

Aktuálne problémy elektroenergetiky SR

**Využitie moderných matematických metód
pre zvýšenie presnosti predikcie kľúčových
bilančných veličín v energetike**

Peter Stopka

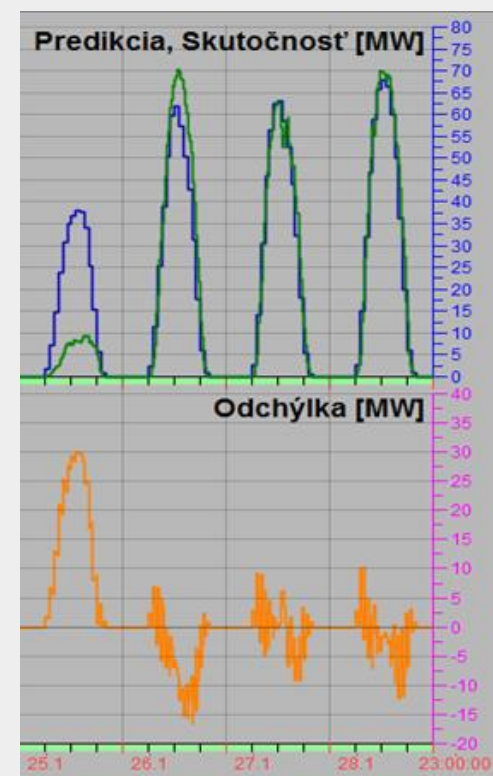
10-11. november 2016

 **IPESOFT®**
Right time \ Right place solutions

Kde sa stretávame s predikciami v energetike?

Všade tam, kde sa pracuje s budúcnosťou v rôznych časových horizontoch a budúci výsledok je ovplyvnený neistotou, sa stretávame s pojmami:

