

IPESOFT® OptiFVE

Inovácie pre zvýšenie presnosti prognózovania výroby elektriny z OZ / FVE v ES SR

Miroslav Kunsch
Rastislav Gaňa
Peter Stopka

IPESOFT®
Right time \ Right place solutions

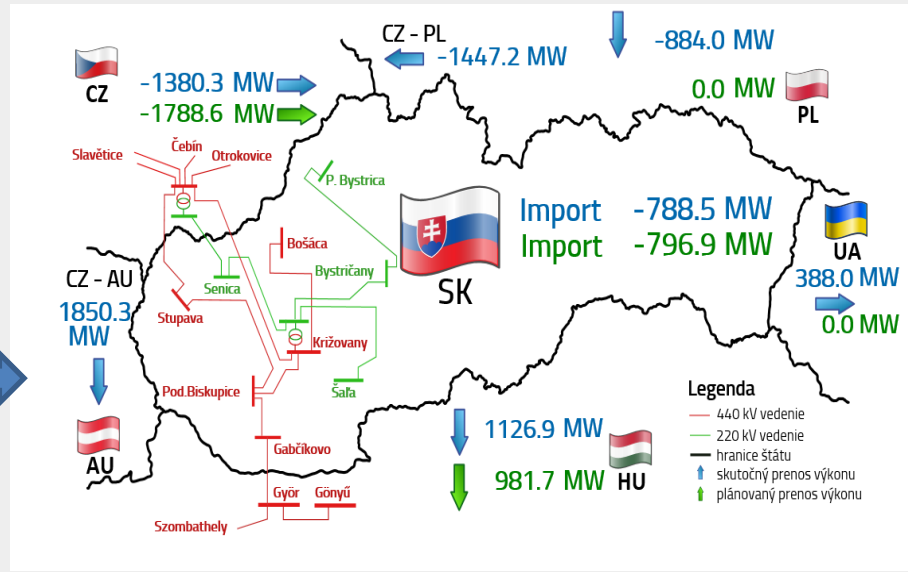
Konferencia eFocus 22.11.2017

- Štruktúra zdrojov ES SR
- Výroba elektriny z OZ FVE inštalovaná kapacita a reálna výroba v SR
- Závislosť výroby FVE od počasia
- Obmedzenia presnosti numerických modelov predpovede počasia pre potreby energetiky
- Inovácie v prognózovaní výroby OZ FVE

