



Energy Monitoring Energy base line and Energy Equation by Regression



BY

DR. PAITON TERMSINVANICH

GM and consultant - Energenius co.,Ltd

Senior Committee Prime Minister Industrial Awards (Energy Management)

Invited Lecturer Technology Promotion Association(Thailand-Japan)

Invited Lecturer Chulalongkorn University

Invited Lecturer Dhurakijbundit University



วัตถุประสงค์

- เพื่อให้เข้าใจการสร้าง สมการพลังงาน Energy Equation by Regression Technique
- เพื่อให้สามารถติดตาม ความผิดปกติการใช้พลังงาน ด้วย Energy Equation



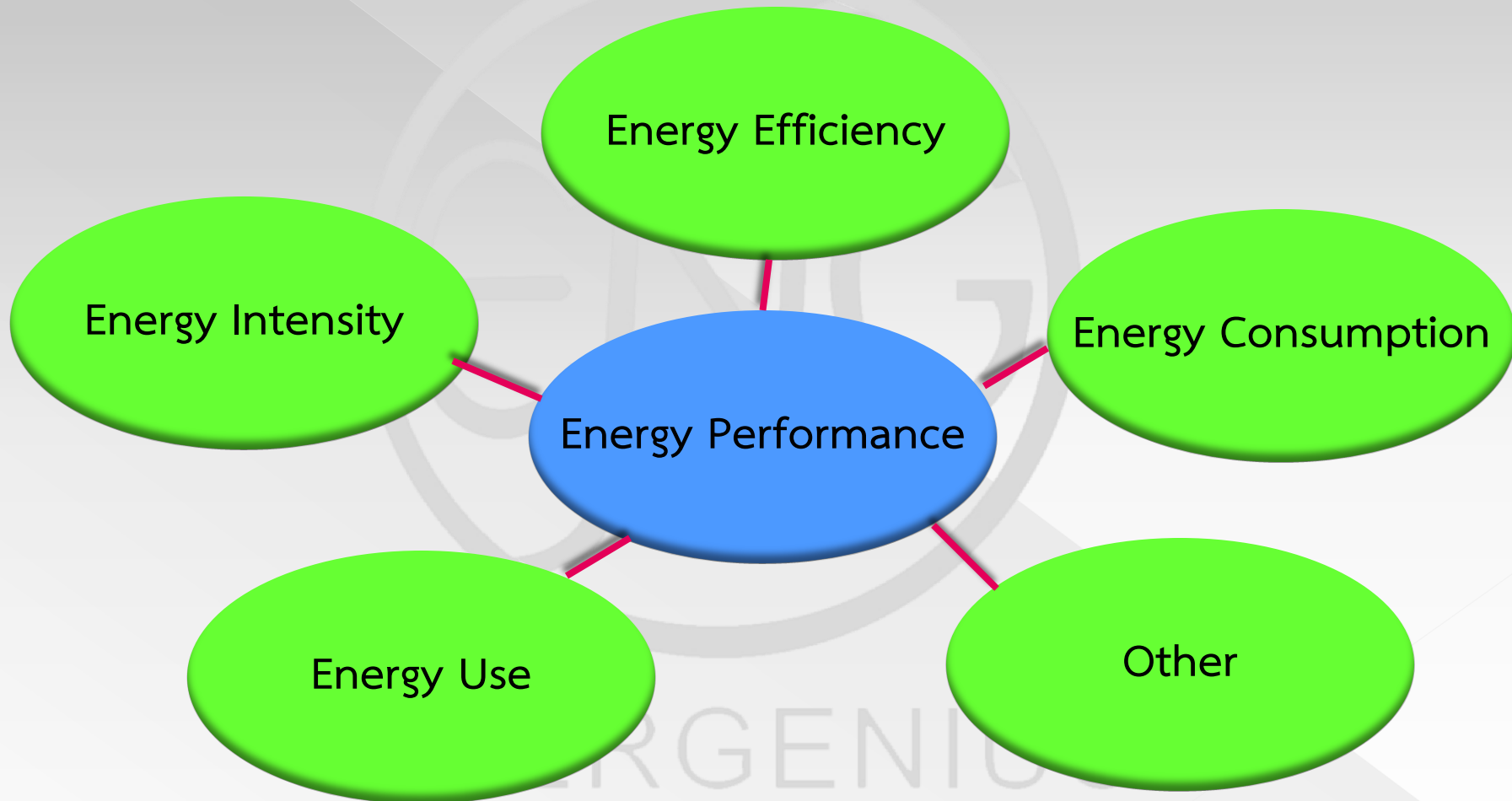
หัวข้ออบรม

- ◎ การสร้าง สมการพลังงาน Energy Equation by Regression Technique

ENERGENIUS



Conceptual Represent of Energy Performance





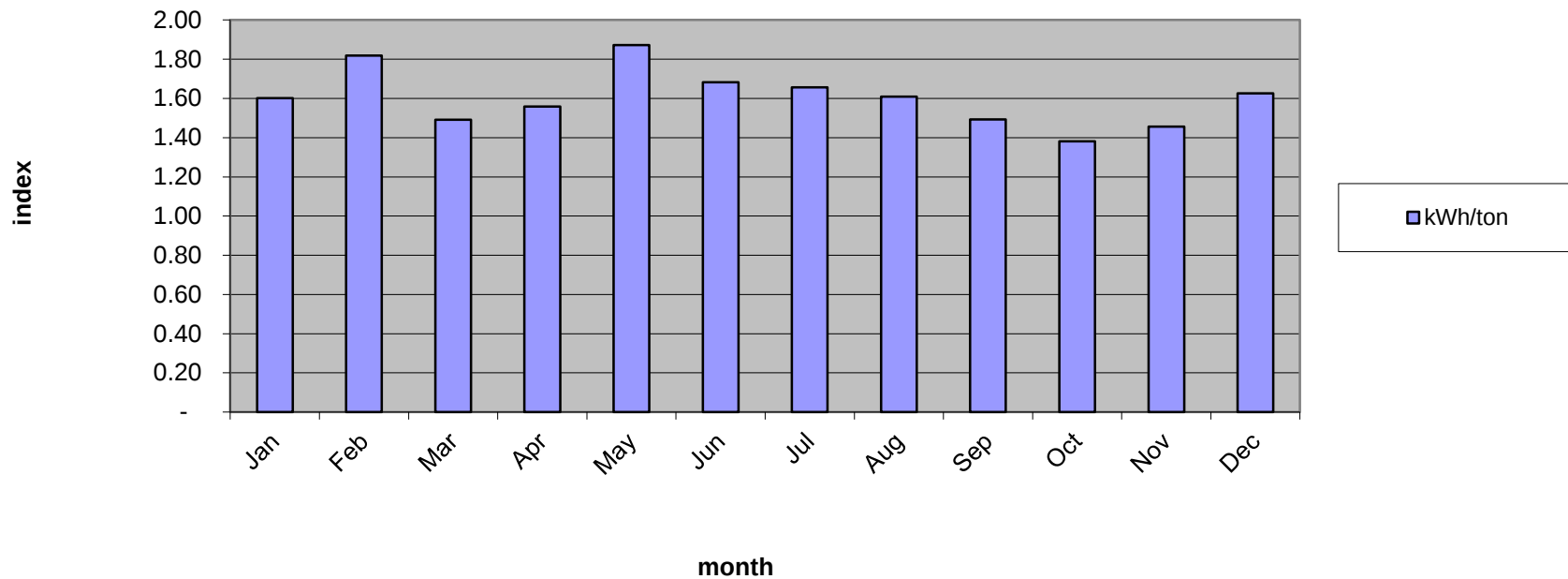
ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline from loading parameter (Variable)