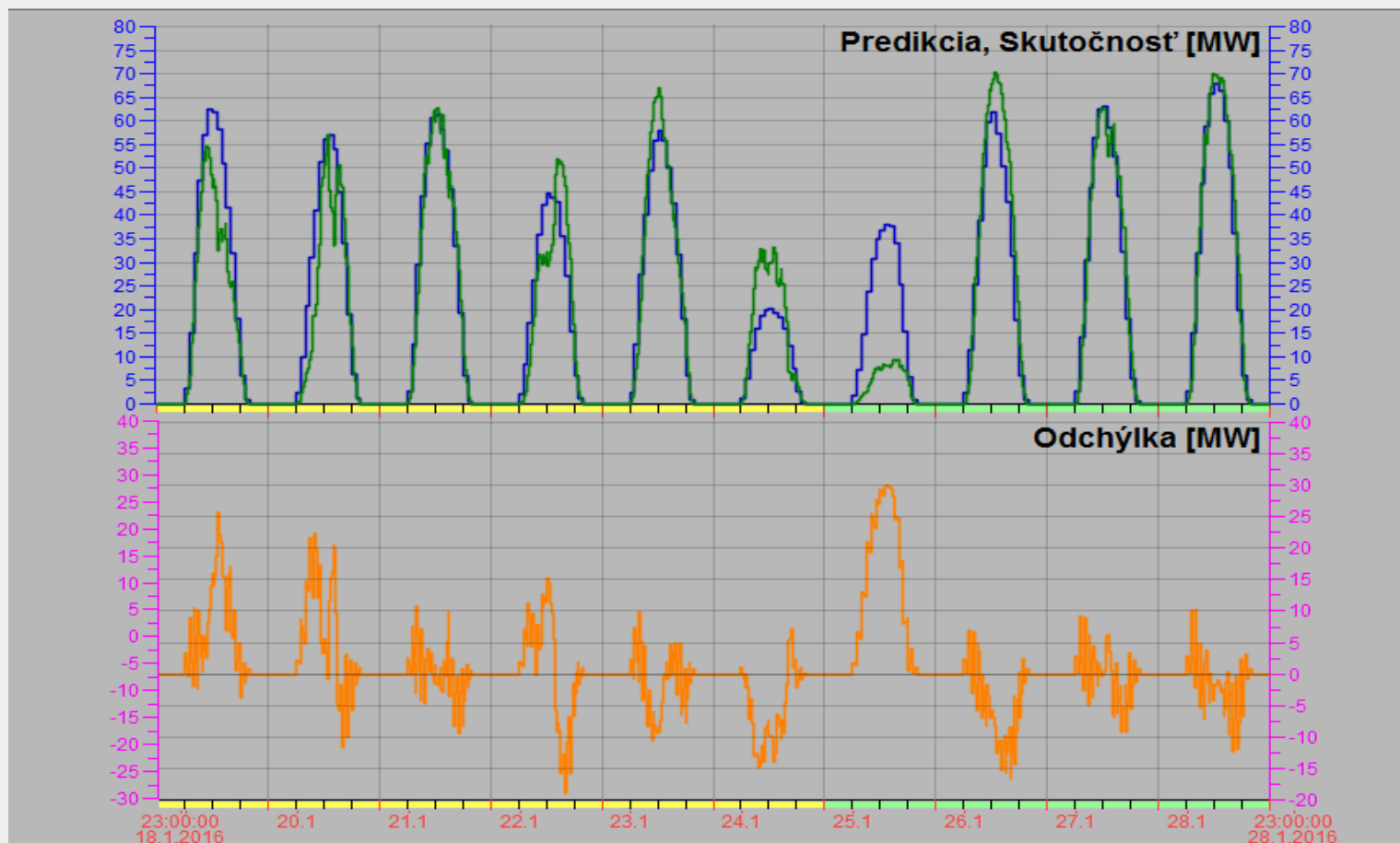
- **Odhad** - skôr spájaný s nevedeckým spôsobom stanovenia budúceho výsledku alebo stavu
- **Predikcia** – používané pre predpovedanie udalostí a stavov vecí v kratšom časovom horizonte
- **Predpoveď** – analógia ka predikcii, presnejšie by bolo použiť vedecká predpoveď
- **Prognóza** – zvykne sa používať na predpoveď dlhodobejšieho vývoja stavu vecí a procesov



