

Прогнозиране на добива на вятърна енергия

Моника Палова & Кирилка Дончева

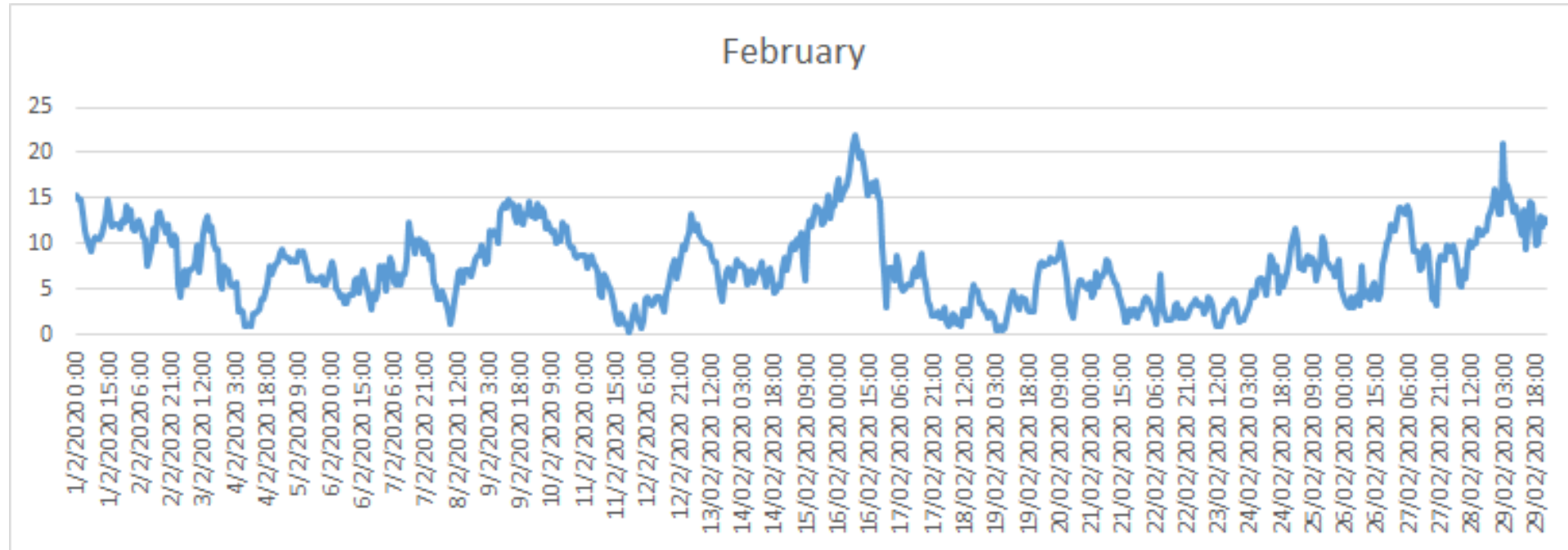


ARIMA модели – идея и основни понятия

ARIMA (autoregressive integrated moving average - авторегресионни, интегрирани, с пълзяща средна) е алгоритъм за прогнозиране на данни, основаващ се на идеята, че само информацията за предишните стойности на времеви ред е достатъчна за прогнозиране на бъдещите стойности на реда.

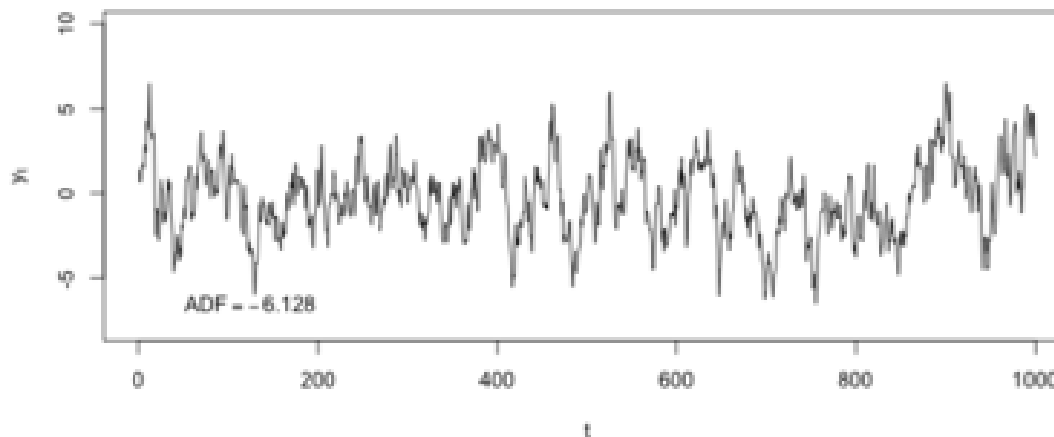


Какво е времеви ред?

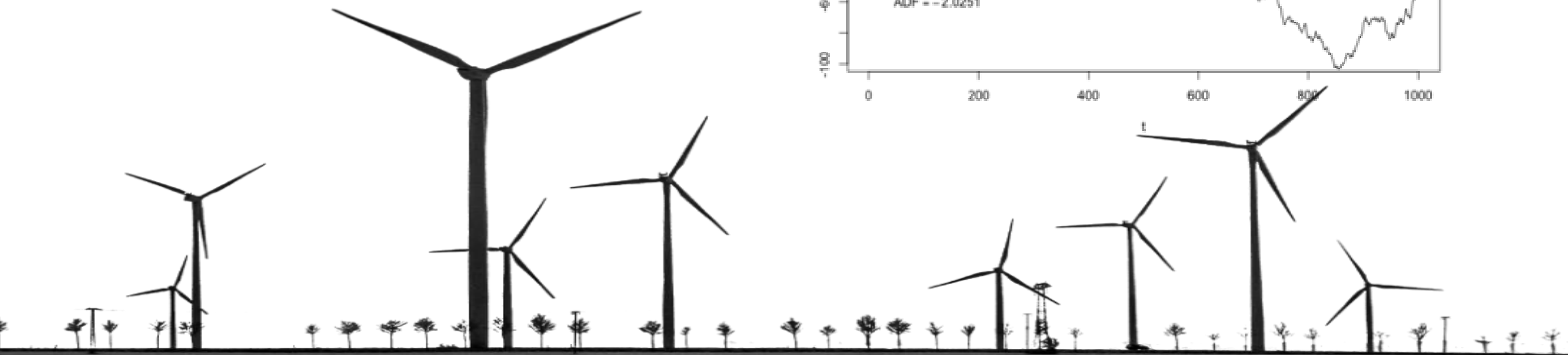
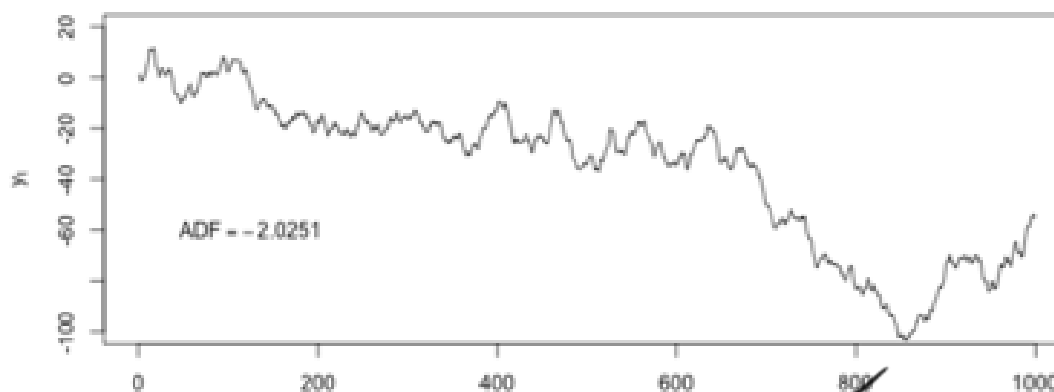


Какво е стационарен времеви ред?