Month	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	Total Ton	kWh/Ton
Jan	806,280.00	503,216.09	1.60
Feb	664,400.00	365,391.56	1.82
Mar	951,160.00	637,431.95	1.49
Apr	958,240.00	614,787.95	1.56
May	750,280.00	400,780.78	1.87
Jun	780,200.00	463,618.19	1.68
Jul	783,560.00	473,046.97	1.66
Aug	725,760.00	451,149.42	1.61
Sep	835,680.00	559,735.20	1.49



ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline from loading parameter(Variable)

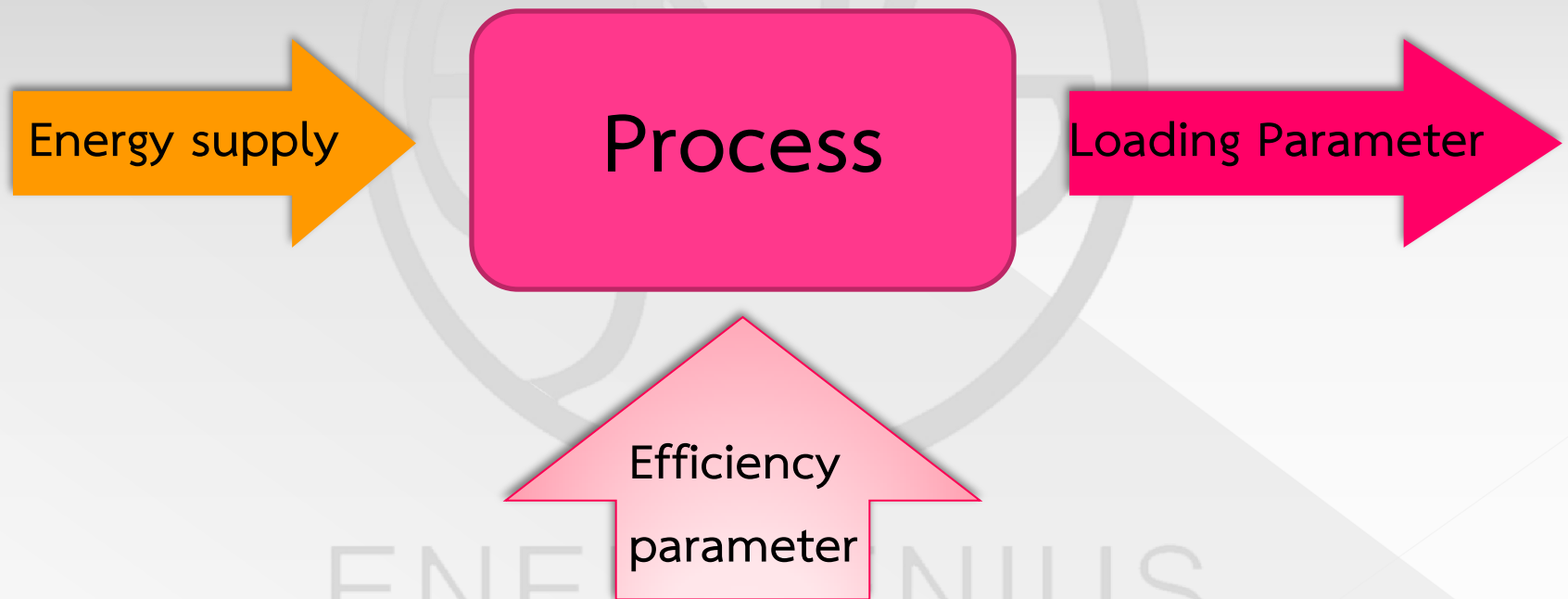
kWh/ton





Relevant variable affect to Energy Performance

Efficiency and loading parameter in process





Work Shop

- ลง โปรแกรม Minitab
- 1 ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน และ ผลผลิต โรงงานพลาสติก 1
เข้า Program Minitab และ Run regression และวิเคราะห์ผล



ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression

- The regression equation is
- $EE = 326674 + 0.939 \text{ Ton}$
- $S = 41953.3$ $R\text{-Sq} = 78.8\%$ $R\text{-Sq (adj)} = 76.7\%$
- Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	65511119750	65511119750	37.22	0.000
Residual Error	10	17600759716	1760075972		
Total	11	83111879467			