Čo je účelom vytvárania predikcií a prognóz v energetike?

„Energetická efektívnosť, znižovanie nákladov“

Príklad: presné plánovanie výroby a spotreby elektriny a tým znižovanie nákladov súvisiacich s platbou za odchýlku a minimalizáciu strát v sústave.



Aplikácie predikcií v energetike

Predpoveď počasia

- Teplota, oblačnosť, zrážky, osvit, rýchlosť a smer vetra

Predikcia spotreby

- Zákazníka / Celého portfólia zákazníkov

Predikcia výroby

- OZE (FVE, veterné elektrárne, vodné elektrárne)
- Odber / dodávka tepla (KVET)

Predikcia odchýlky

- Hodnota odchýlky za portfólio zákazníkov (bilančnej oblasti)
- Hodnota systémovej odchýlky / Vzťah odchýlky bilančnej oblasti a systémovej odchýlky



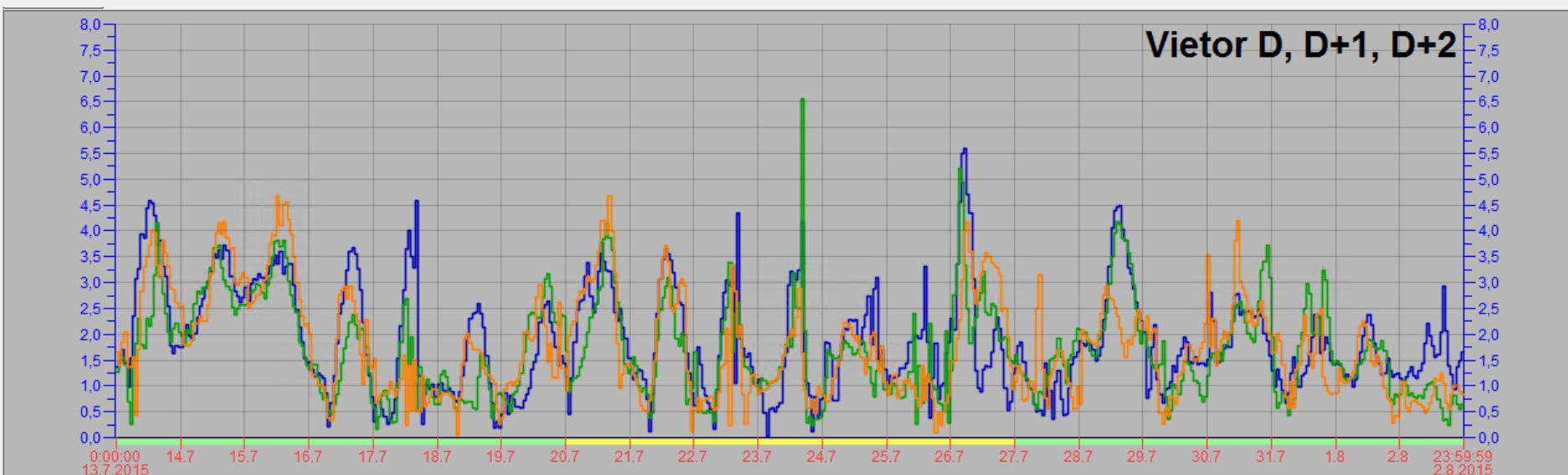
Podpora a rozvoj výroby OZE kladú v energetike nové požiadavky pre proces tvorby prognóz

- Zvýšený podiel vplyvu meteorologických údajov
 - Potreba presnejších meteorologických podkladov
 - Doplnenie predtým nevyužívaných údajov: osvit, zrážky, vietor
 - Meteo údaje alokované k miestam s významnou výrobou OZE (predikcia osvit a teploty pre FVE farmy)
- Častejšie behy predikcií v súvislosti s meniacimi sa meteorologickými vstupmi (prediktormi)
 - Nutnosť evidencie viacerých prognostických modelov (pre rôzne meteorologické situácie)
 - Rýchlejšiu fázu učenia sa a predikovania pre zvýšený počet prognostických modelov a ich častejšie behy



Rozdiel presnosti prognóz meteorologických údajov

	Osvit	Teplota	Vietor
	[W/m ²]	[°C]	[km/h]
RMSE D+1	5.38%	0.10%	0.06%
RMSE D+2	6.60%	0.14%	0.08%