Stationary Time Series



Non-stationary Time Series



ARIMA моделите от математическа гледна точка

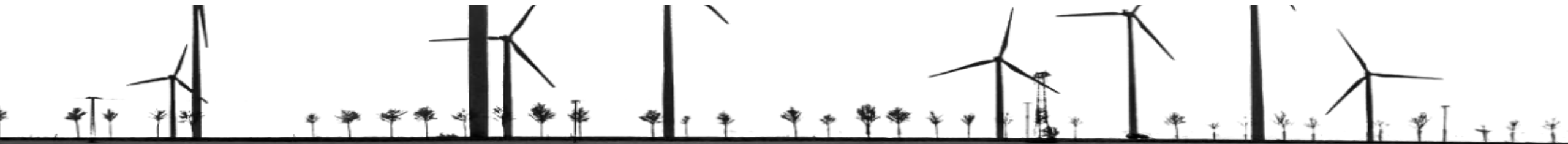
□ $ARIMA(p, d, q)$: $p, d, q \in \mathbb{Z}$ и $p, d, q \geq 0$

□ $AR(p)$: $X_t = c + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + \varepsilon_t$

□ $MA(q)$: $X_t = c + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$



$$X_t = c + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

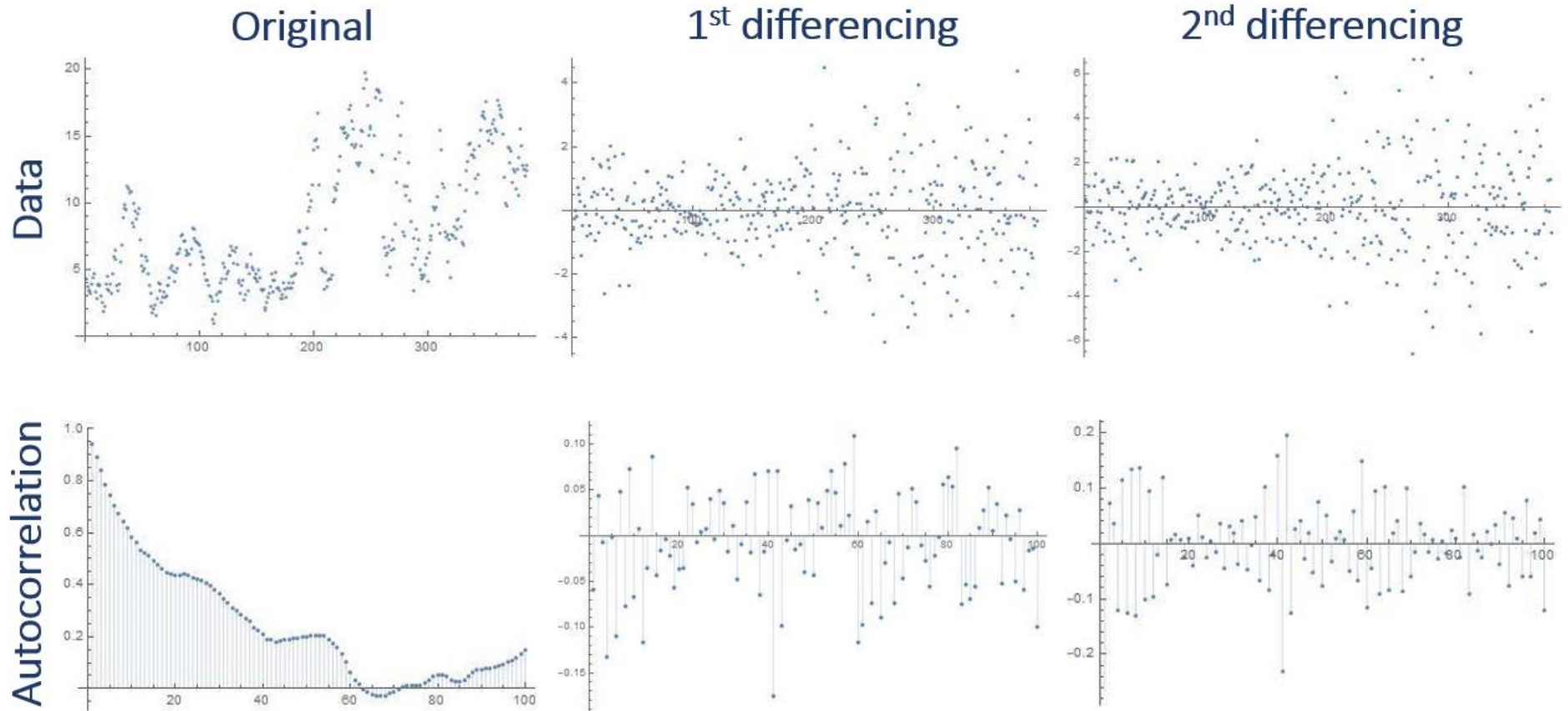


Прогнозиране на скоростта на вятъра с помощта на ARIMA модел

- За определянето на коефициентите на ARIMA модела използвахме 200 измервания на скоростта на вятъра, за да предскажем 201-вото.

