výroba plastových dielov

- Nasadenie v továrni GLN Plast, Maceira-Leiria, Portugalsko
- **Zámer:** dva prípady výroby plastových výrobkov technológiou injekčného vstrekovania
- **Ciele:** predikovanie porúch zariadení, notifikácia riadiacich pracovníkov, efektívnejšie operatívne odstavenie výroby s cieľom zamedziť produkcii chybných výrobkov a optimalizácia procesných parametrov počas vstrekovania s cieľom skrátiť výrobný cyklus výrobku pri zachovaní kvality
 - *Výroba kapsúl pre kávomaty* - vyrábané vo veľkých počtoch s nízkou variabilitou a relatívne nízkymi požiadavkami na kvalitu
 - *Výroba technických dielov pre automobilový priemysel* - okrem procesu vstrekovania zahŕňa aj inštaláciu kovových dielov vo výrobku, v tomto prípade sú vysoké požiadavky na kvalitu výrobkov

Aplikačné domény

Aluminium production

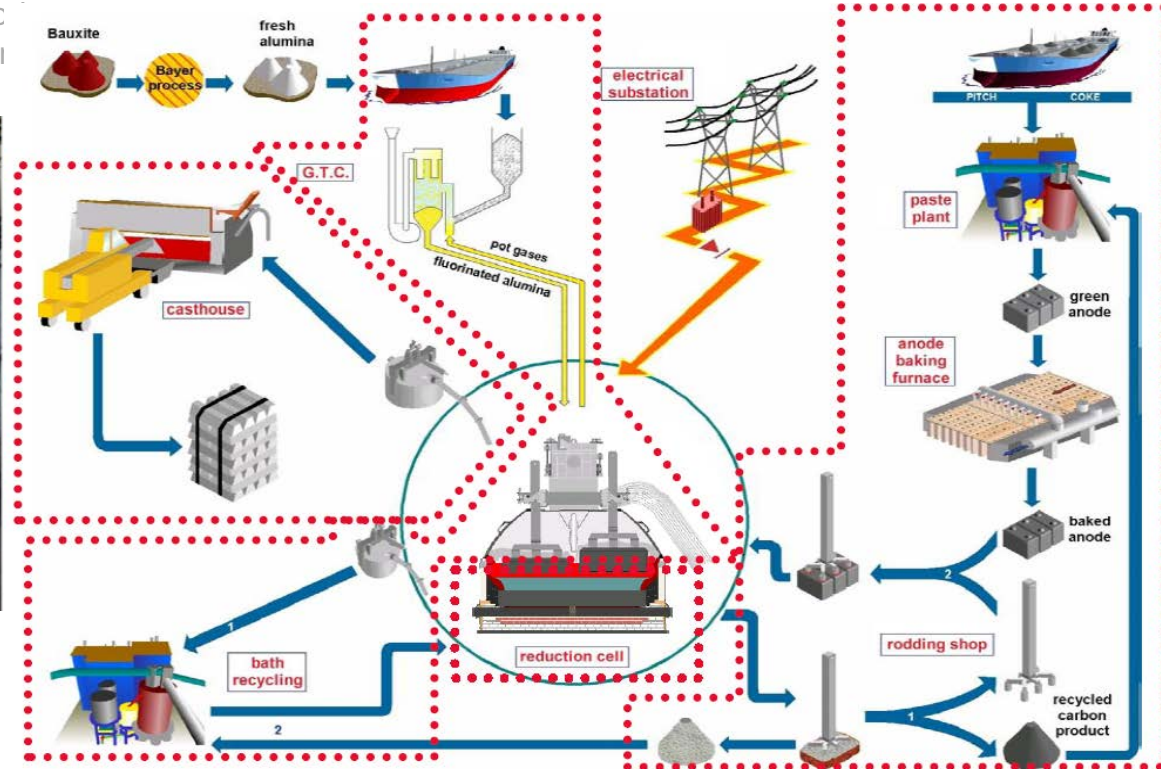
- Implemented in the plant with the highest aluminium production in the EU-28, AP Dui smelter, France



supply, etc.

- Use cases:**
 - Anode quality quality
 - Predictive Maintenance

Plastic injection



Aplikačné domény

Produkcia hliníka

- Nasadenie v hlinikárni s najvyššou produkciou hliníka v EU, AP Dunkerque smelter, Francúzsko
- **Zámer:** primárny proces výroby hliníka (elektrolýza), ťažko optimalizovateľný. Zameranie sa na produkciu zelených anód.
- **Cieľ:** využiť metódy dátovej analýzy na optimalizovanie výrobného procesu, najmä pri produkcii anód a odstraňovaní defektov v anódach, ktoré predstavujú v súčasnosti najväčšiu variabilnú zložku produkčných nákladov pri výrobe hliníka.
 - *Prediktívna údržba zariadení* – odhalenie procesných odchýlok a zlyhaní zariadení pri výrobe anód, ktoré majú vplyv na ich výslednú kvalitu (napr. na hustotu a homogenitu), nielen detegovať známe poruchy, ale aj detegovať neočakávané správanie mimo bežnej prevádzky.
 - *Predikcia kvality anód* – detegovanie chybných anód a ich vyradenie z výrobného procesu.