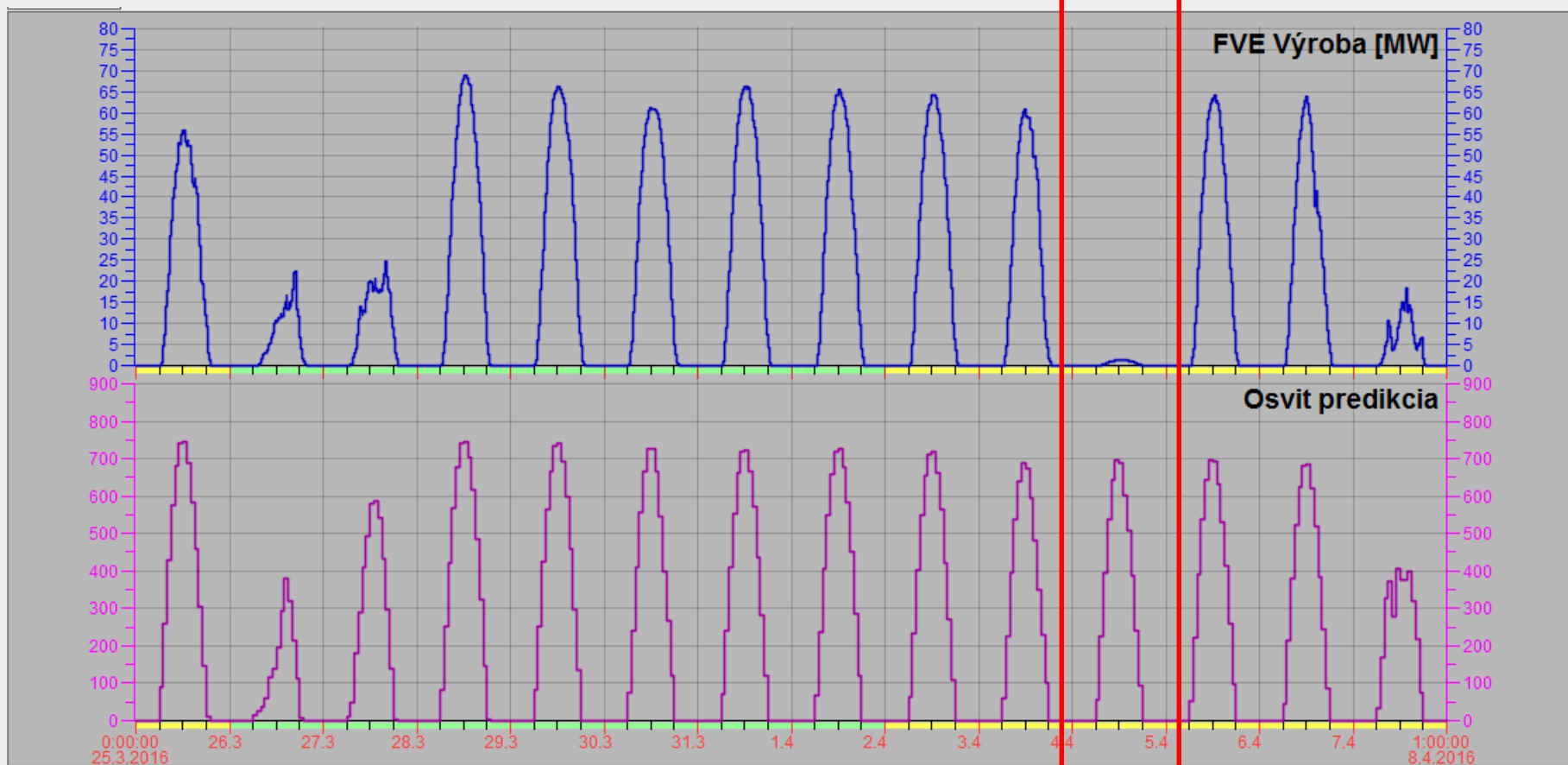
Názov	Os	Minimum	Maximum	Aritm.Priemer	Suma	Jednotky
--. Vietor Aladin RMSE	0 .. 1,5	---	---	---	---	
1. Wind Speed + 0D	0 .. 8	0,028 284 (23.7.2015 3:00:00)	5,589 508 (26.7.2015 5:00:00)	1,882 484	948,772 2	
1. Wind Speed + 1D	0 .. 8	0,156 205 (17.7.2015 1:00:00)	6,550 122 (23.7.2015 16:00:00)	1,708 011	860,837 7	
1. Wind Speed + 2D	0 .. 8	0,04 (18.7.2015 7:00:00)	4,678 472 (15.7.2015 12:00:00)	1,769 054	891,603 4	

Krátkodobá predikcia - intraday upresnenie

- Úprava dennej predikcie v súvislosti s výraznou počasia
- Využitie krátkodobých prognóz - radarové informácie (NowCastig)

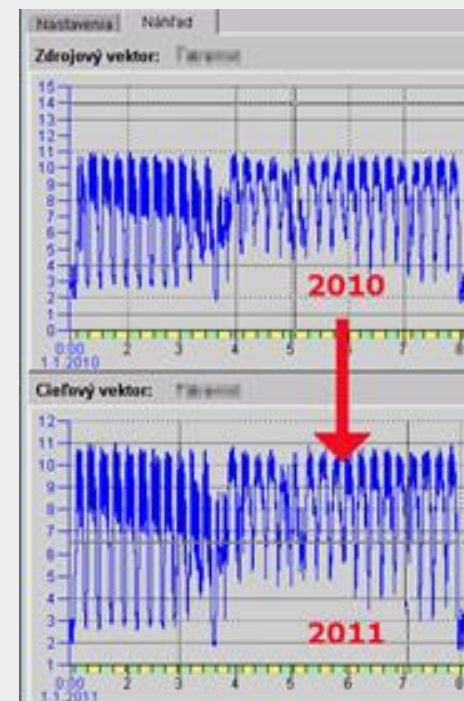


Vplyv zmeny osvitü na výrobu OZE a straty v sústave



Prognostický model obsahuje funkcie:

- Automatizovaný zber a párovanie údajov potrebných pre predikcie
- Rýchlu fázu učenia a následnej prognózy **(1min)**
 - Beh viacerých modelov súčasne, rôzne modelové situácie.
- Silný matematický aparát
 - Artificial Neural Network, Support vector machines, Learning Classifier Systems
- Dôležité vlastnosti
 - Hodnotenie kvality modelu (matematické, finančné) – porovnanie modelov
 - Vizualizácia významnosti prediktorov (%)
 - Verzionovanie predikcií / časové rezy
- Simulácia historického behu prognózy



Hodnotenie prognózy

Technické hodnotenie kvality prognózy %

- RMSE - Root Mean squared error
- MAPE - Mean Absolute Percentage Error
- PMAD - Percent Mean Absolute Deviation

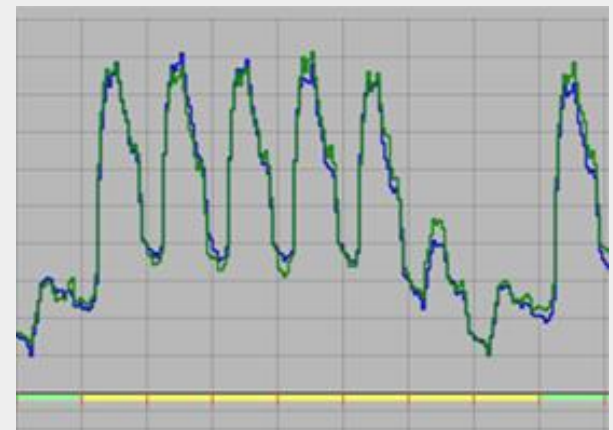
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N E_t^2}{N}}$$