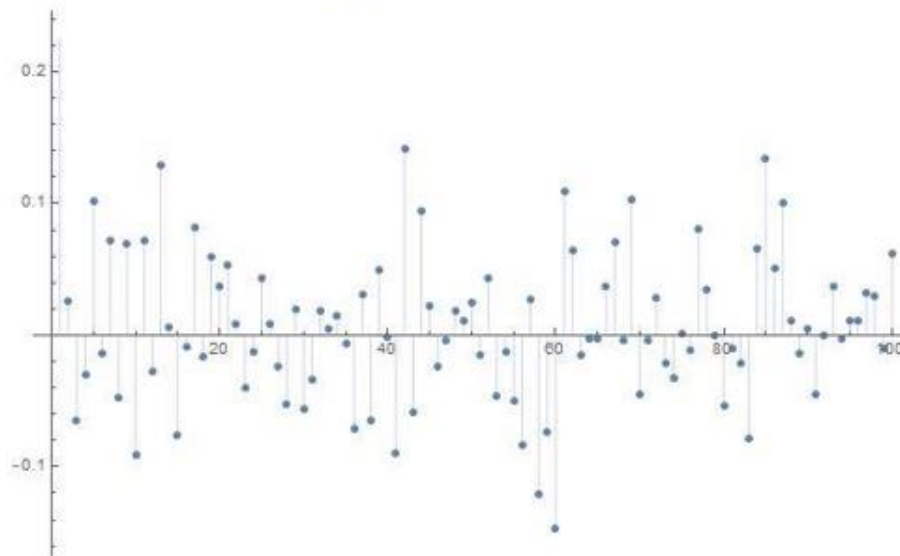


Определяне на коефициент d

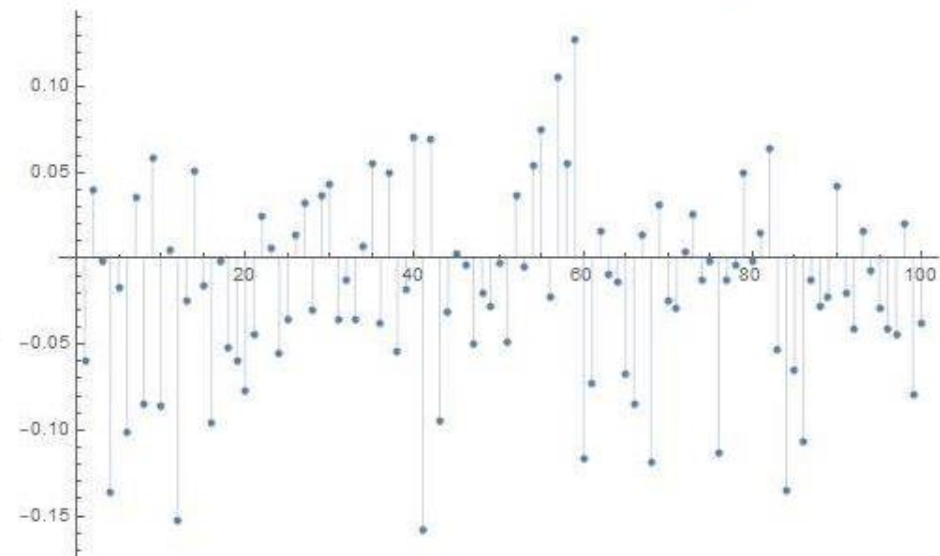


Определяне на коефициент ρ

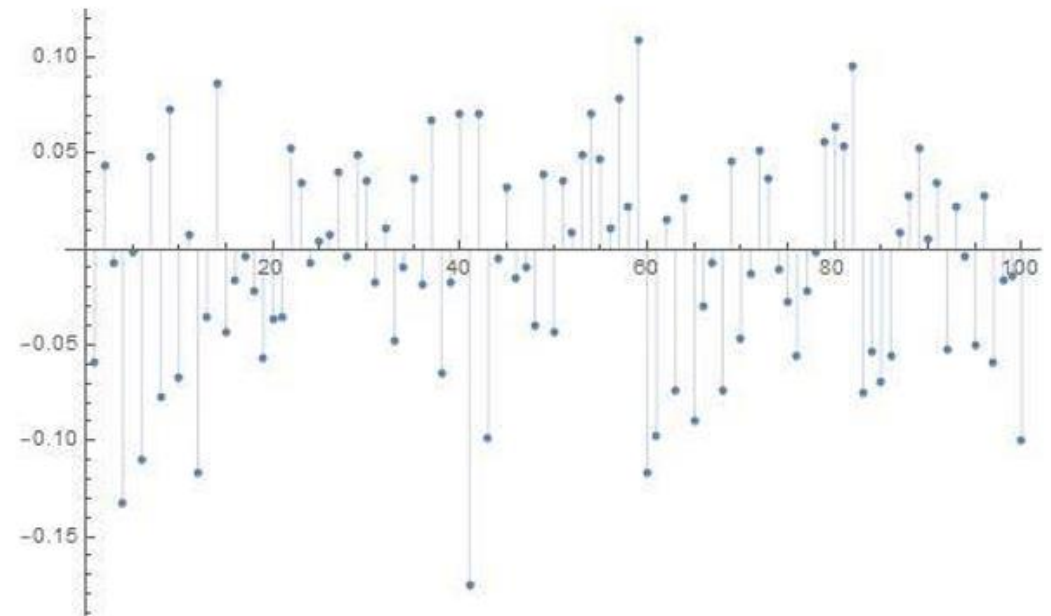
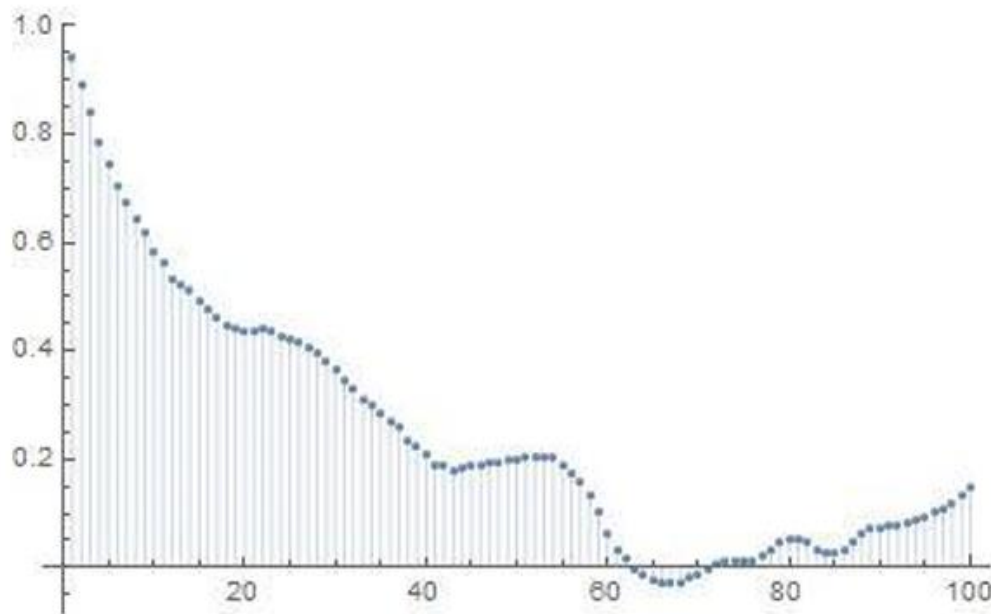
PACF on original data