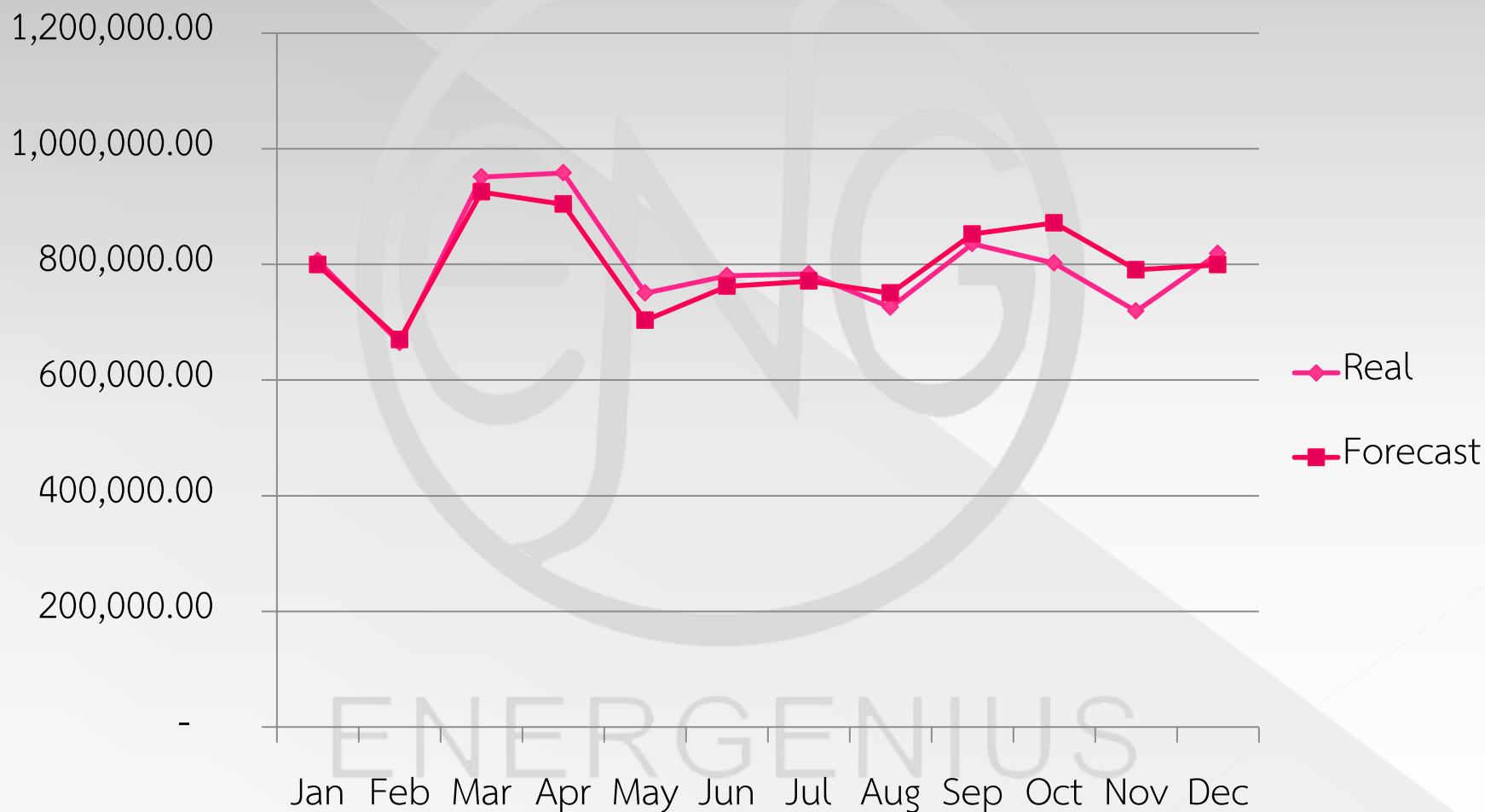


ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Month	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	Total Ton	kWh/Ton		Forecast	Err	%Err	EnPI(Real/Forecast)
2	Jan	806,280.00	503,216.09	1.60		799,193.91	7,086.09	0.89%	100.89%
3	Feb	664,400.00	365,391.56	1.82		669,776.67	- 5,376.67	-0.80%	99.20%
4	Mar	951,160.00	637,431.95	1.49		925,222.60	25,937.40	2.80%	102.80%
5	Apr	958,240.00	614,787.95	1.56		903,959.89	54,280.11	6.00%	106.00%
6	May	750,280.00	400,780.78	1.87		703,007.15	47,272.85	6.72%	106.72%
7	Jun	780,200.00	463,618.19	1.68		762,011.48	18,188.52	2.39%	102.39%
8	Jul	783,560.00	473,046.97	1.66		770,865.10	12,694.90	1.65%	101.65%
9	Aug	725,760.00	451,149.42	1.61		750,303.31	- 24,543.31	-3.27%	96.73%
10	Sep	835,680.00	559,735.20	1.49		852,265.35	- 16,585.35	-1.95%	98.05%
11	Oct	802,000.00	580,344.99	1.38		871,617.95	- 69,617.95	-7.99%	92.01%
12	Nov	719,200.00	493,897.60	1.46		790,443.85	- 71,243.85	-9.01%	90.99%
13	Dec	818,600.00	503,216.09	1.63		799,193.91	19,406.09	2.43%	102.43%



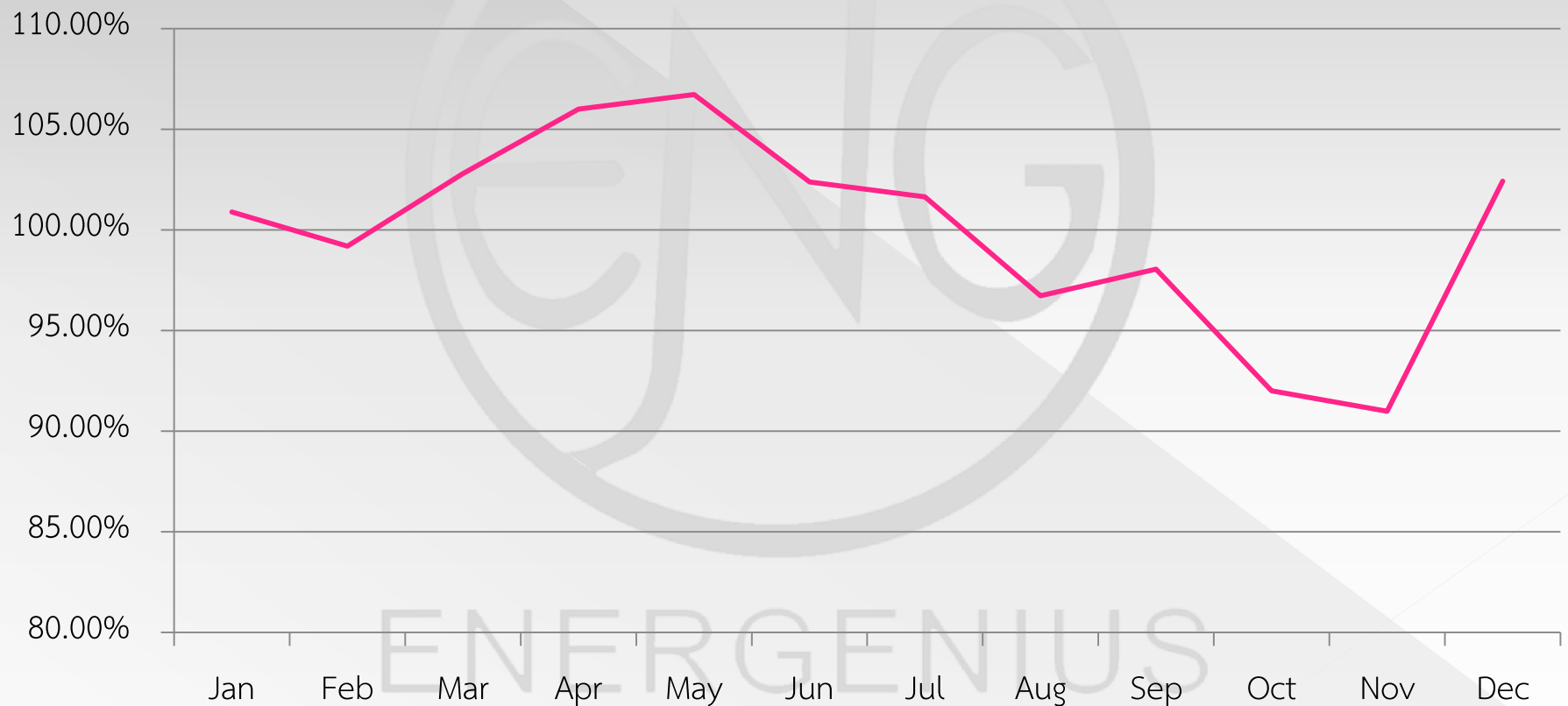
ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression





ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression

EnPI(Real/Forecast)





Work Shop

- ลงโปรแกรม Minitab
- 1 ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน และ ผลผลิต โรงงานพลาสติก 2
เข้า Program Minitab และ Run regression และวิเคราะห์ผล



ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline from loading parameter(Variable)

Month	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณการผลิต เครื่องฉีด	ปริมาณการ ผลิตเครื่องเป่า	ปริมาณการ ผลิตเครื่องฉีด-
Jan	806,280.00	170,741.35	259,162.30	73,312.44
Feb	664,400.00	72,355.14	214,502.70	78,533.72
Mar	951,160.00	213,563.30	333,322.00	90,546.65
Apr	958,240.00	202,657.45	300,635.00	111,495.50
May	750,280.00	71,643.00	248,879.10	80,258.68
Jun	780,200.00	132,040.04	247,633.90	83,944.25
Jul	783,560.00	150,135.86	235,631.40	87,279.71
Aug	725,760.00	124,264.72	257,165.00	69,719.70
Sep	835,680.00	206,528.00	276,240.20	76,967.00
Oct	802,000.00	253,515.00	244,890.00	81,939.99
Nov	719,200.00	199,069.00	236,116.60	58,712.00
Dec	818,600.00	170,741.35	259,162.30	73,312.44



ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression

◎ The regression equation is

◎ $EE = 118893 + 0.428 \text{ ชาติ} + 1.59 \text{ เป้า} + 2.45 \text{ ชาติเป้า}$

◎ $S = 20563.4$ $R\text{-Sq} = 95.9\%$ $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 94.4\%$

◎ Analysis of Variance Source

◎ DF	SS	MS	F	P
◎ Regression	3	79729040707	26576346902	62.85 0.000
◎ Residual Error	8	3382838759	422854845	
◎ Total	11	83111879467		

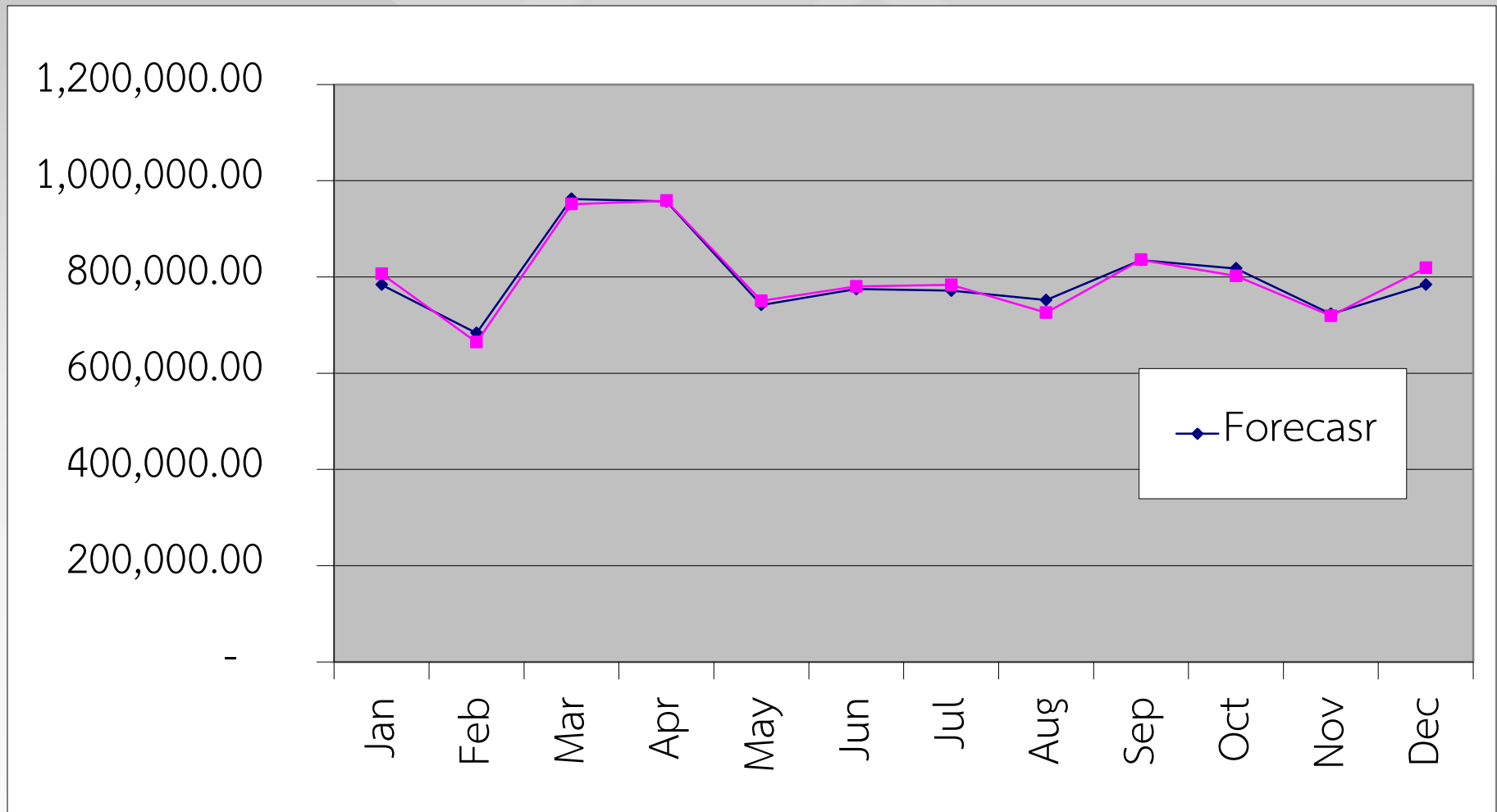


ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression

Month	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณการผลิต เครื่องฉีด	ปริมาณการ ผลิตเครื่องเป่า	ปริมาณการ ผลิตเครื่องฉีด-	Forecast	Err	%Err	EnPI(Real/Forec ast)
Jan	806,280.00	170,741.35	259,162.30	73,312.44	783,653.83	22,626.17	2.89%	102.89%
Feb	664,400.00	72,355.14	214,502.70	78,533.72	683,327.91	- 18,927.91	-2.77%	97.23%
Mar	951,160.00	213,563.30	333,322.00	90,546.65	962,119.36	- 10,959.36	-1.14%	98.86%
Apr	958,240.00	202,657.45	300,635.00	111,495.50	956,804.01	1,435.99	0.15%	100.15%
May	750,280.00	71,643.00	248,879.10	80,258.68	741,907.74	8,372.26	1.13%	101.13%
Jun	780,200.00	132,040.04	247,633.90	83,944.25	774,807.45	5,392.55	0.70%	100.70%
Jul	783,560.00	150,135.86	235,631.40	87,279.71	771,640.36	11,919.64	1.54%	101.54%
Aug	725,760.00	124,264.72	257,165.00	69,719.70	751,783.92	- 26,023.92	-3.46%	96.54%
Sep	835,680.00	206,528.00	276,240.20	76,967.00	835,078.05	601.95	0.07%	100.07%
Oct	802,000.00	253,515.00	244,890.00	81,939.99	817,525.50	- 15,525.50	-1.90%	98.10%
Nov	719,200.00	199,069.00	236,116.60	58,712.00	723,364.33	- 4,164.33	-0.58%	99.42%
Dec	818,600.00	170,741.35	259,162.30	73,312.44	783,653.83	34,946.17	4.46%	104.46%