$$MAPE = 100 * \frac{\sum_{t=1}^N |\frac{E_t}{Y_t}|}{N}$$

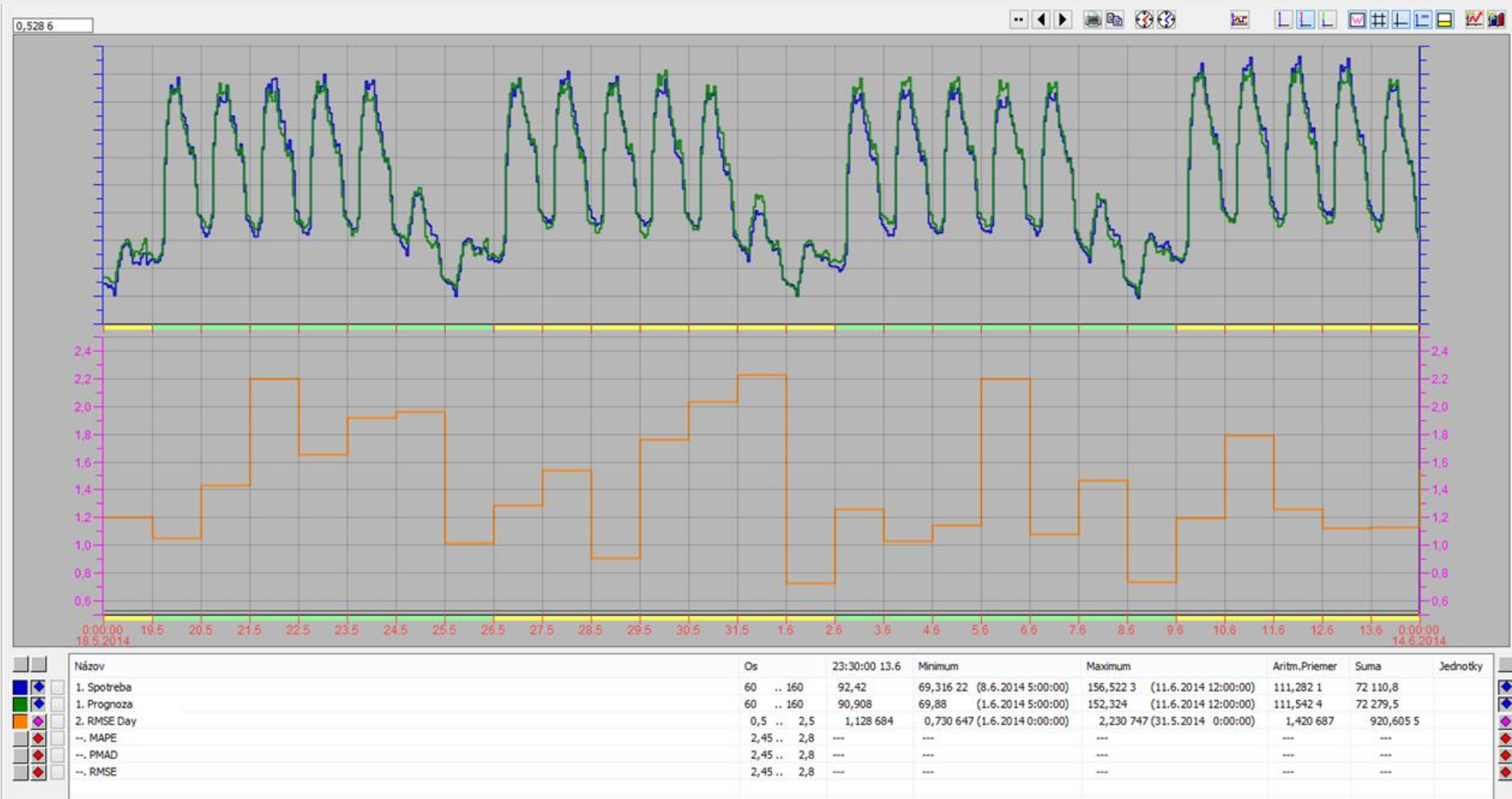
$$PMAD = \frac{\sum_{t=1}^N |E_t|}{\sum_{t=1}^N |Y_t|}$$