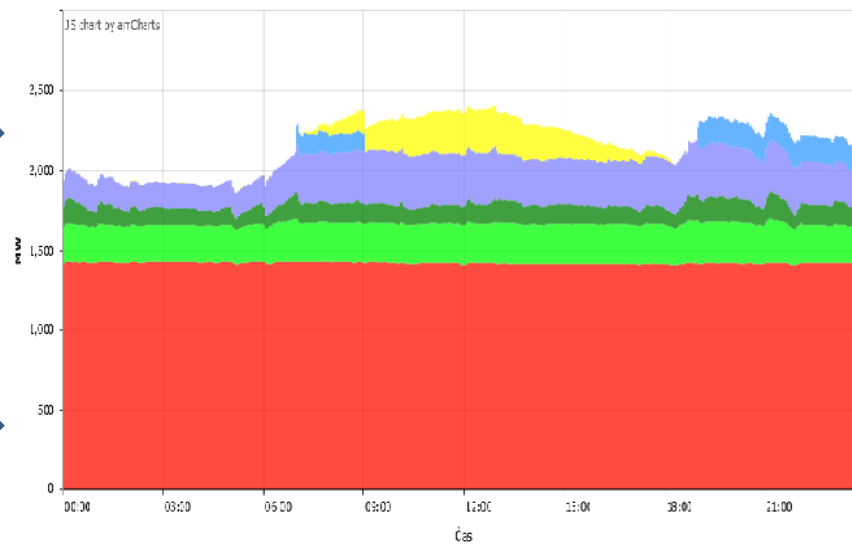


Štruktúra zdrojov v elektrizačnej sústave SR

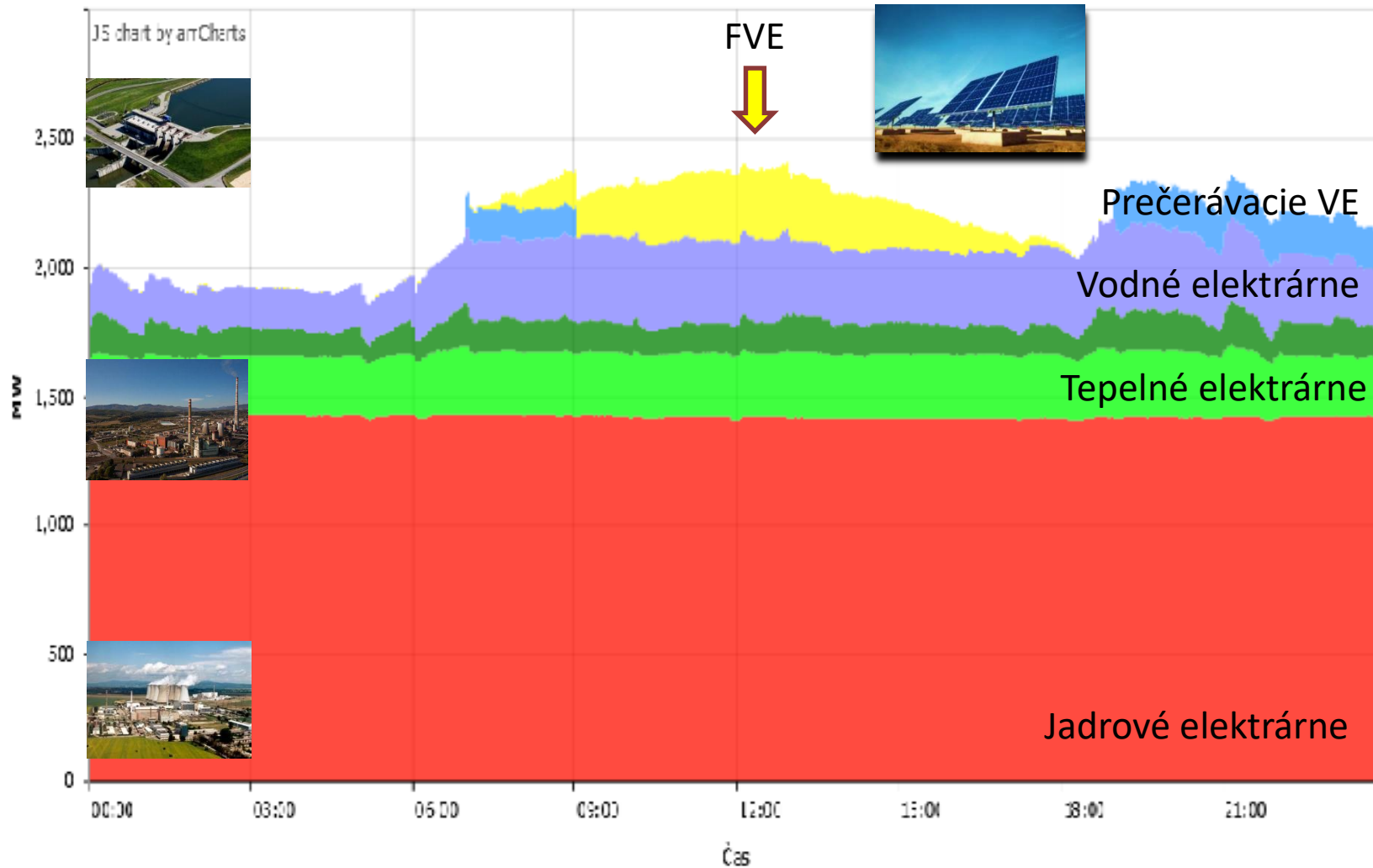
Controllable
Demand driven



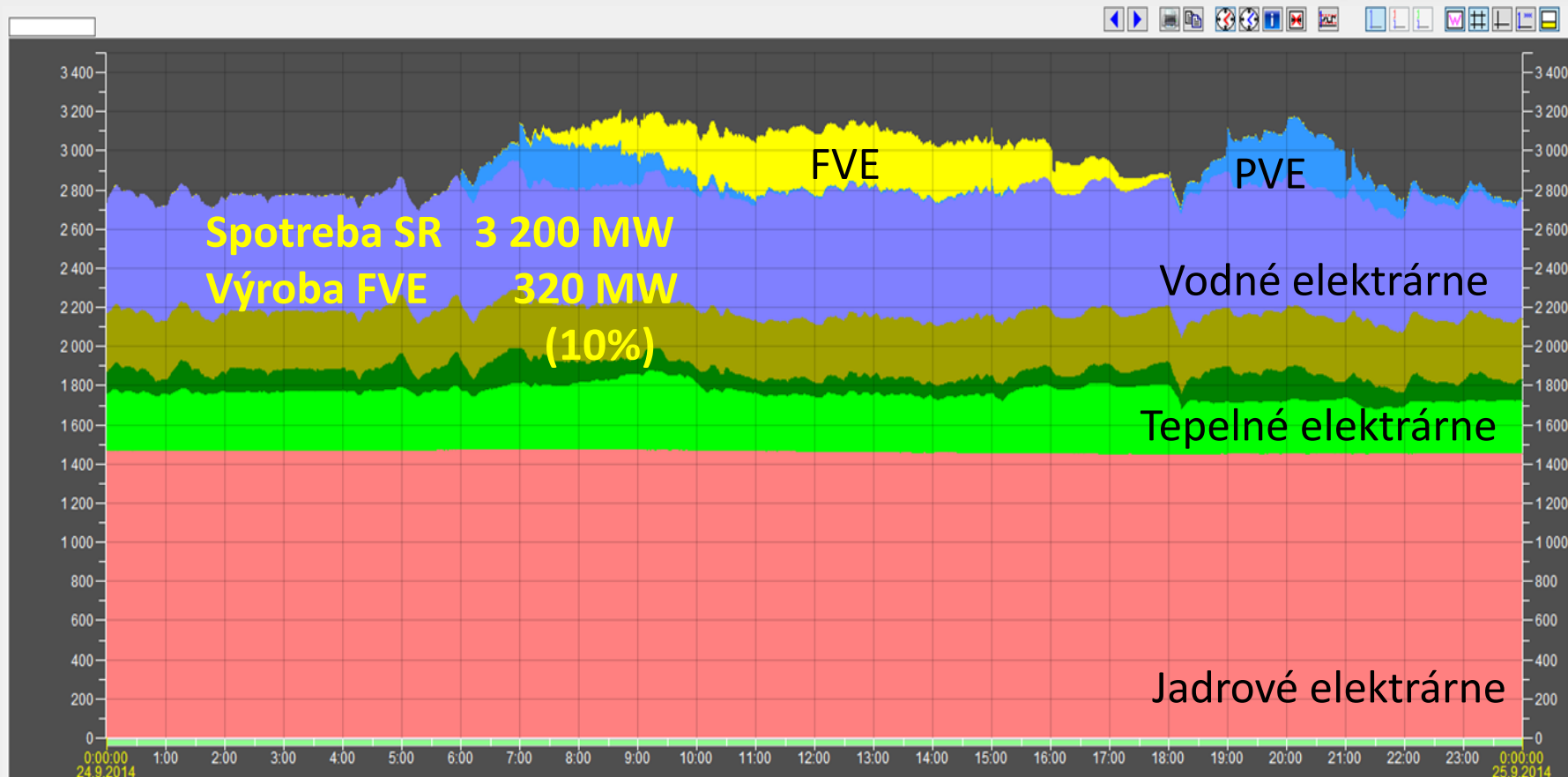
Weather
dependent
Supply driven



Štruktúra zdrojov v elektrizačnej sústave SR

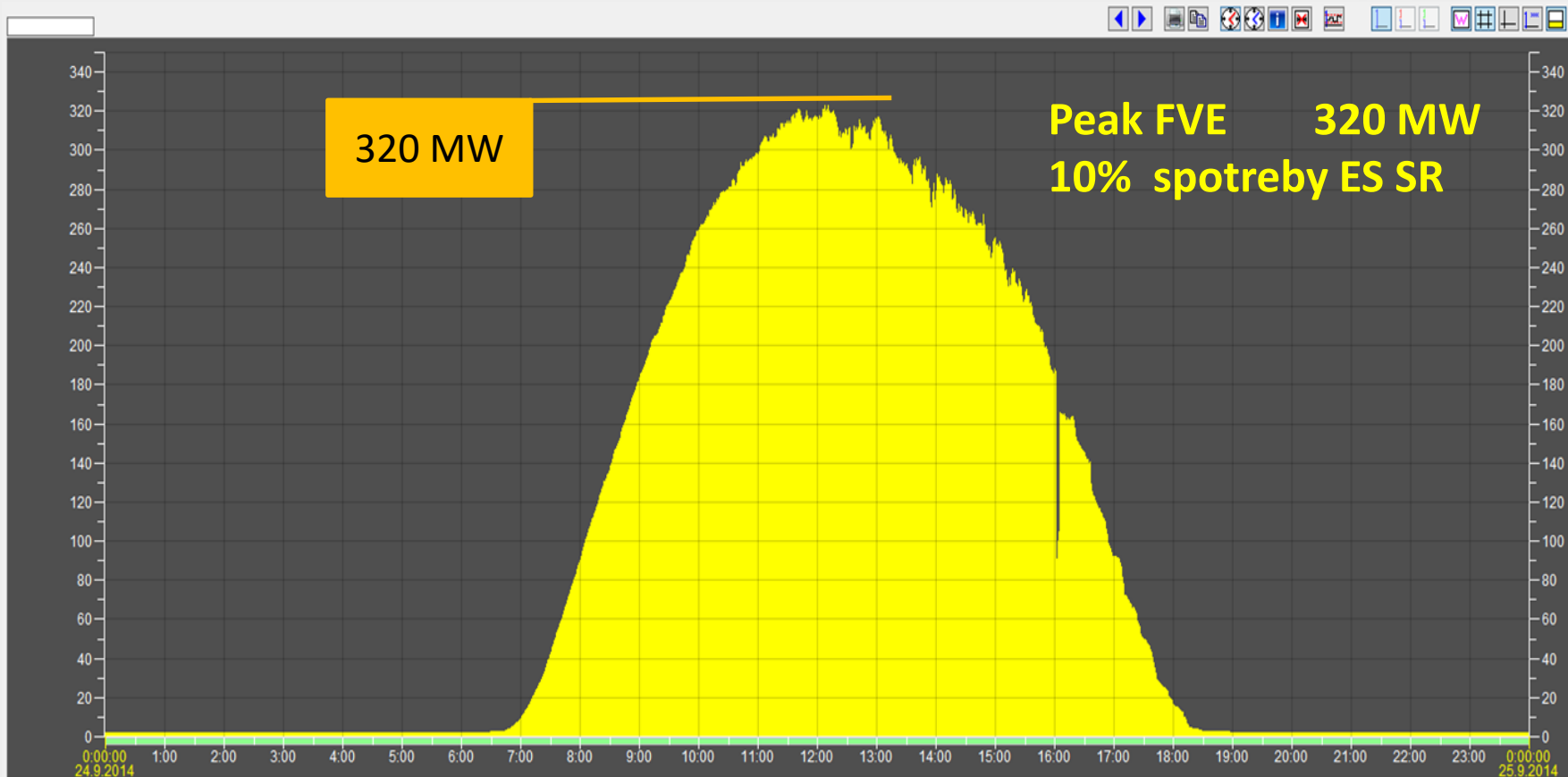


Dni s MAX výrobou FVE jeseň - 24.9.2014



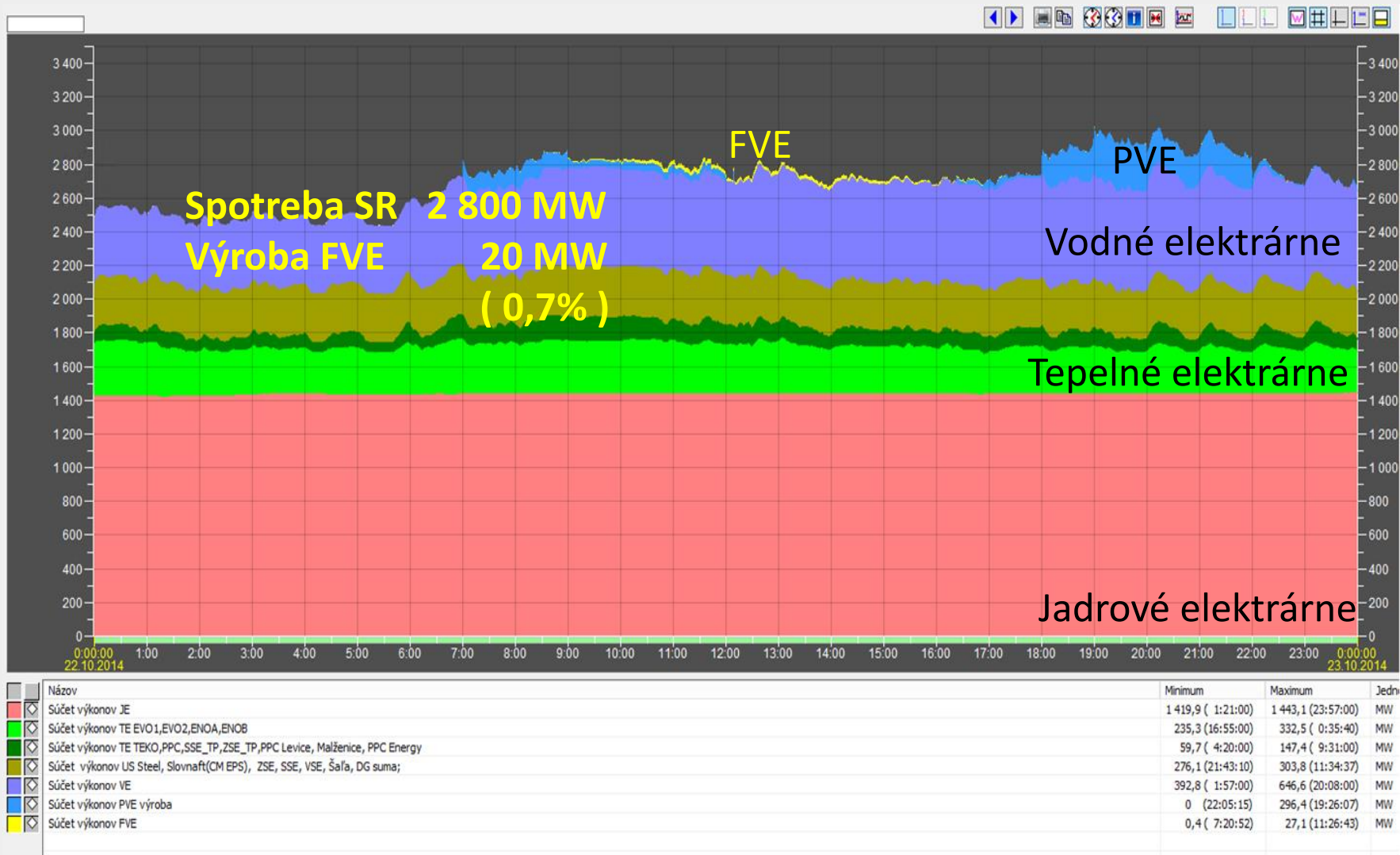
Názov	Minimum	Maximum	Jedn
Σúčet výkonov JE	1 445,6 (17:02:00)	1 473,9 (7:04:00)	MW
Σúčet výkonov TE EVO1,EVO2,ENOA,ENOB	223,2 (21:30:30)	407,6 (9:15:20)	MW
Σúčet výkonov TE TEKO,PPC,SSE_TP,ZSE_TP,PPC Levice, Malženice, PPC Energy	66,9 (16:27:00)	182,8 (18:55:00)	MW
Σúčet výkonov US Steel, Slovnaft(CM EPS), ZSE, SSE, VSE, Šaľa, DG suma;	281,4 (8:07:09)	318,6 (23:05:38)	MW
Σúčet výkonov VE	561,8 (0:00:00)	695,8 (18:58:00)	MW
Σúčet výkonov PVE výroba	0 (22:01:22)	286,2 (20:03:47)	MW
Σúčet výkonov FVE	1,8 (6:19:55)	323,3 (12:11:41)	MW