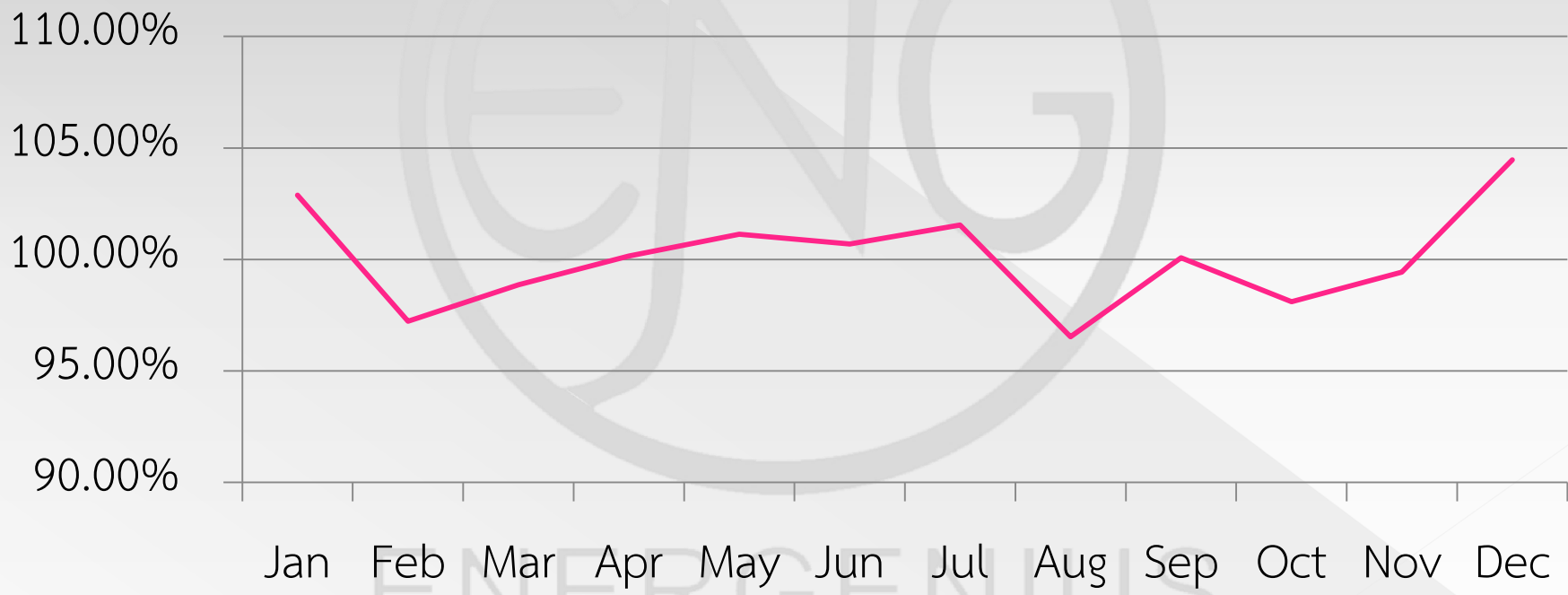
ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression





ตัวอย่างการจัดทำ Energy baseline by Regression

EnPI(Real/Forecast)



ENERGENIUS



Work Shop

- ลง โปรแกรม Minitab
- 1 ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน โรงแรม SRT เข้า Program Minitab และ Run regression และวิเคราะห์ผล



ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

	EE2007	Room	Temp	Humid	day
JAN	470600	4,445	1.4	5.45	31
FEB	451111.7	3,780	1.6	7.14	28
MAR	497760	4,060	3.5	10.35	31
APR	505440	3,361	3.8	10.43	30
MAY	503240	3,522	3.4	10.51	31
JUN	497115	3,010	3.9	10.84	30
JUL	519120	3,525	3.3	9.84	31
AUG	513360	3,552	3.5	9.79	31
SEP	475480	3,209	3.1	10.15	30
OCT	497560	4,202	2.5	8.65	31
NOV	427280	3,867	1.5	4.54	30
DEC	453160	3,948	2.1	6.39	31



ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

- The regression equation is
- $EE2007 = 97579 + 16.8 \text{ Room} + 4953 \text{ Temp} + 10519 \text{ Humid} + 7206 \text{ day}$
- $S = 14278.8$ $R\text{-Sq} = 84.1\%$ $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 75.0\%$

○ Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	7544489371	1886122343	9.25	0.006
Residual Error	7	1427187563	203883938		
Total	11	8971676934			