Finančné hodnotenie prognózy € – zníženie nákladov na odchýlku

- Cena ISOT (OKTE) / OKE (OTE) / EEX / HUPX
- Cena odchýlky

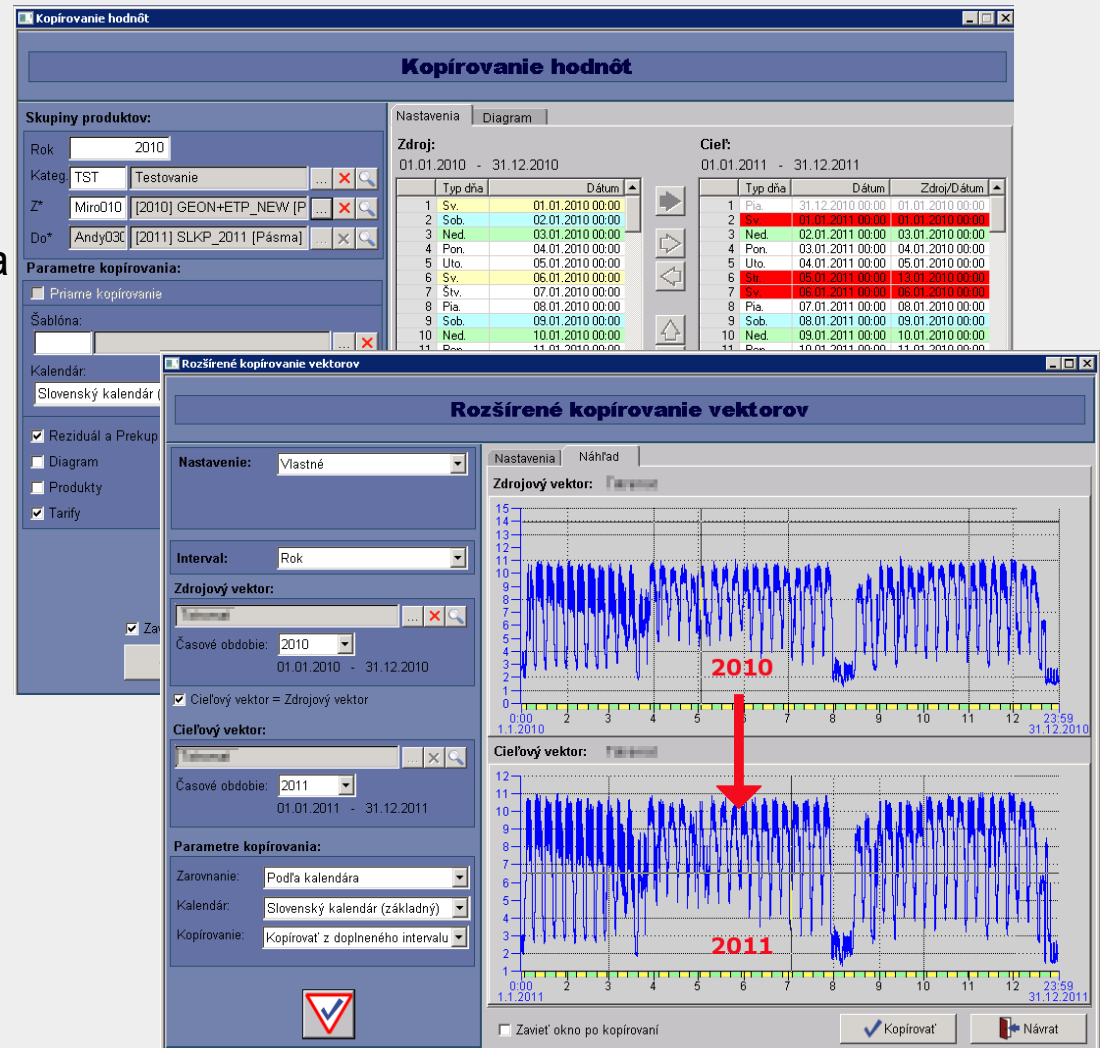


Hodnotenie kvality predikcie



IPESOFTE® EMS Forecast – systém pre prácu s predikciami

- Automatizovaný import údajov
- Normalizácia dát / transformácia dát v čase
- Výber a exekúcia modelov
- Scenáre, verzie, analytické pohľady



IPESOFT® EMS Forecast - parametrizácia modelu

Forecast

/Kód	Názov	Tvp	Popis	Krok
FVE	Prognóza fotovoltaiky			1 hod.
RUMUNIA	Rumunsko			1 hod.
SE	Spotreba			1 hod.
EFVE	Fotovoltaika			1 hod.
temp1	Testovací forecast			1 hod.
temp2	Dalsi testovací			1 deň

Základné údajeTrénovaniePredikcia

ID* Archivovať priebehy každého tréningu

Základné údaje*

Kód* Krok* Typ

Názov* Engine* Model

Výsledok predikcie

Prediktory

Cieľ Sviatok

Kód	Názov	Názov vektora	Popis		
RealVyroba	FVE Real Vyroba	FVE Real vyroba		-6	-2
Cloud	Cloudiness All + 1D	Cloudiness All + 1D		-6	-1
CloudLow	Cloudiness Low + 1D	Cloudiness Low + 1D		-6	-1
DirRadiat	Direct Radiation + 1D	Direct Radiation + 1D		-6	-1
DirRadiatP	Direct Radiation + 1D Prepocet	Direct Radiation + 1D Prepocet		-6	-1
SurRadiat	Surface Radiation + 1D	Surface Radiation + 1D		-6	-1
SurRadiatP	Surface Radiation + 1D Prepocet	Surface Radiation + 1D Prepocet		-6	-1
Temperat	Teplota 2m + 1D	Teplota 2m + 1D		-6	-1
Wind	Wind Speed + 1D	Wind Speed + 1D		-6	-1