Dni s MAX výrobou FVE jeseň - 24.9.2014

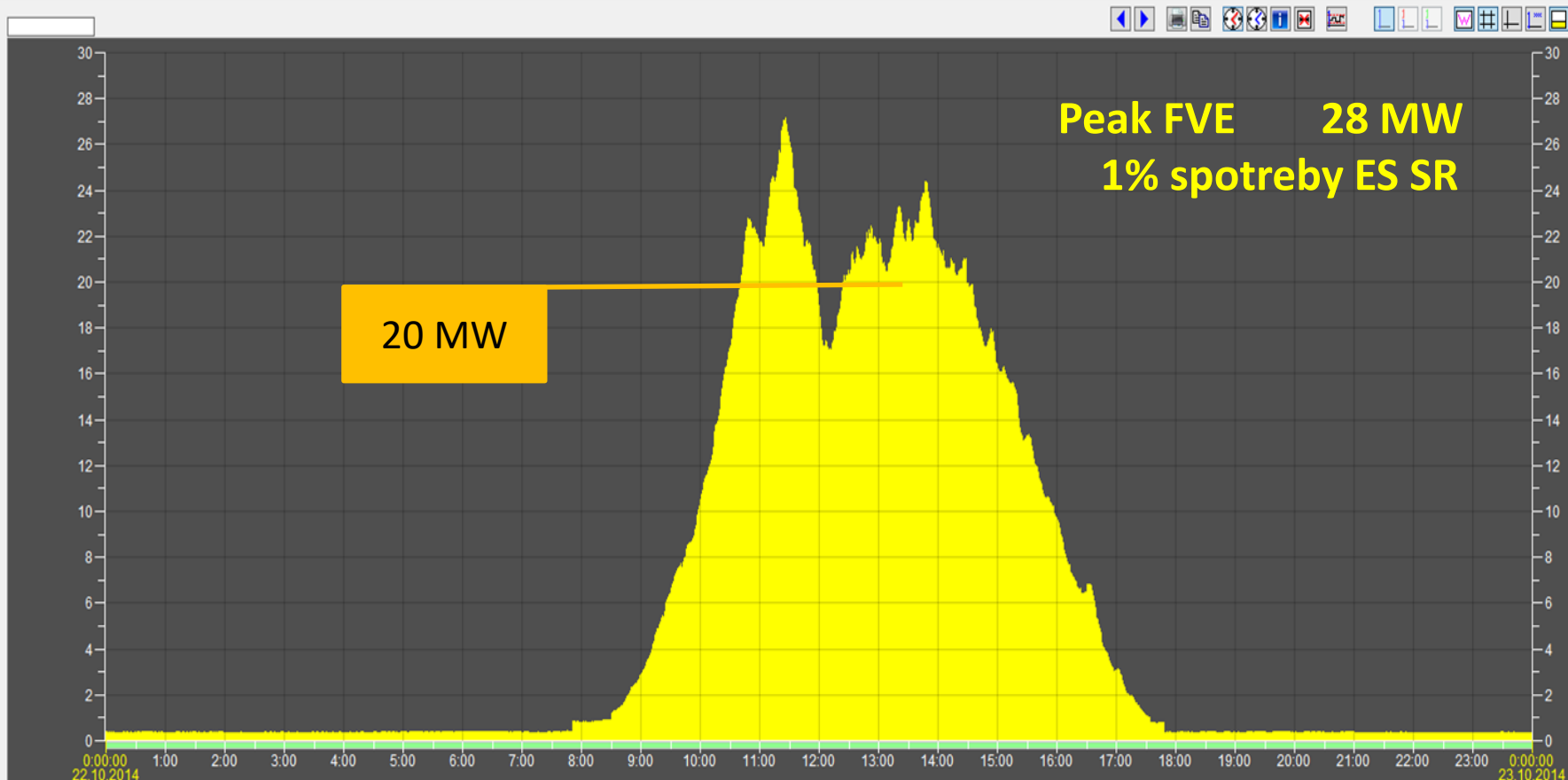


Název	Minimum	Maximum	Jedn.
<input checked="" type="checkbox"/> Súččet výkonov JE	---	---	MW
<input checked="" type="checkbox"/> Súččet výkonov TE EVO1,EVO2,ENOA,ENOB	---	---	MW
<input checked="" type="checkbox"/> Súččet výkonov TE TEKO,PPC,SSE_TP,ZSE_TP,PPC Levice, Malženice, PPC Energy	---	---	MW
<input checked="" type="checkbox"/> Súččet výkonov US Steel, Slovnaft(CM EPS), ZSE, SSE, VSE, Šafa, DG suma;	---	---	MW
<input checked="" type="checkbox"/> Súččet výkonov VE	---	---	MW
<input checked="" type="checkbox"/> Súččet výkonov PVE výroba	---	---	MW
<input checked="" type="checkbox"/> Súččet výkonov FVE	1,8 (6:19:55)	323,3 (12:11:41)	MW

Dni s MIN výrobou FVE jeseň - 22.10.2014



Dni s MIN výrobou FVE jeseň - 22.10.2014



Názov	Minimum	Maximum	Jedn
☐ Súčet výkonov JE	---	---	MW
☐ Súčet výkonov TE EVO1,EVO2,ENOA,ENOB	---	---	MW
☐ Súčet výkonov TE TEKO,PPC,SSE_TP,ZSE_TP,PPC Levice, Malženice, PPC Energy	---	---	MW
☐ Súčet výkonov US Steel, Slovnaft(CM EPS), ZSE, SSE, VSE, Šafa, DG suma;	---	---	MW
☐ Súčet výkonov VE	---	---	MW
☐ Súčet výkonov PVE výroba	---	---	MW
☐ Súčet výkonov FVE	0,4 (7:20:52)	27,1 (11:26:43)	MW

Prečo zlepšovať prognózu výroby FVE

Výzvy pre súčasnosť

- viac ako **500 MWpeak** je inštalovaná kapacita OZ FVE v ES SR
- **MAX** výroba elektriny z OZE FVE pokrýva v dňoch so slnečným počasím (a nízkou teplotou) cca **12%** okamžitej spotreby ES SR
- **MIN** výroba elektriny z OZE FVE v dňoch s veľkou oblačnosťou pokrýva **< 1%** okamžitej spotreby ES SR
- **ODCHÝLKA**, ktorá v ES vzniká ako rozdiel medzi skutočnou a plánovanou/prognózovanou výrobou FVE je pokrývaná z regulačnej rezervy aktiváciou podporných služieb PpS
- **Zvýšenie presnosti** prognózy FVE a prispieva k **znižovaniu nákladov** Tarify za systémové služby

Obmedzenia

- Presnosť modelov **NWP** – Numerical Weather Prediction
- Horizont prognózovania vs. likvidita trhu (day ahead forecast, intraday)

Horizont prognózovania FVE

Dlhodobá prognóza (Y+1)

výber optimálnych oblastí pre umiestnenie FVE , plánovanie investícií

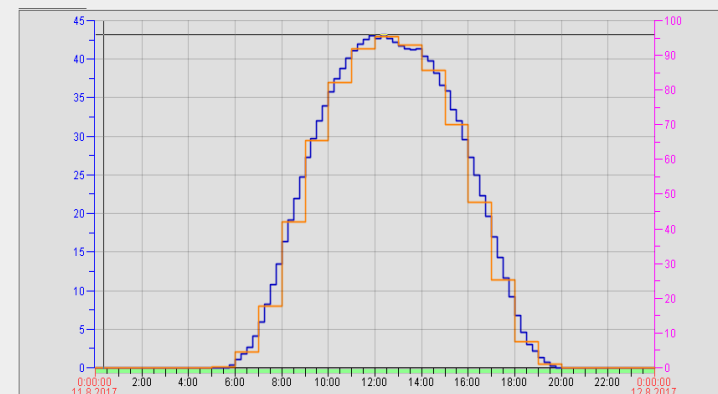
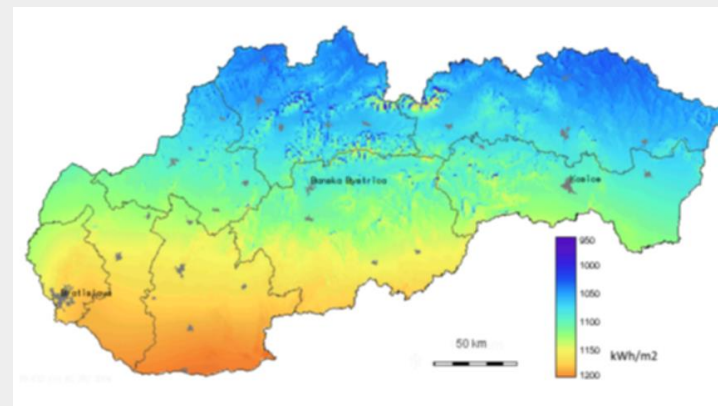
Day ahead prognóza (D+1)

povinnosť subjektov výkupu elektriny OZ FVE, minimalizácia rizika a viacnákladov odchýlky FVE