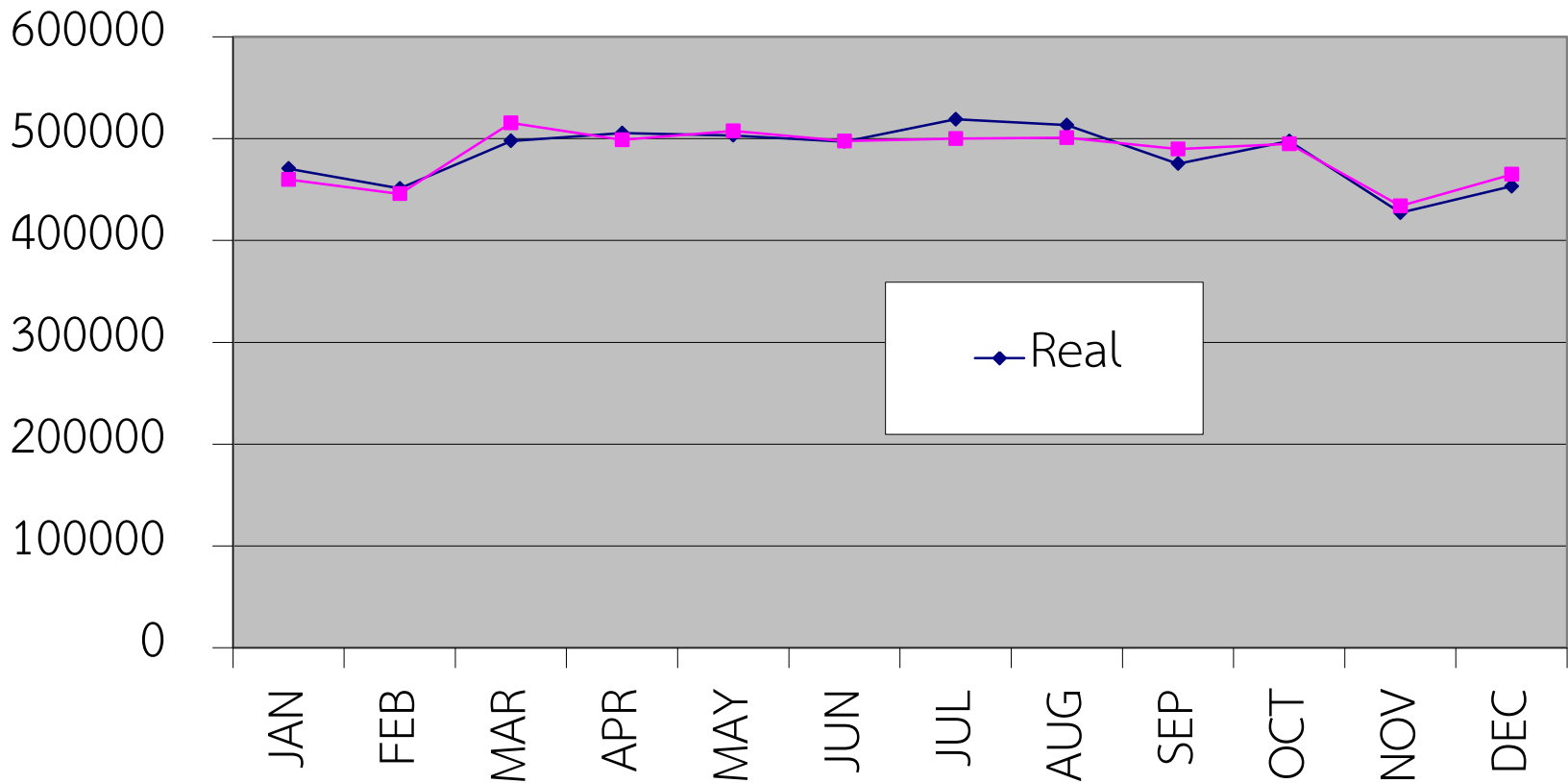
ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

	EE2007	Room	Temp	Humid	day	Forecast	Err	%Err	EnPI	CUSUM	%CUSUM
JAN	470600	4,445	1.4	5.45	31	459,903.75	10,696.25	2.33%	102.33%	10,696.25	2.33%
FEB	451111.7	3,780	1.6	7.14	28	445,881.46	5,230.24	1.17%	101.17%	15,926.49	3.50%
MAR	497760	4,080	3.5	10.35	31	515,380.15	- 17,620.15	-3.42%	96.58%	- 1,693.66	0.08%
APR	505440	3,361	3.8	10.43	30	498,758.37	6,681.63	1.34%	101.34%	4,987.97	1.42%
MAY	503240	3,522	3.4	10.51	31	507,529.49	- 4,289.49	-0.85%	99.15%	698.48	0.57%
JUN	497115	3,010	3.9	10.84	30	497,669.66	- 554.66	-0.11%	99.89%	143.82	0.46%
JUL	519120	3,525	3.3	9.84	31	500,036.86	19,083.14	3.82%	103.82%	19,226.96	4.28%
AUG	513360	3,552	3.5	9.79	31	500,955.11	12,404.89	2.48%	102.48%	31,631.85	6.76%
SEP	475480	3,209	3.1	10.15	30	489,792.35	- 14,312.35	-2.92%	97.08%	17,319.50	3.83%
OCT	497560	4,202	2.5	8.65	31	494,930.45	2,629.55	0.53%	100.53%	19,949.05	4.36%
NOV	427280	3,887	1.5	4.54	30	433,910.36	- 6,630.36	-1.53%	98.47%	13,318.69	2.84%
DEC	453160	3,948	2.1	6.39	31	464,909.11	- 11,749.11	-2.53%	97.47%	1,569.58	0.31%



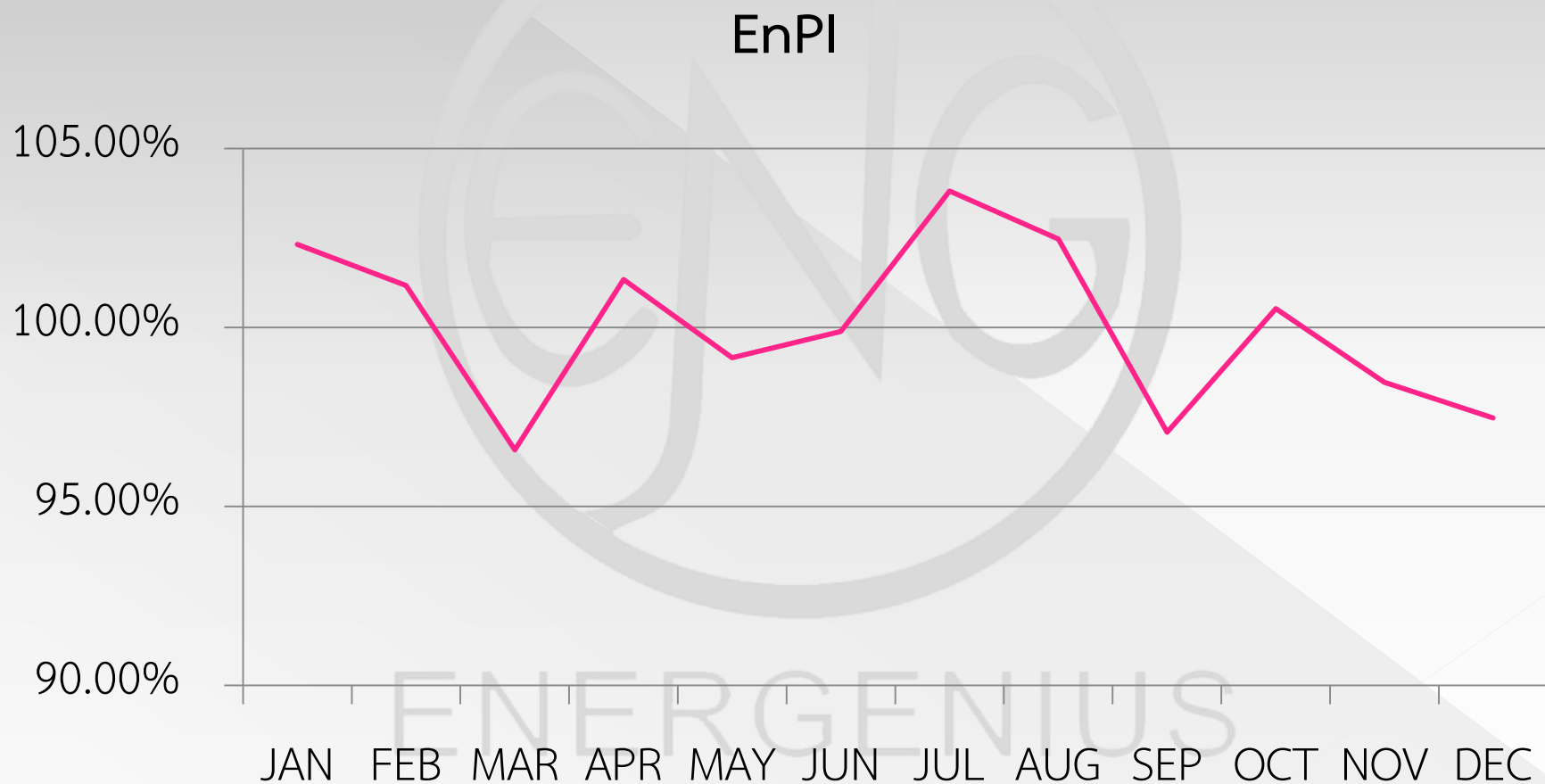
ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