PACF after 1st differencing



Определяне на коефициент q

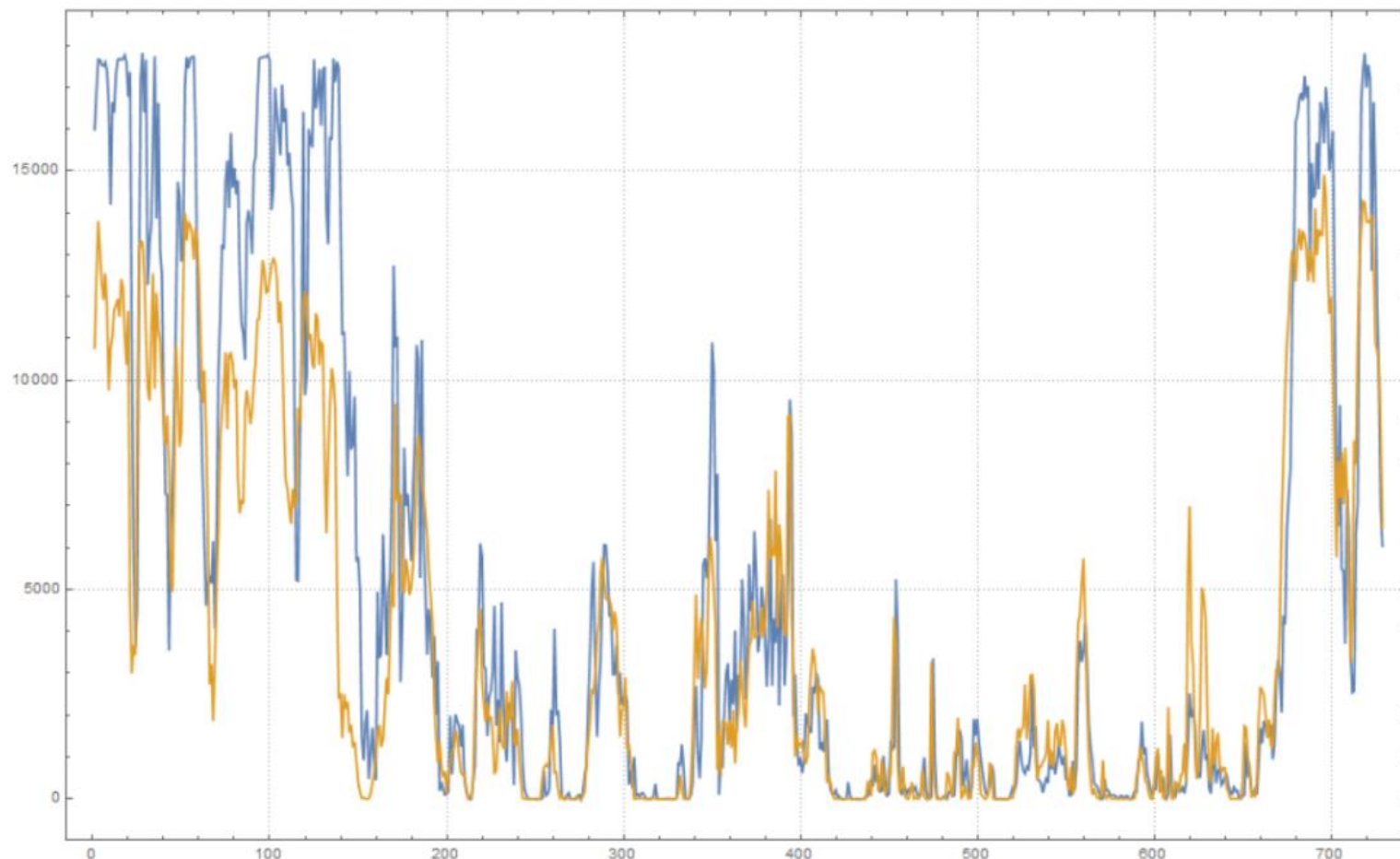


Получен ARIMA модел

- Получихме два модела – $ARIMA(1,0,0)$ и $ARIMA(0,1,0)$. За да изберем кой модел е по-подходящ, ще използваме вградената функция на математика `TimeSeriesModelFit[data]`, която приема времеви ред и предлага списък от най-подходящи модели, с които да се прогнозира този ред. Приложихме функцията върху данните и резултатът, който получихме е: $ARIMA(0,1,0)$.



Резултати за 03.2020, получени с ARIMA(0,1,0)



— - предсказани данни
— - реални данни

☐ Моделът се тренира
на всеки час!

☐ RMSE: 2835.99

☐ Imbalance: 45.83%



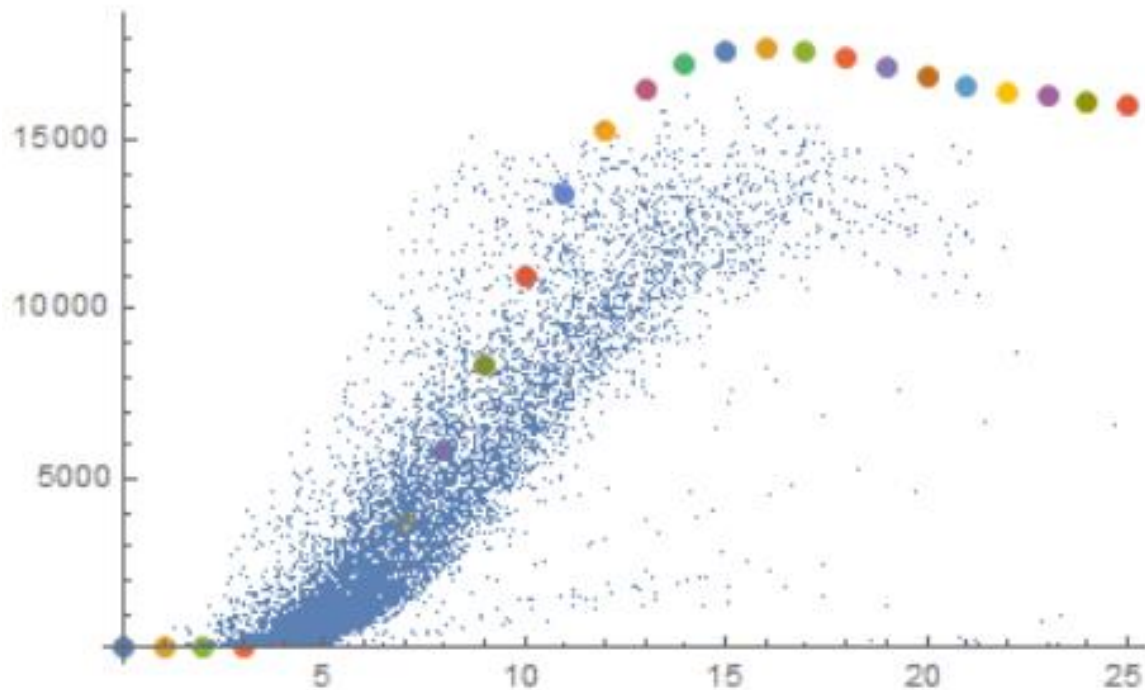
Методи за подобрене на получените резултати

- ❑ Подобряване на общата крива на мощност на парка
- ❑ Подобряване на метода за прогноза на вятъра

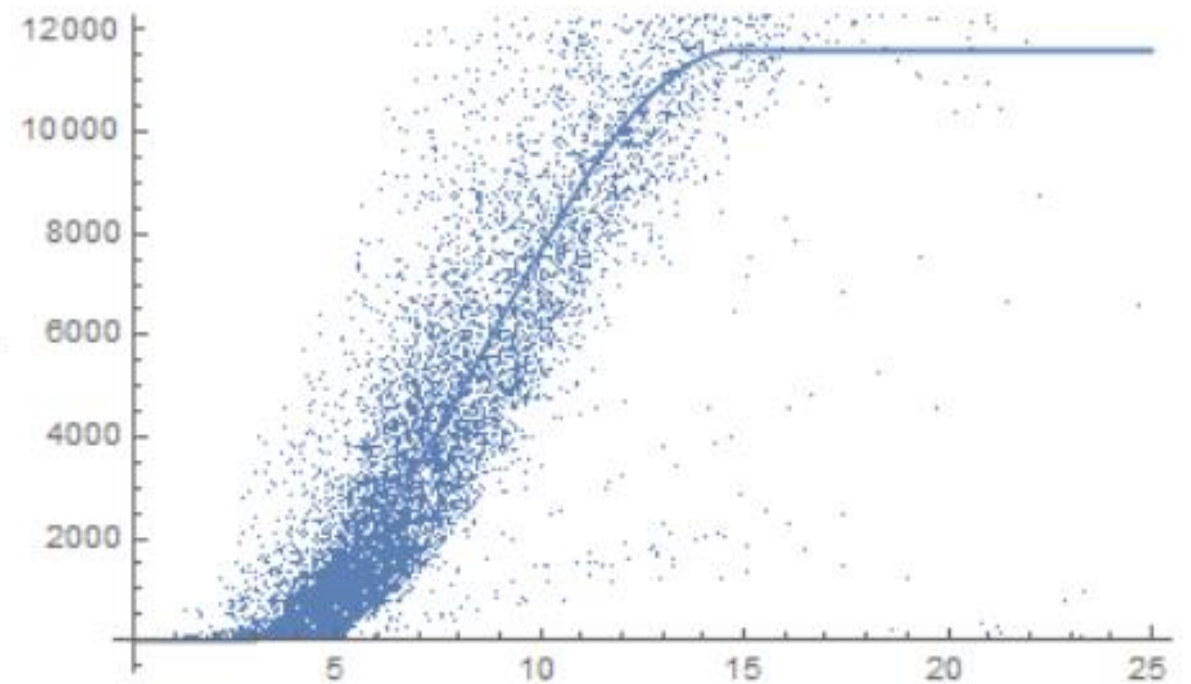


Подобряване на общата крива на мощност на парка

Резултати, получени с предишната крива на мощността:



Резултати, получени с подобрената крива на мощността:

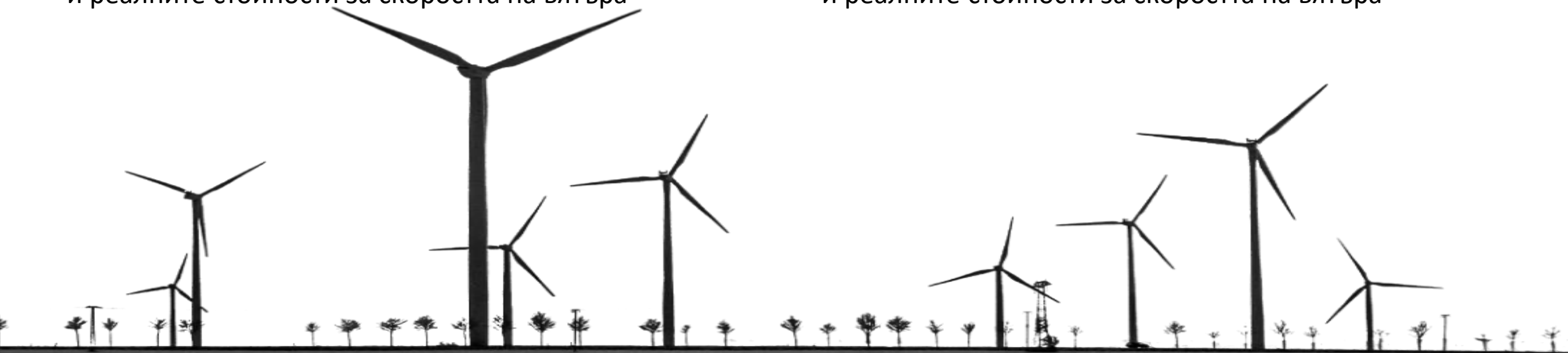


	January	February	March
RMSE	3618.63	3233.93	2572.61
imbalance	43.88%	51.09%	41.96%
Average RMSE value	3141.72		
Average imbalance value	45.64%		

Оценка, базирана на предишната крива на мощност и реалните стойности за скоростта на вятъра

	January	February	March
RMSE	2199.39	1347.91	1490.43
imbalance	25.15%	19.81%	24.82%
Average RMSE value	1679.24		
Average imbalance value	23.26%		

Оценка, базирана на подобрената крива на мощност и реалните стойности за скоростта на вятъра



С новополучената крива на мощност за парка и използвайки получените данни предсказването на скоростта на вятъра с ARIMA(0,1,0) получихме следните стойности за RMSE и процент imbalance.

	March with Old Curve	March with New Curve
RMSE	2835.987	1820.95
imbalance	45.83%	30.06%



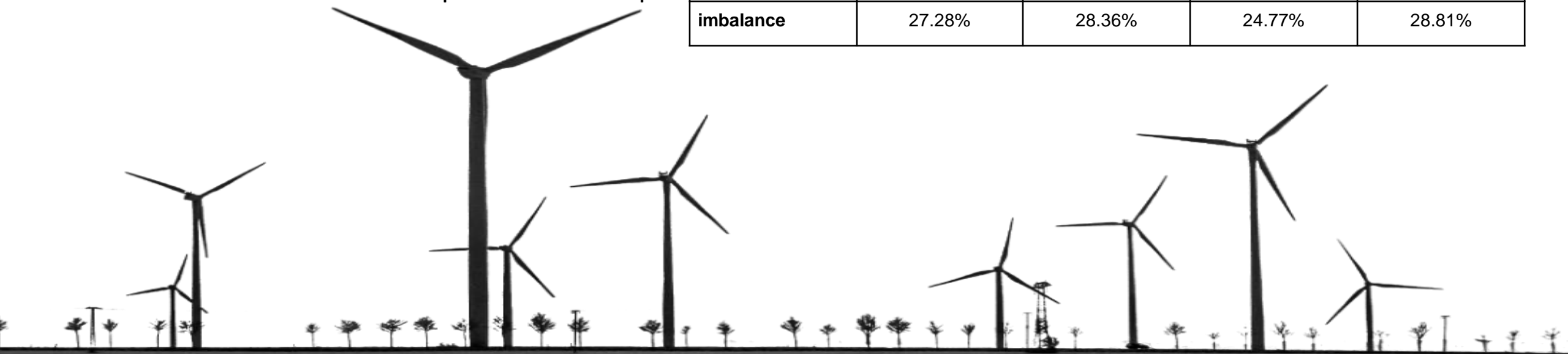
Подобряване на метода за прогноза на вятъра

	March with “previous 200 points” prediction	March with “Jan2019-Feb2020” prediction
RMSE	1820.95	1700.05
imbalance	30.06%	29.02%

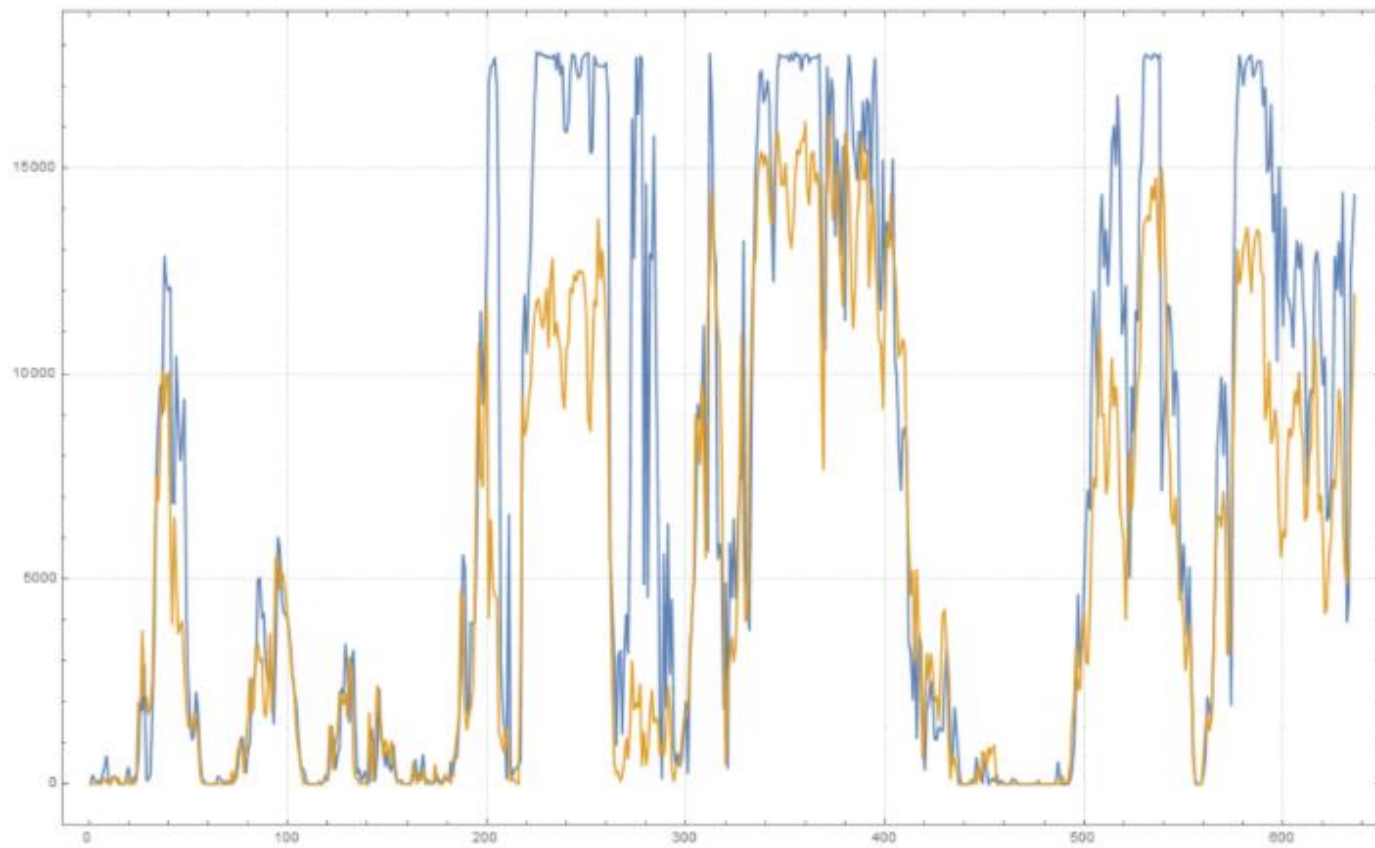
Сравнение на оценката на грешката при стария и новия метод за прогноза на вятъра