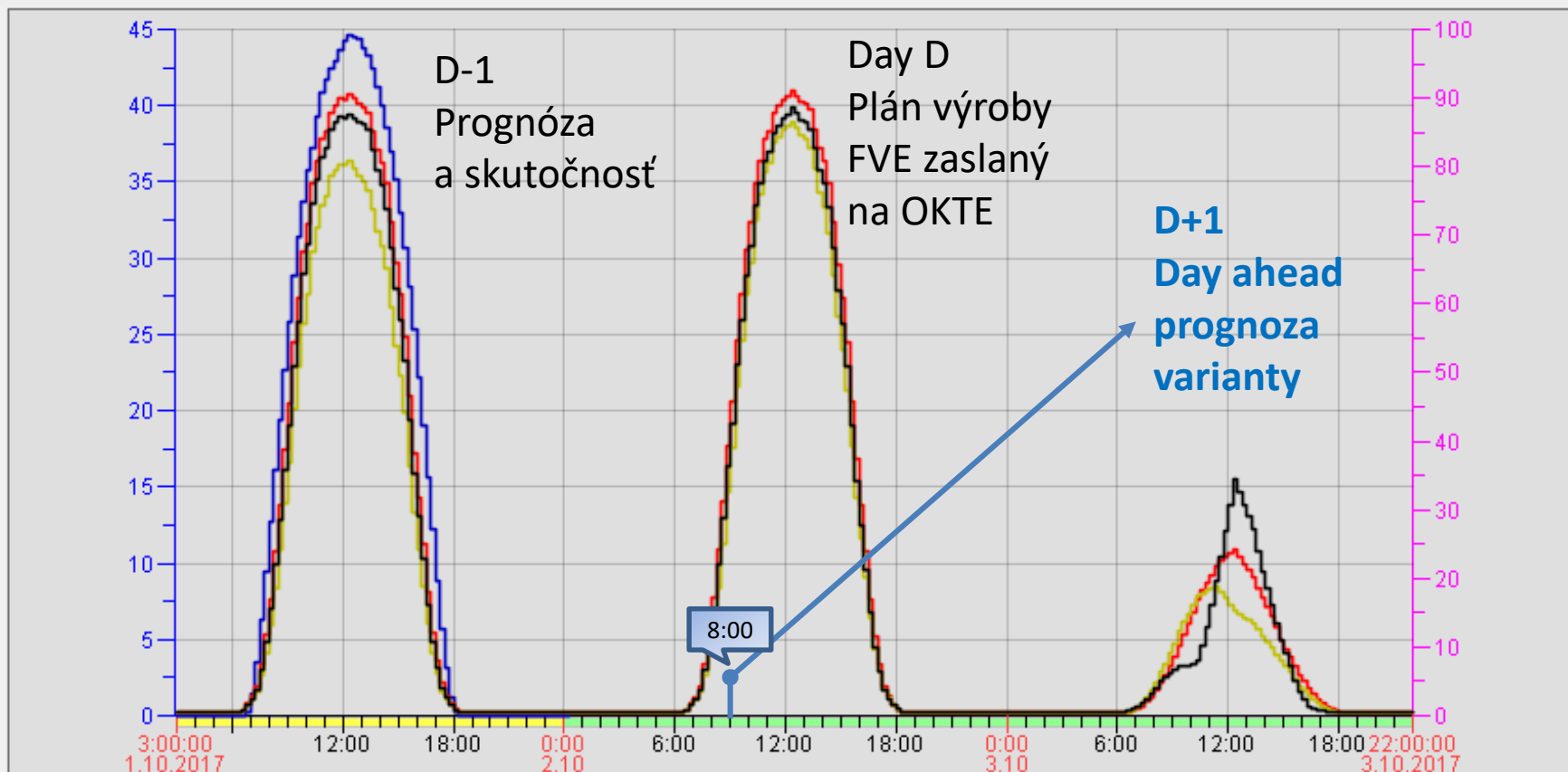
Príprava prevádzky ES SR

Intraday prognóza (H+1)

Intraday trading,
riadenie odchýlky bilančnej oblasti s výrobou OZ FVE

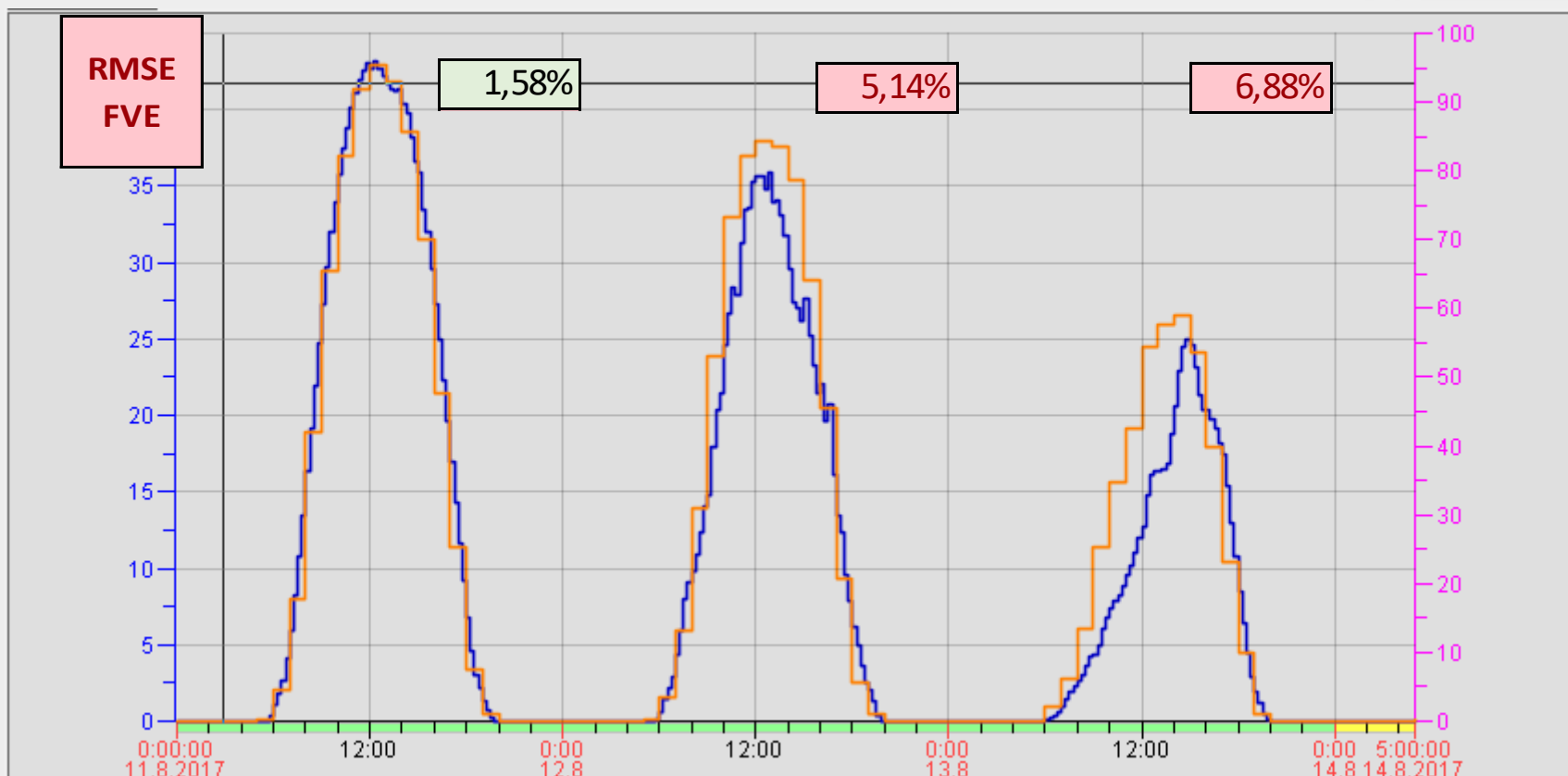


Day ahead prognóza 2.10.2017



Názov	Minimum	Maximum	Aritm.Priemer
FVE Real výroba	0 (1. 10. 2017 3:00:00)	44,653 96 (1. 10. 2017 12:15:00)	14,590 74 (?)
ALADIN D+1 (VFVE PO=ALL Out Prediction D+1 Perzist [MWh])	0,212 144 (3. 10. 2017 22:00:00)	40,951 16 (2. 10. 2017 12:15:00)	8,822 076
AL4,5 D+1 (VFVE PO=ALL Out Prediction D+1 Perzist [MWh])	0,212 144 (3. 10. 2017 22:00:00)	38,964 02 (2. 10. 2017 12:15:00)	7,741 972
GFS D+1 (VFVE PO=ALL Out Prediction D+1 Perzist [MWh])	0,200 507 (1. 10. 2017 19:30:00)	39,873 41 (2. 10. 2017 12:15:00)	8,448 373