สมการพลังงาน 2007





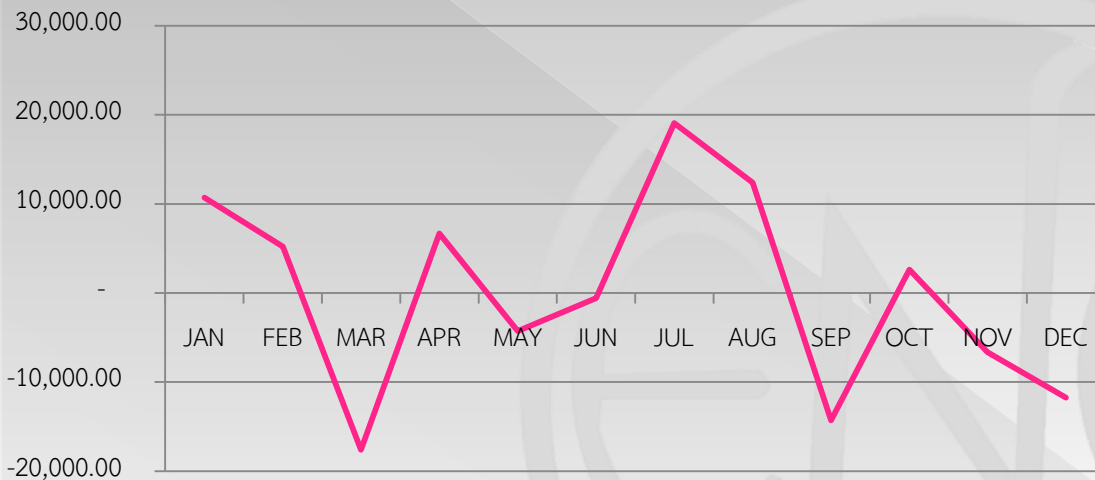
ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression (EnPI)