Оценка на грешката при използване на подобрените крива на мощност и метод за прогноза на вятъра

	January-March 2020	January 2020	February 2020	March 2020
RMSE	1906.92	2201.8	1609.62	1685.75
imbalance	27.28%	28.36%	24.77%	28.81%



Прилагане на подобренията за прогноза на мощността за 01.2020

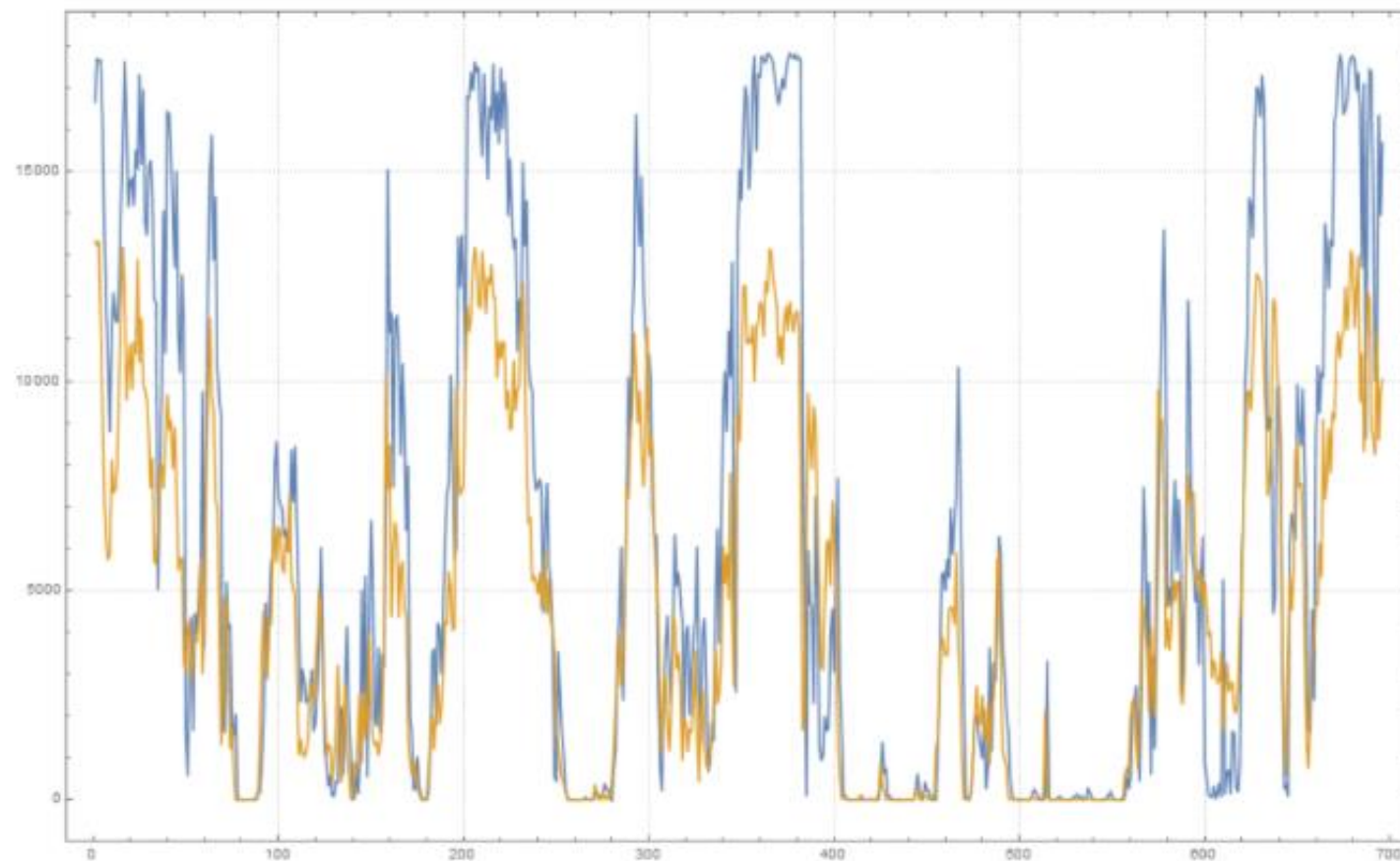


RMSE: 2201.8
Imbalance: 28.36%

— - предсказани данни
— - реални данни



Прилагане на подобренията за прогноза на мощността за 02.2020



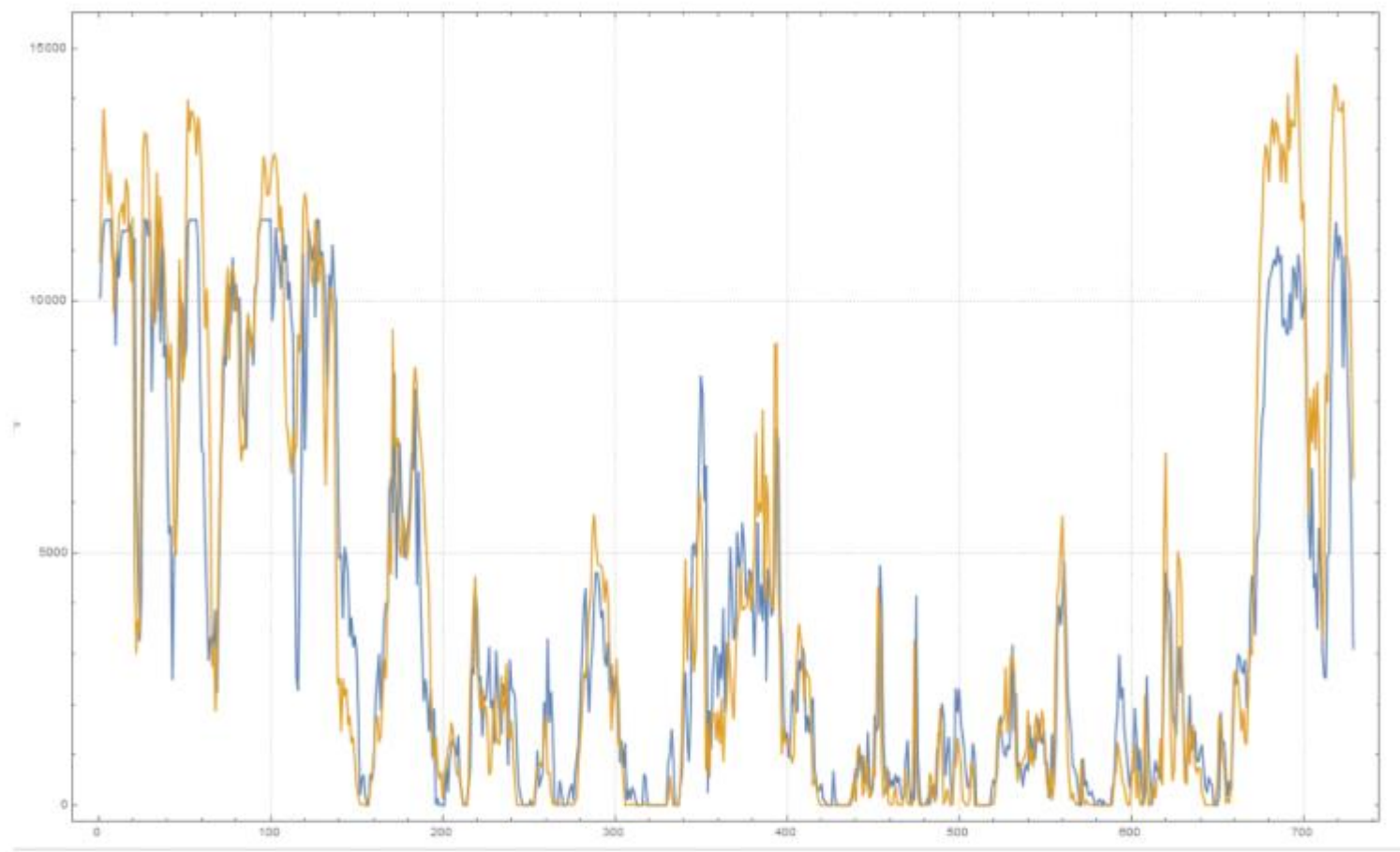
RMSE: 1609.62
Imbalance: 24.77%

— - предсказани данни
— - реални данни



Прилагане на подобренията за прогноза на мощността за 03.2020

RMSE: 1685.75
Imbalance: 28.81%



— - предсказани данни
— - реални данни



Визуализация

- ❑ Данни, които ще визуализираме
- ❑ Уеб приложение за визуализация

	A	B	C
1	Date	Energy	pEnergy