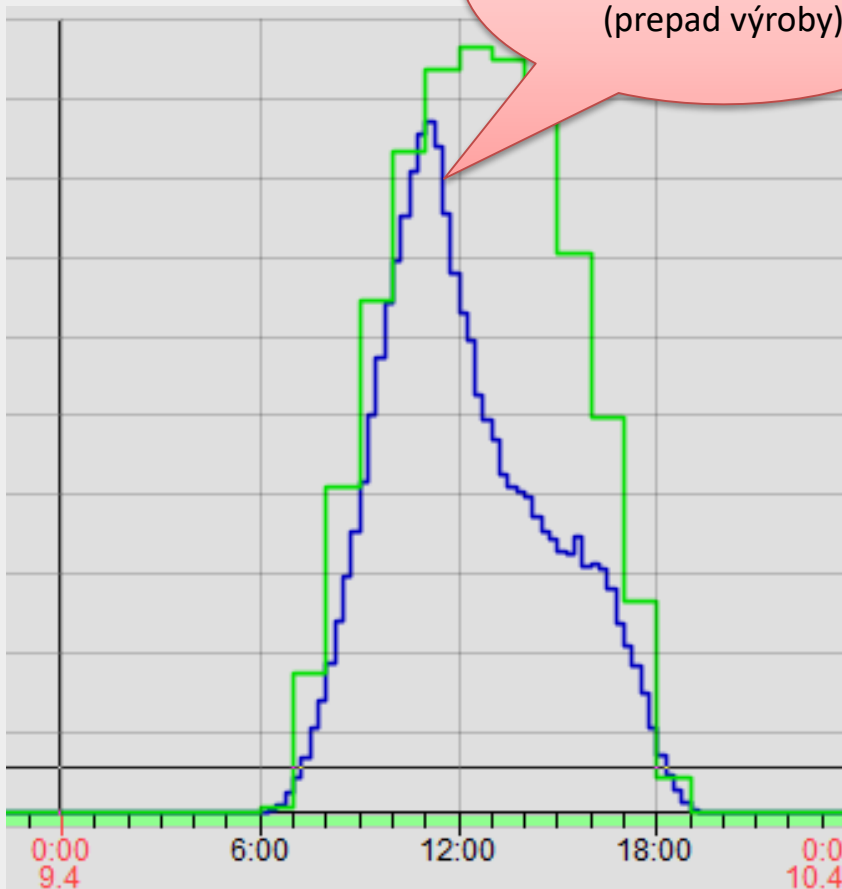
Day ahead prognóza - výsledky



DAY	RMSE Root mean squared error	PMAD Percent Mean Absolute Deviation	RESULT
11. AUGUST 2017	1.58 %	4.12 %	excellent
12. AUGUST 2017	5.14 %	17.58 %	below average
13. AUGUST 2017	6.88 %	40.56 %	weak

Day ahead prognóza – extrémne chyby prognózy

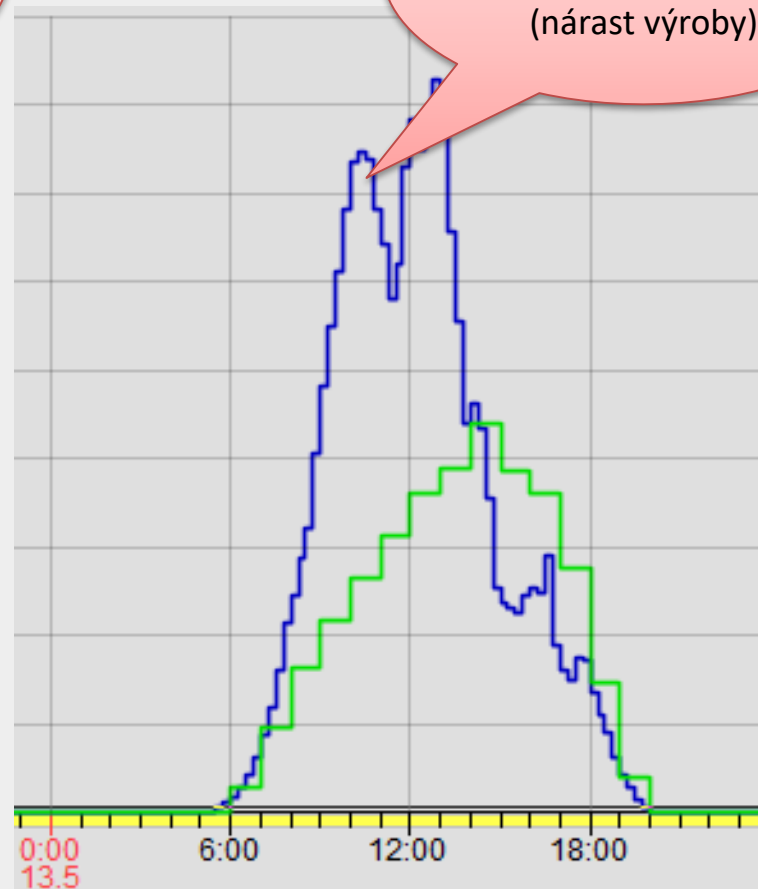
Aprílové počasie
9.4.2017
(prepad výroby)



RMSE FVE

15,90%

Májové počasie
13.5.2017
(nárast výroby)