Výroba plastových dielov

- Nasadenie v továrni GLN plant, Maceira-Leiria, Portugalsko
- **Zámer:** dva prípady výroby plastových výrobkov technológiou injekčného vstrekovania
- **Ciele:** predikovanie porúch zariadení, notifikácia riadiacich pracovníkov, efektívnejšie operatívne odstavenie výroby s cieľom zamedziť produkcii chybných výrobkov a optimalizácia procesných parametrov počas vstrekovania s cieľom skrátiť výrobný cyklus výrobku pri zachovaní kvality
 - *Výroba kapsúl pre kávomaty* - vyrábané vo veľkých počtoch s nízkou variabilitou a relatívne nízkymi požiadavkami na kvalitu
 - *Výroba technických dielov pre automobilový priemysel* - okrem procesu vstrekovania zahŕňa aj inštaláciu kovových dielov vo výrobku, v tomto prípade sú vysoké požiadavky na kvalitu výrobkov

Aplikačné domény

Aluminium production

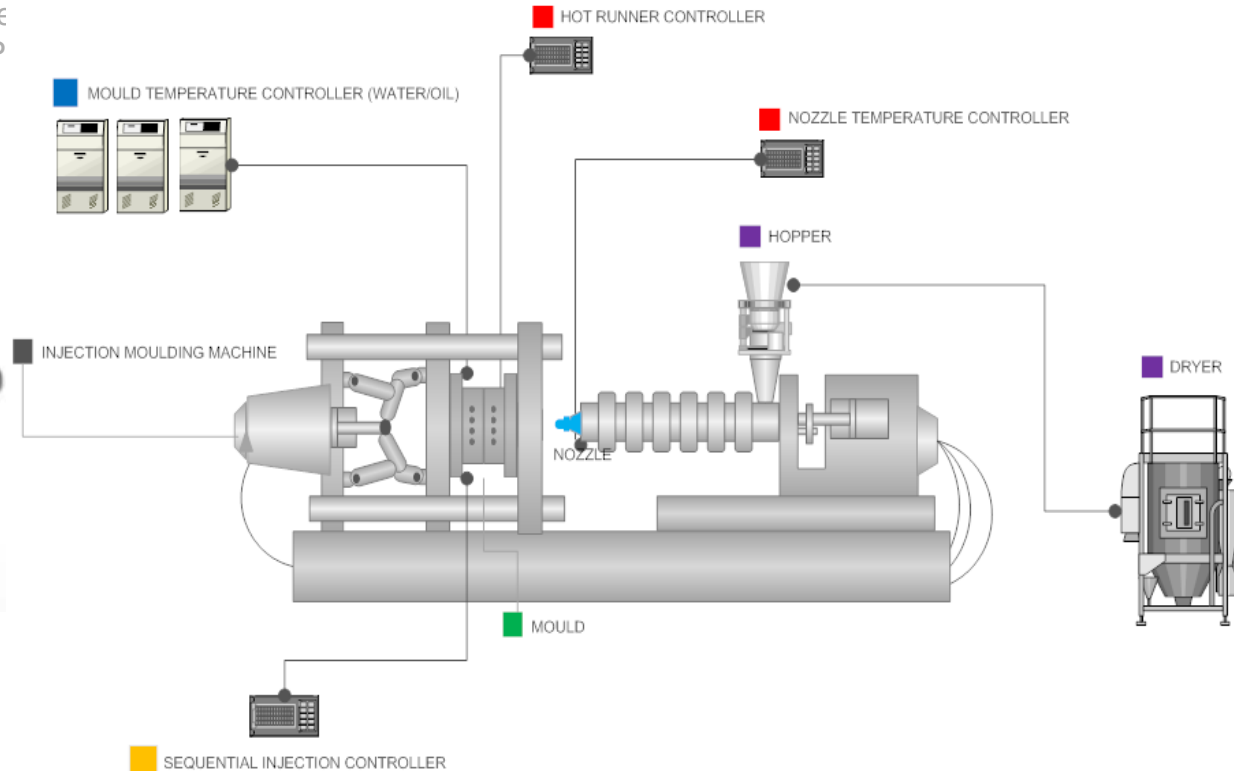
- Implemented in the plant with the high aluminium production in the EU-28, AP smelter, France



supply, etc.

- Use cases:**
 - Anode quality quality
 - Predictive Maintenance

Plastic injection



Výroba hliníku



- Zdroj dát: historian PI
- Cca 160 rôznych parametrov popisujúcich zariadenia a spracovávaný materiál vrátane udalostí, senzorických hodnôt, vlastností materiálu, vypočítané dáta, indikátory
- **Predikcia kvality anód**
 - Klasifikačná úloha, cieľový atribút - kvalita anódy
 - Aplikácia zložených modelov (Random Forests, GBM)
 - Zameranie sa na presnosť/návratnosť pre "low-quality"
- **Prediktívna údržba**
 - BUSS mixer, 29 skúmaných parametrov (speed, flow rates, gate opening percentages ...), 96 typov chýb
 - "Forecasting horizon" – menej ako 20% zlyhaní je možné predvídať skôr ako 10 minút predtým ako k nim dôjde – požiadavka 45 minút

Výroba plastových výrobkov



- Zdroj dát: Euromap63 interface na Krauss-Maffei (injection molding machine)
- 88 sledovaných parametrov, vrátane dát popisujúcich taveninu, formu, parametre zariadenia a procesné parametre
- Produkcia 1. mil. kapsúl denne - 3% odmietnuté pre nedostatočnú kvalitu
- Cieľ – redukovať odpad na 2 % (alebo menej)
- Popisné modelovanie – vplyvy atribútov na kvalitu výsledného produktu
- Prediktívne modelovanie - klasifikačná úloha, predikcia počtu kvalitných kapsúl vo výrobnom cykle s danými parametrami/zmesou (Random Forests modely)



MOdel based coNtrol framework for Site-wide
OptimizatiON of data-intensive processes

Martin Sarnovsky



Technical university, Kosice



<https://www.spire2030.eu/monsoon>



martin.sarnovsky@tuke.sk

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 723650.