2	Wed 1 Jan	14.49	0
3	Wed 1 Jan	0	543.3765
4	Wed 1 Jan	0	364.9144
5	Wed 1 Jan	0	208.2969
6	Wed 1 Jan	0	232.5122
7	Wed 1 Jan	0	136.0056
8	Wed 1 Jan	53.13	579.8786
9	Wed 1 Jan	139.81	758.9864
10	Wed 1 Jan	31.58	1035.297
11	Wed 1 Jan	0	162.221

	A	B	C
1	Date	Speed	pSpeed
2	Wed 1 Jan	4.28	1.809925
3	Wed 1 Jan	3.68	4.133038
4	Wed 1 Jan	3.42	3.828375
5	Wed 1 Jan	3.4	3.493156
6	Wed 1 Jan	3.2	3.551663
7	Wed 1 Jan	3.93	3.293692
8	Wed 1 Jan	4.42	4.189245
9	Wed 1 Jan	4.71	4.444415
10	Wed 1 Jan	3.28	4.790567
11	Wed 1 Jan	2.8	3.37129



Welcome to Data Visualzr

Upload data to visualize

Upload speed data file

No file selected.

Upload generated energy data file

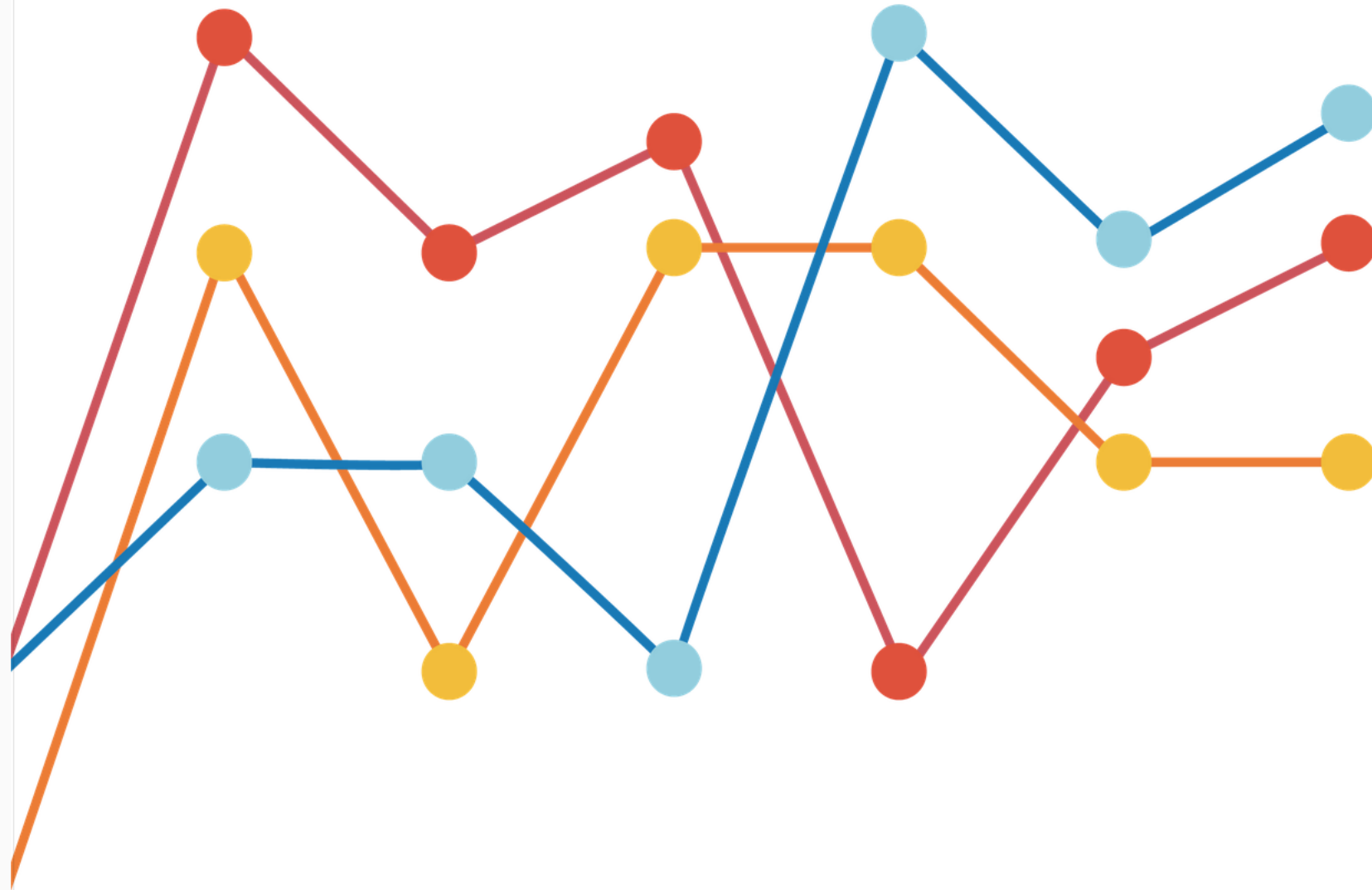
No file selected.

Upload predicted speed data file

No file selected.

Upload predicted generated energy data file

No file selected.