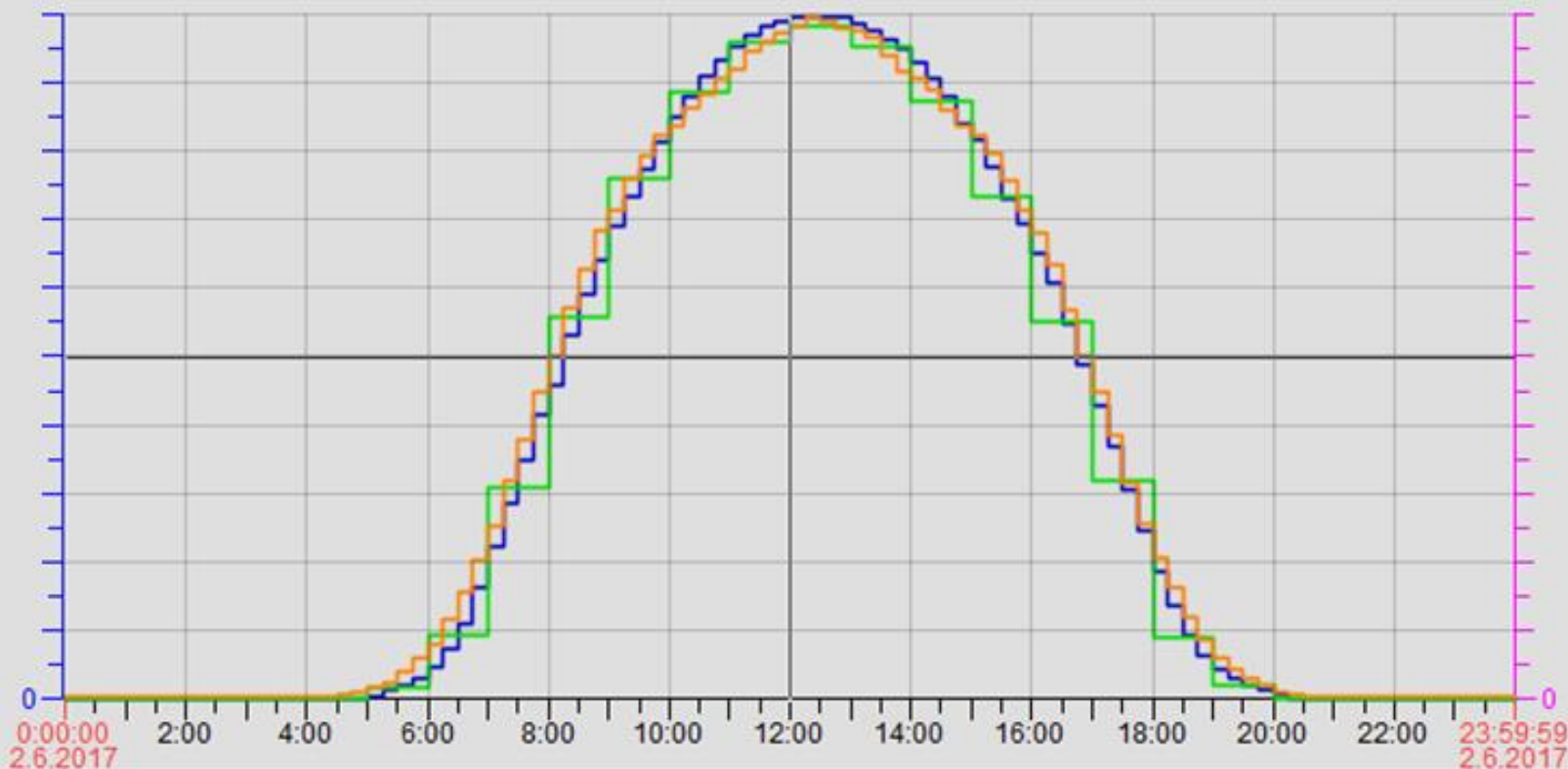


RMSE FVE

14,20%

Prognóza s vysokou presnosťou – OptiFVE

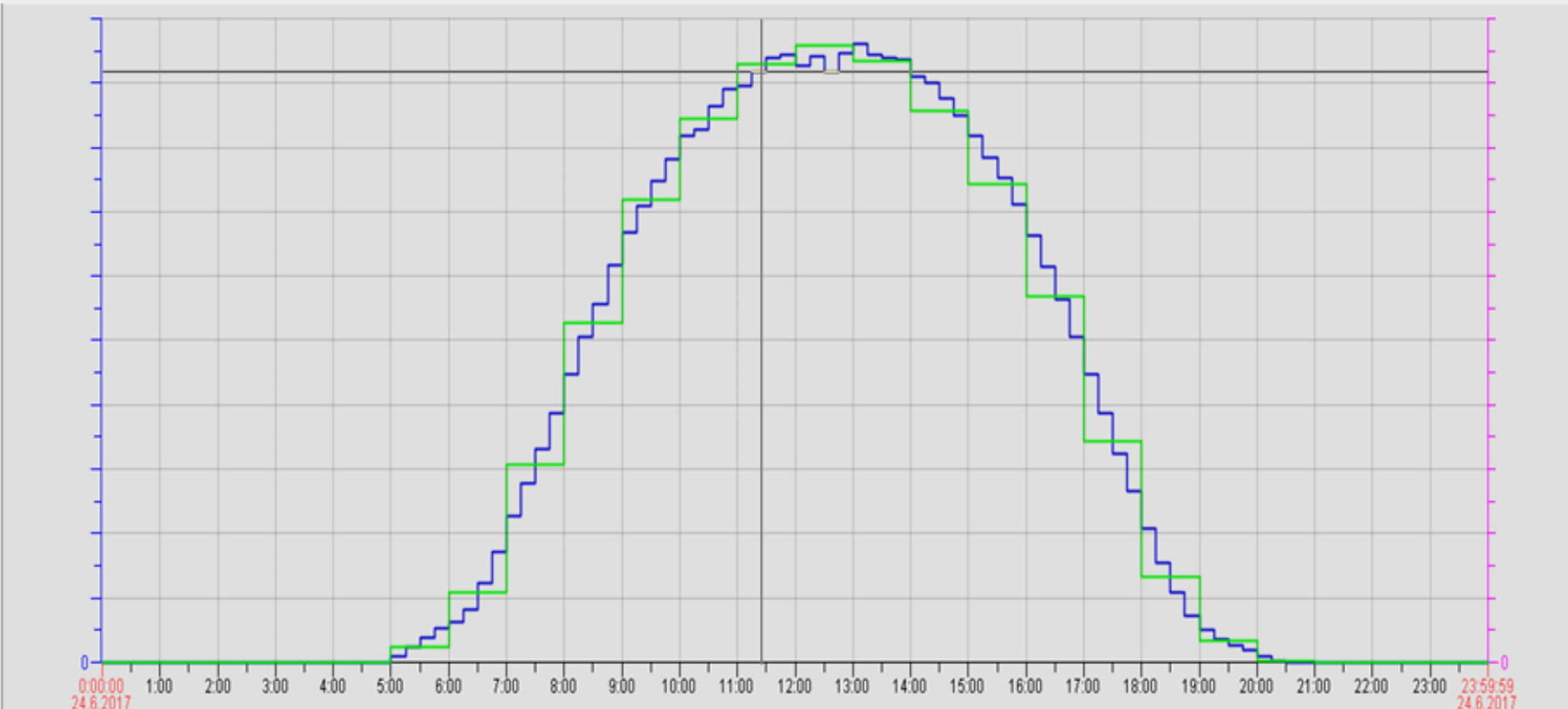
Prognóza na 2. jún 2017 – RMSE FVE 1,19%



Názov	Vyčítaná	Minimum	Maximum	Aritm.Priemer	Suma
FVE Real výroba 15min					
OPTI FVE Prognóza Zaslana					

Prognóza s vysokou presnosťou – OptiFVE

Prognóza na 24. jún 2017 – RMSE FVE 0,97%



Názov	Vyčítaná	Minimum	Maximum	Aritm.Priemer	Suma	Jednotky
FVE Real výroba 15min						
OPTI FVE Prognóza Zaslana						

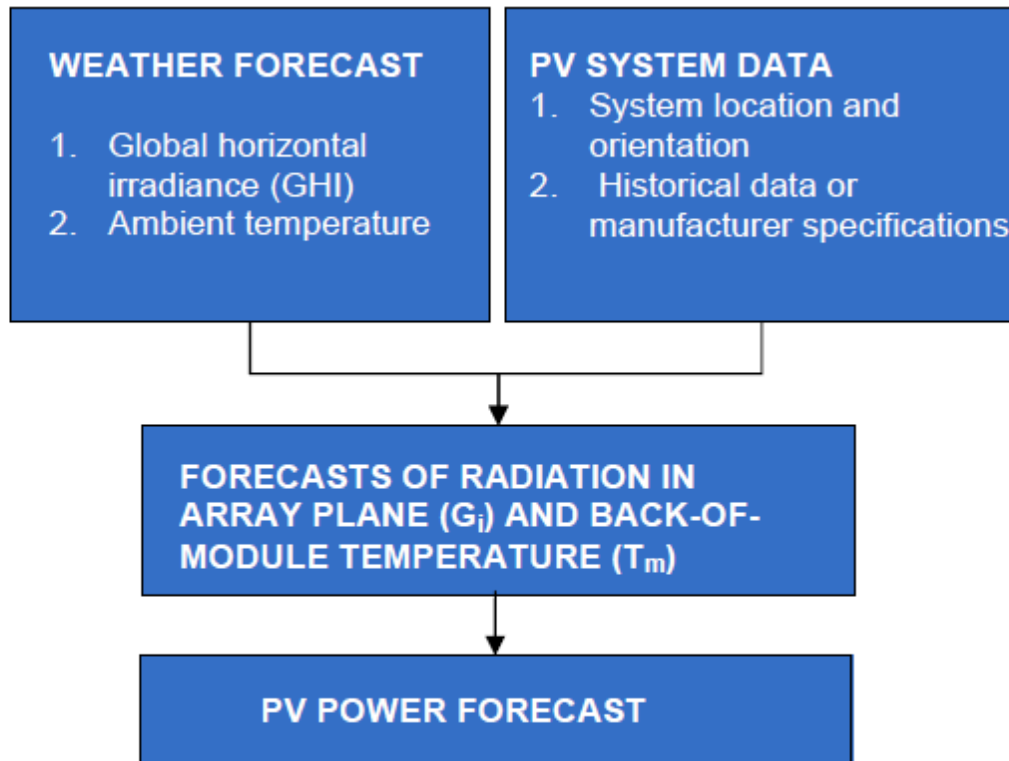
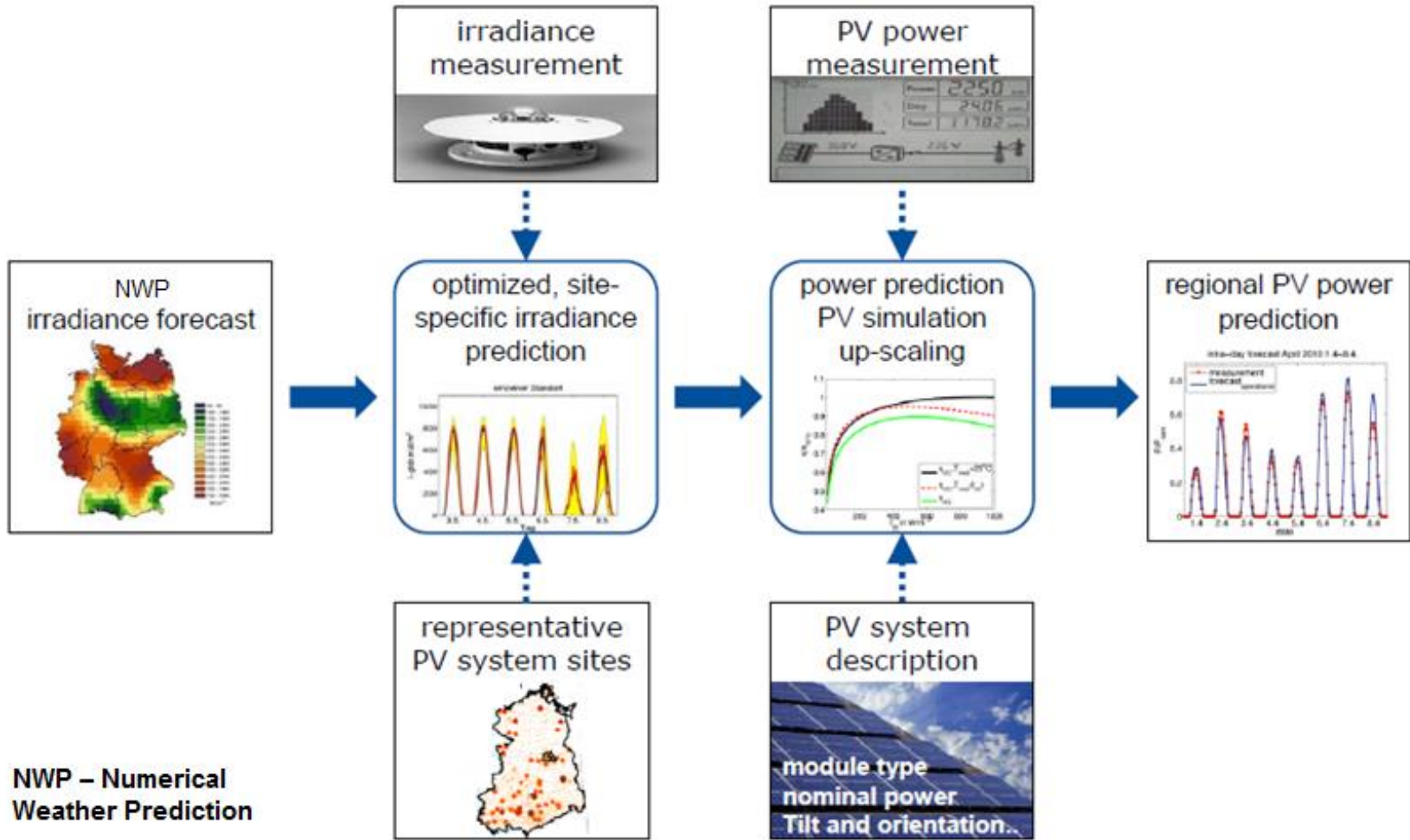


Figure 1: Sketch of a typical physical approach for generating PV power forecasts from weather forecasts and PV system data.