Poznámka

IPESOFT® EMS Forecast - Časové rady -> prediktory, výsledky

Forecast - predictors

Fotovoltaika - Fotovoltaika

Cieľ Sviatok

Kód	Názov	Názov vektora
RealVyroba	FVE Real Vyroba	FVE Real vyroba
Cloud	Cloudiness All + 1D	Cloudiness All + 1D
CloudLow	Cloudiness Low + 1D	Cloudiness Low + 1D
DirRadiat	Direct Radiation + 1D	Direct Radiation + 1D
DirRadiatP	Direct Radiation + 1D Prepocet	Direct Radiation + 1D
SurRadiat	Surface Radiation + 1D	Surface Radiation + 1D
SurRadiatP	Surface Radiation + 1D Prepocet	Surface Radiation + 1D
Temperat	Teplota 2m + 1D	Teplota 2m + 1D
Wind	Wind Speed + 1D	Wind Speed + 1D

Základné údaje EDA

ID* 73

Základné údaje*

Kód* DirRadiatP

Názov* Direct Radiation + 1D Prepocet

Vektor* Direct Radiation + 1D Prepocet

Prediktor

Auto Relevantné dáta od -6 do -1 : rozsiah 01.01.2013 00:00 - 31.12.2016 23:59

Poznámka

Vložiť
Vložiť kópiu
Editovať
Vymazať
Vymazať fyz.
Uložiť
Zrušiť
História
Zavrieť

IPESOFT® EMS Forecast - predikcia vs. skutočnosť

Forecast

Základné údaje
Trénovanie
Predikcia

01.07.2015 00:00 - 16.12.2015 23:59

▶

■ Chyba

\Dátum vytvorenia	Začiatkový čas	Koncový čas	Stav
13.10.2016 12:43	01.07.2015 00:00	16.12.2015 23:59	Finished

Graf
Prediktory

/ Kód	Názov	Typ	Popis	Krok
FVE	Prognóza fotovoltaiky			1 hod.
RUMUNIA	Rumunsko			1 hod.
SEP	SEP Spotreba			1 hod.
EFVE	Fotovoltaika			1 hod.
temp1	Testovací forecast			1 hod.
temp2	Dalsi testovací			1 deň

Vložiť

Vložiť kópiu

Editovať

Vymazať

Vymazať fyz.

Uložiť

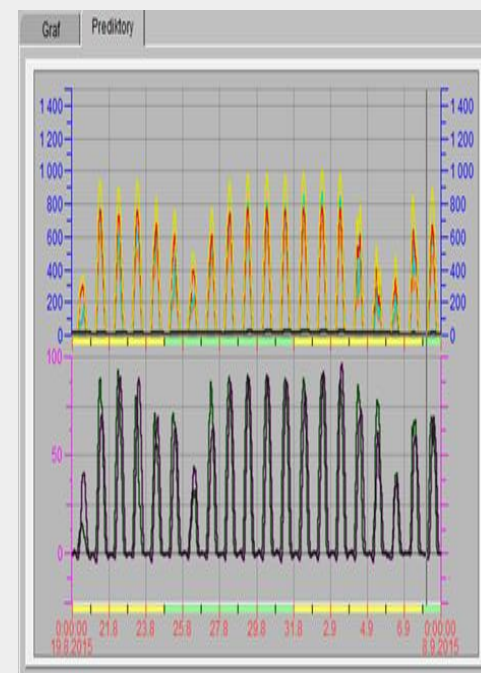
Zrušiť

História

Zavrieť

IPESOFT® EMS Forecast

- ❑ **15 ročné skúsenosti** s aplikáciou predikčných modelov
- ❑ **Extrémne rýchly** beh predikcií – možnosť behu desiatok prognóz za hodinu!
- ❑ Potenciál **vysokých úspor** v oblasti predikcií použitím nových matematických metód
- ❑ Unikátny systém **viacerých alternatívnych** modelov
s **automatickým hodnotením**
- ❑ Riešenia s potenciálom **návratnosti do jedného roku**



Ďakujem za pozornosť

Ing. Peter Stopka

software architect

IPESOFT spol. s r.o.
Bytcicka 2, 010 01 Zilina
Slovak Republic
www.ipesoft.eu