Welcome to Data Visualzr

Upload data to visualize

Upload speed data file

dataWindSpeed.xlsx

Upload generated energy data file

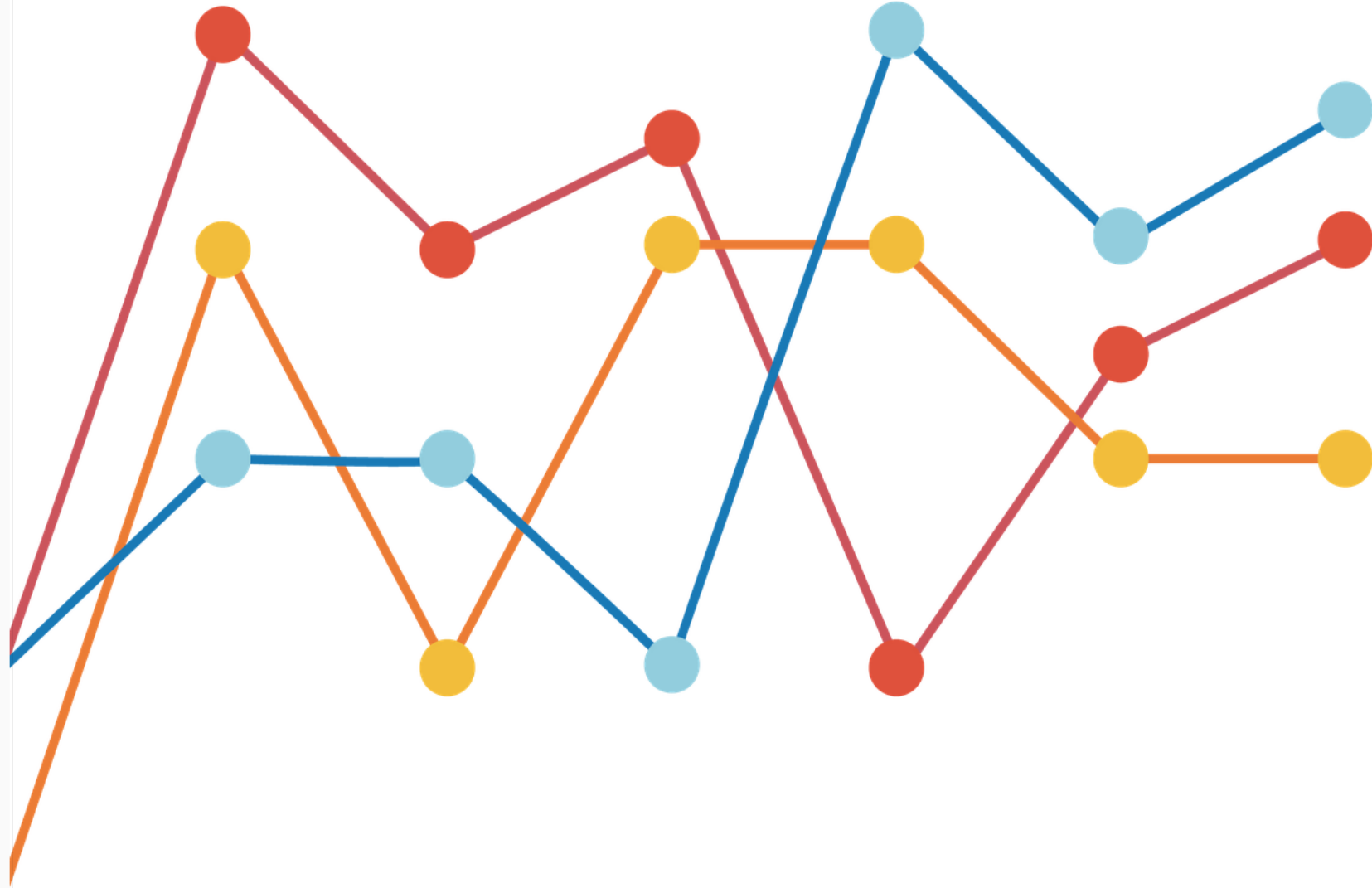
dataEnergy.xlsx

Upload predicted speed data file

speed.xlsx

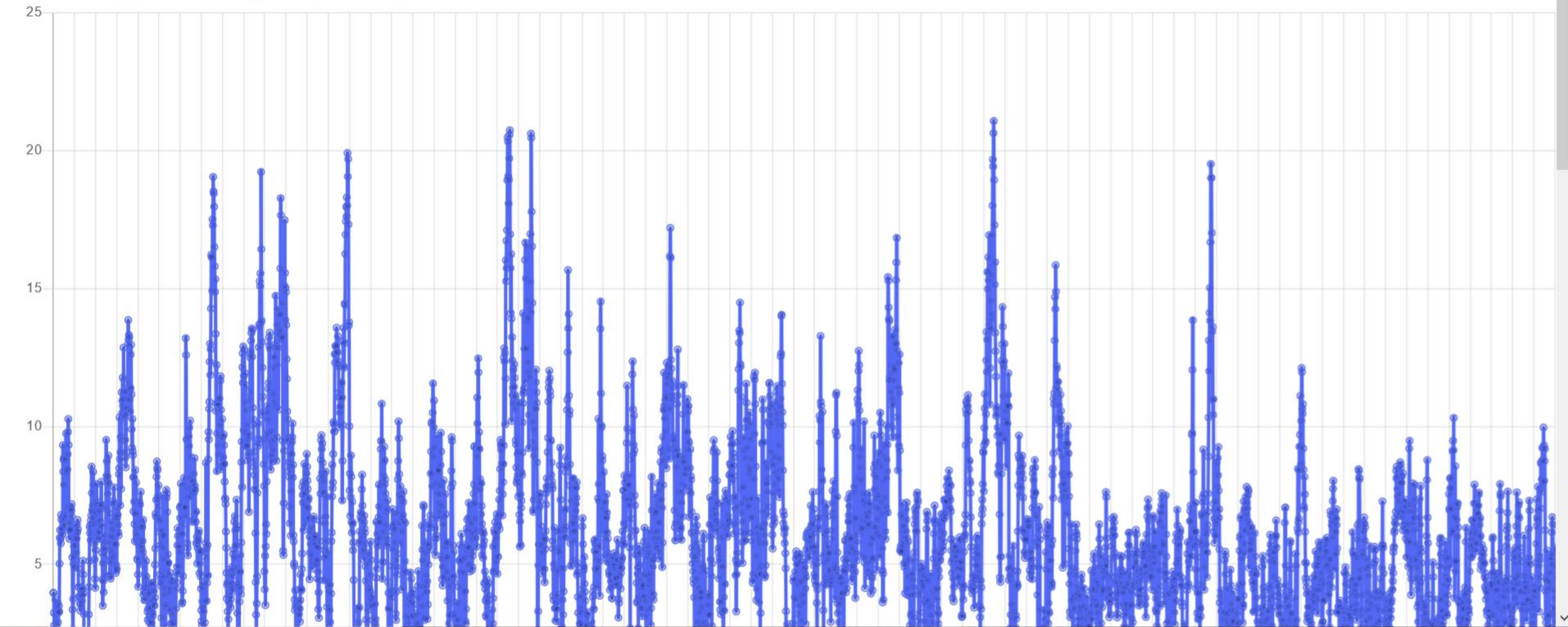
Upload predicted generated energy data file

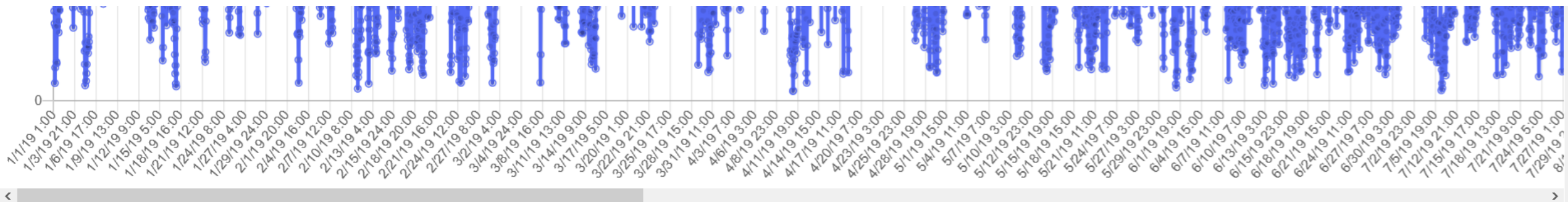
power.xlsx





Training wind speed data in m/s





Training generated energy data in kwh





Predicted speed data in m/s - Wed 1 Apr 2020 00:00:00: 6.742215558 m/s