Metodika predikcie výroby FVE



NWP – Numerical Weather Prediction

Meteodata – kľúčový vstup pre prognózovanie OZE

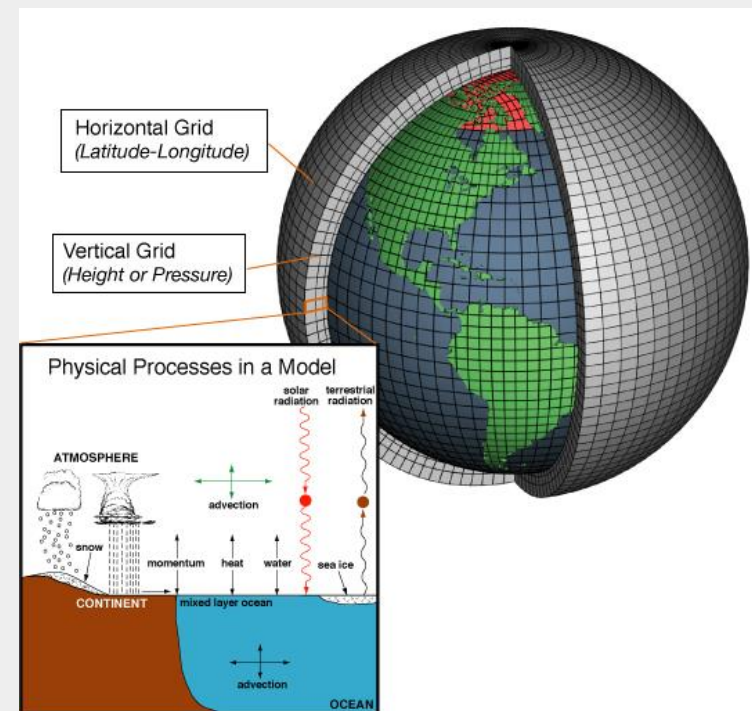
NWP – Numerical Weather Prediction

- **GFS** - Global Forecastin system (NOAA)
- **NAM** North American Mesoscale (NOAA)
- **ECMWF** - European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
- **ALADIN** - Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational (Aladin consorcium, SHMU)
- **NMM** Nonhydrostatic Meso-Scale Modelling (MeteoBlue)
- **HIRLAM** the High Resolution Limited Area Model (European meteorological institutes)



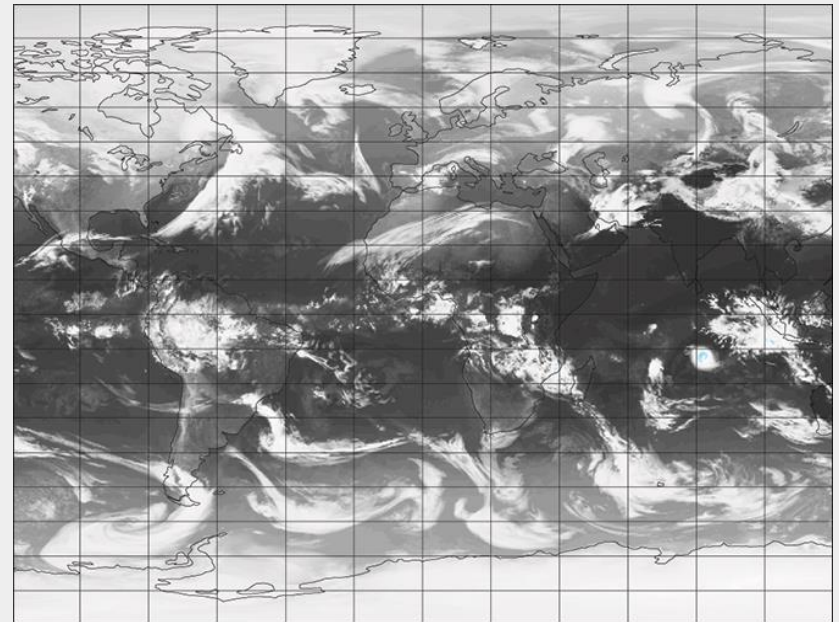
GFS Global Forecasting system

- The mathematical model is run four times a day, and produces forecasts for up to 16 days in advance, but with decreased spatial resolution after 10 days.
- The GFS model is a spectral model with an approximate horizontal resolution of 13 km for the first 10 days and 27 km from 240 to 384 hours (16 days). In the vertical, the model is divided into 64 layers and temporally, it produces forecast output every hour for the first 12 hours, three hourly through day 10 and 12 hourly through day 16. The output from the GFS is also used to produce model output statistics



ECMWF European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

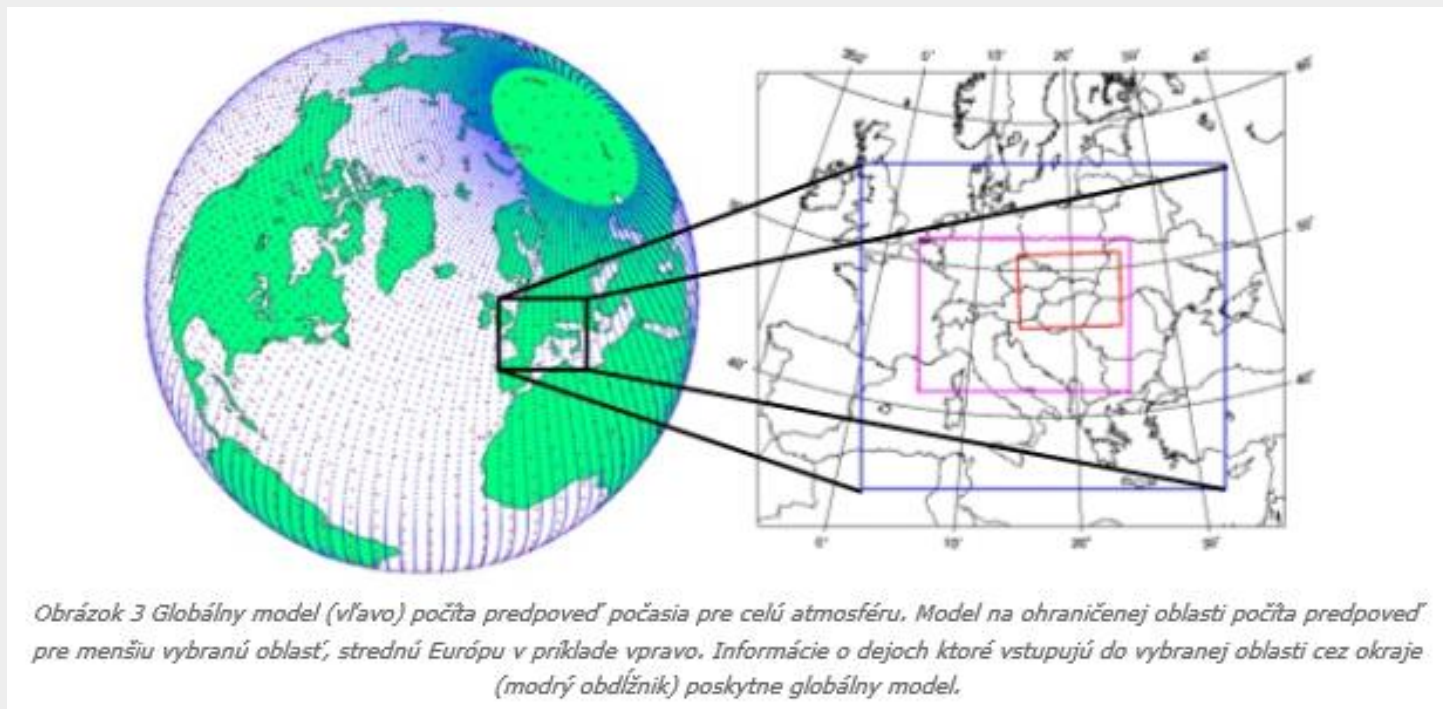
- strednodobé pravdepodobnostné predpovede počítané na 10 dní s horizontálnym rozlíšením 50 km a 60-timi vertikálnymi hladinami, 10-dňová deterministickú predpoveď s horizontálnym rozlíšením 25 kilometrov a 90-timi vertikálnymi hladinami
- ECMWF is made up of 21 European countries



NWP – modely na ohraničenej oblasti

Model ALADIN

model na ohraničenej oblasti - počítaný SHMÚ s horizontálnym rozlíšením 4,5 (9) km, so 63 (37) vertikálnymi hladinami.

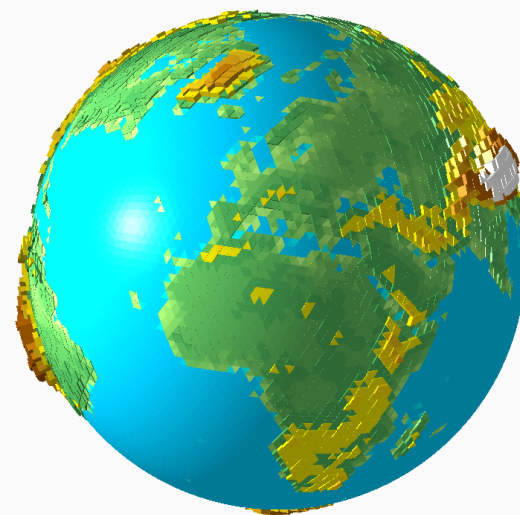


Obmedzenia NWP modelov

Počiatkové podmienky

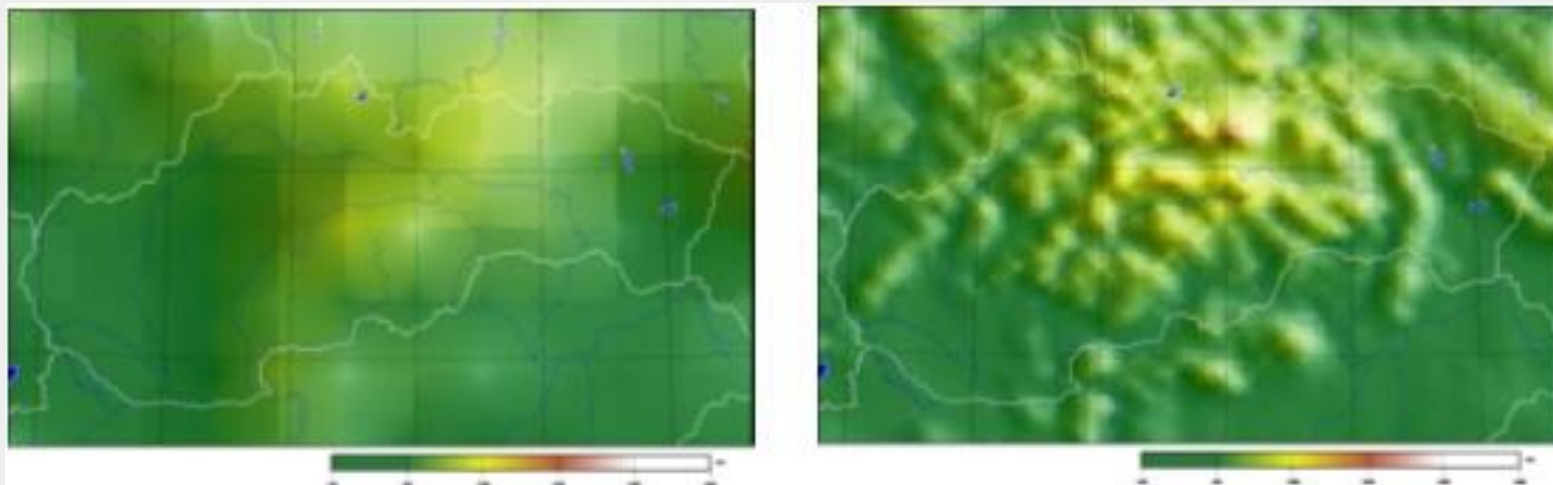
Skôr ako model začne počítať vývoj atmosféry je nutné mu zadať počiatkové podmienky (40 miliónov čísiel), stav atmosféry v určitom časovom momente, od ktorého sa začína predpoveď. Prípravu počiatkových podmienok sťažuje najmä nepravidelnosť pozorovaní atmosféry v čase a priestore, nedostatočné množstvo pozorovaní a chyby pozorovaní.

V súčasnosti je pre asimiláciu dát k dispozícii asi 1 milión pozorovaných údajov v tzv. hlavných termínoch o 00, 06, 12 a 18 UTC (všetci pozorujú v tom istom momente a čas sa udáva v čase, ktorý je práve na nultom poludníku v UTC).



Obmedzenia NWP modelov

Rozlíšenie modelu



Model s menšími rozmermi hranolov presnejšie reprezentuje topografiu, ktorá je najdôležitejším faktorom pri určení priebehu počasia v jednotlivých regiónoch Slovenska. Na obrázku 2 vidíme ako je Slovensko reprezentované v modeli s rozmerom hranola 50 km a 10 km.

Obmedzenia NWP modelov

Rozlíšenie modelu – hornatý terén



Typická situácia prúdenia vzduchu ponad pohorie ako napr. Vysoké Tatry. Na náveternej strane pohoria sa formuje vo výstupných prúdoch oblačnosť, z ktorej vypadávajú zrážky. Na záveternej strane vzniká turbulencia s nárazovým vetrom. V globálnom modeli s rozmerom hranola 50km sú celé Tatry vnútri tohto hranola a sú reprezentované ako rovina s priemernou nadmorskou výškou Tatier. Stratila sa informácia o oblačnosti na náveternej strane a o turbulencii na strane záveternej.

Obmedzenia NWP modelov

Atmosféra = chaotický systém

fundamentálne správanie atmosféry, ktoré nemá nič spoločné s nedostatkami modelu. V prípade dokonalého modelu s dokonalými počiatočnými podmienkami sa odhaduje limit predpovedateľnosti na 3 až 4 týždne. Za týmto limitom už nie je prakticky možné predpovedať počasie, ktoré bude na danom mieste v daný čas.

Ukazuje sa, že za týmto limitom sa dá už predpovedať iba priemerný charakter počasia (napr. či bude v mesiaci júl v priemere viac zrážok ako je dlhodobý pozorovaný priemer).



Obmedzenia NWP modelov

Limit predpovedateľnosti sa v súčasnosti odhaduje na približne 10 dní. Aj tu platí, že za týmto limitom je stále možné predpovedať priemerné dlhodobejšie odchýlky od dlhodobého priemerného počasia.

Dĺžka predpovede, pri ktorej ešte nemá význam uvažovať o pravdepodobnosti, to je keď ešte predpovede nie sú citlivé na zmeny v počiatočných podmienkach, je v priemere asi 3 dni, pre počasia spojené s tlakovými útvarmi (cyklóny, anticyklóny, atmosférické fronty) a 40 minút pri letných búrkach.

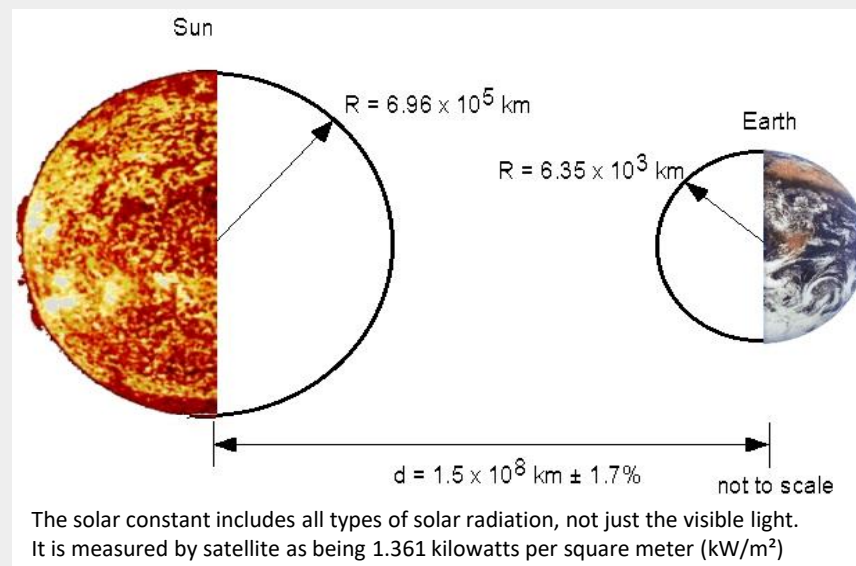


Metodika IPESOFT® - optiFVE

IPESOFT® **optiFVE** pre zvýšenie presnosti kombinuje originálnymi metodikami údaje viacerých NWP modelov a časových horizontov prognózy

IPESOFT® **optiFVE** poskytuje automatizované prognózy výroby FVE v hodinovom, resp. 15. min. rozlíšení v horizonte D+0 až D+3

- Fyzikálny model s adaptívnou kalibráciou podľa historických dát
- NWP s vysokým rozlíšením
- Podporuje umiestnenie, typy FVE, korekcie účinnosti FV panelov
- Originálne algoritmy pre dosiahnutie vysokej presnosti predikcie P FVE



V spoločnosti IPESOFT sa metódam prognózovania v energetike venujeme od roku 1998.

Produkt **IPESOFT® optiFVE** bol vyvíjaný a testovaný od roku 2015

- Parametrizovanie produktu optiFVE v priebehu roku 2016 počas paralelnej prevádzky na historických údajoch 2014-2016
- V roku 2017 je produkt **IPESOFT® optiFVE** v reálnom nasadení pre prognózovanie výroby FVE u významného zákazníka, zrealizoval za 6 mesiacov **úspory v nákladoch na odchýlku** spôsobenú nepresnosťou predikcií **FVE > 10%** oproti rovnakému obdobiu pred zavedením
- Presnosť **IPESOFT® optiFVE** v hodnotenom období **RMSE = 4.45 %**

(*Benchmark: typické presnosti metódy ANN 6-10%, fyzikálne metódy 4-6%*)

Ďakujeme za pozornosť

IPESOFT spol. s r.o.
Bytčická 2, 010 01 Žilina
Slovenská republika

<http://www.ipesoft.com/>

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