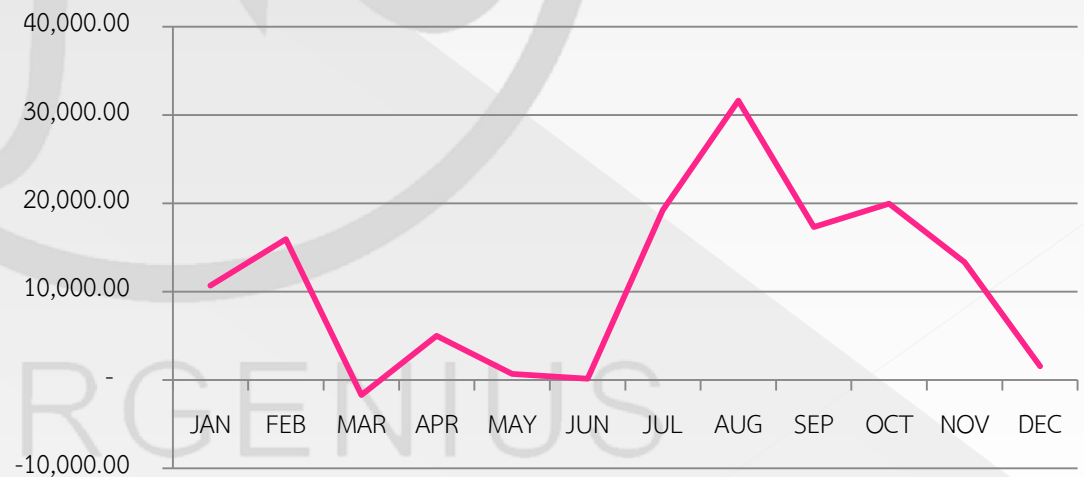


ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

Error



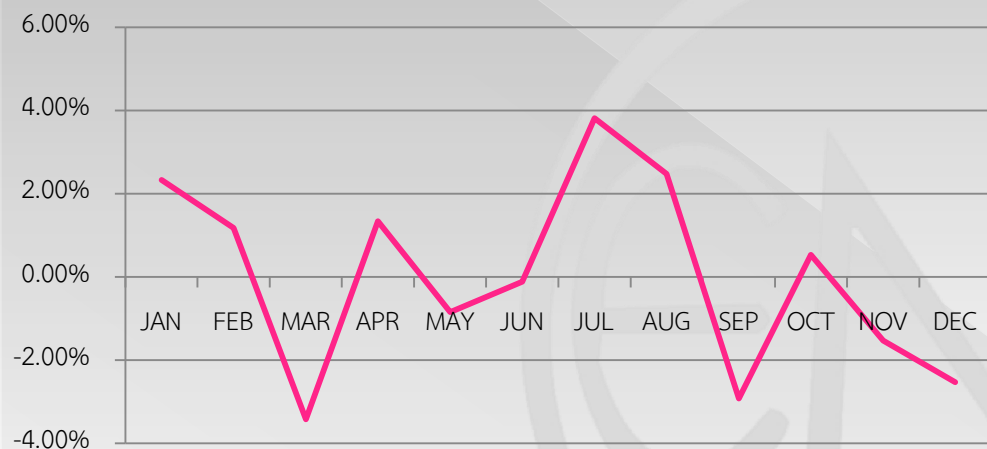
CUSUM



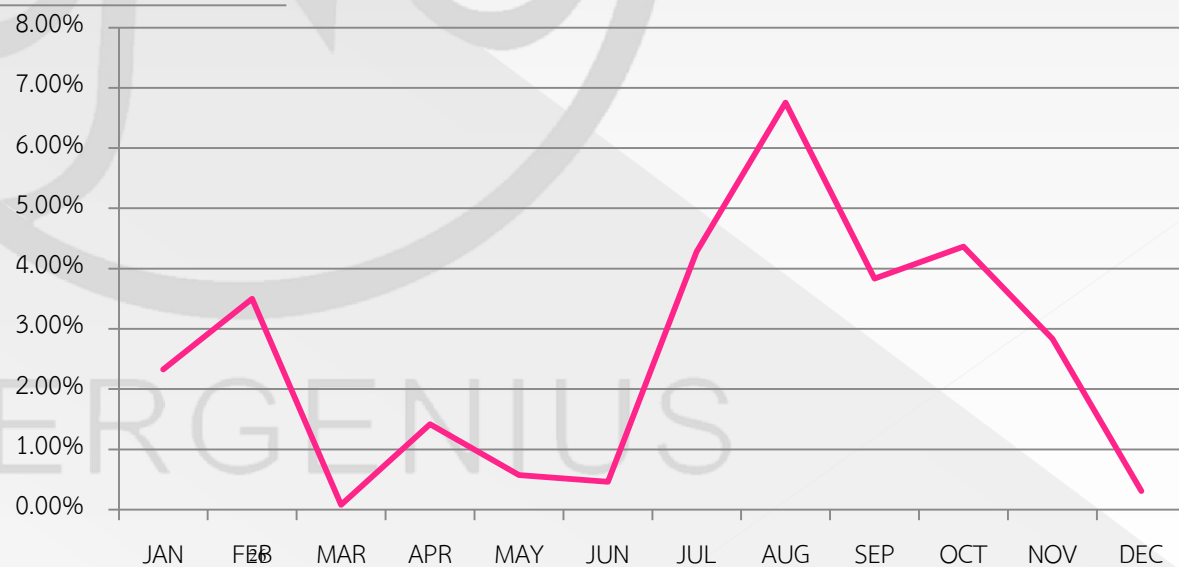


ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

%Error



%CUSUM





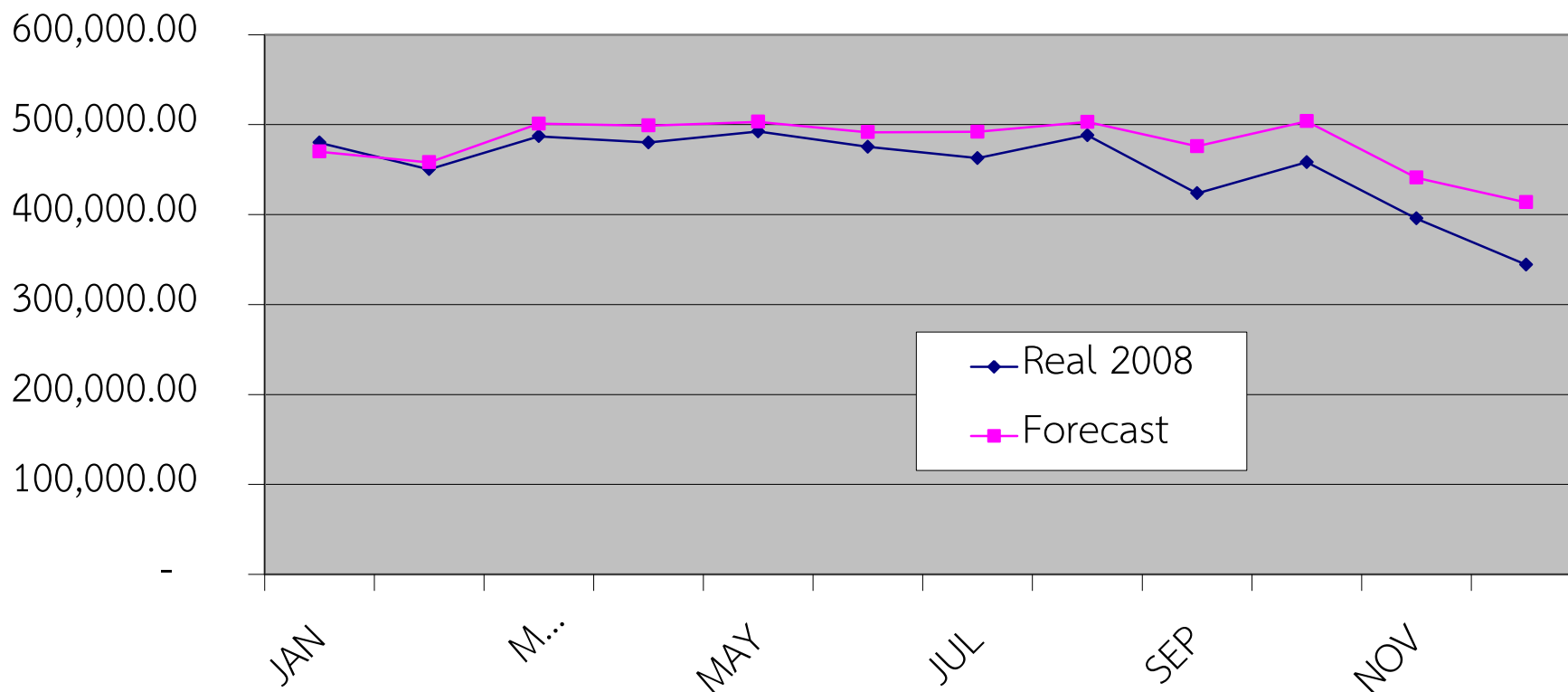
ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

	EE2008	Room	Temp	Humid	day	Forecast	Err	%Err	EnPI	CUSUM	%CUSUM
JAN	479,880.00	4,388	1.6	6.4	31	469,929.80	9950.2	2.12%	102.12%	9950.2	2.12%
FEB	450,280.00	4,043	1.9	7.73	28	457,991.97	-7711.97	-1.68%	98.32%	2238.23	0.43%
MAR	487,040.00	3,956	3.1	9.33	31	500,922.37	-13882.37	-2.77%	97.23%	-11644.1	-2.34%
APR	480,160.00	3,299	3.7	10.59	30	498,904.51	-18744.51	-3.76%	96.24%	-30388.7	-6.09%
MAY	492,240.00	3,547.00	3.8	9.86	31	503,093.34	-10853.34	-2.16%	97.84%	-41242	-8.25%
JUN	475,222.00	3,310	3.6	9.91	30	491,441.09	-16219.09	-3.30%	96.70%	-57461.1	-11.55%
JUL	462,730.00	3,351	3	9.49	31	491,946.11	-29216.11	-5.94%	94.06%	-86677.2	-17.49%
AUG	488,140.00	3,695	3.3	9.84	31	502,892.86	-14752.86	-2.93%	97.07%	-101430	-20.43%
SEP	423,658.00	2,693	2.8	9.8	30	475,956.00	-52298	-10.99%	89.01%	-153728	-31.41%
OCT	458,192.00	3,667	2.4	10.39	31	503,750.21	-45558.21	-9.04%	90.96%	-199286	-40.46%
NOV	395,605.48	3,151	1.2	6.5	30	441,012.90	-45407.42	-10.30%	89.70%	-244694	-50.75%
DEC	344,341.00	2,420	0.4	4.76	31	413,672.64	-69331.64	-16.76%	83.24%	-314025	-67.51%



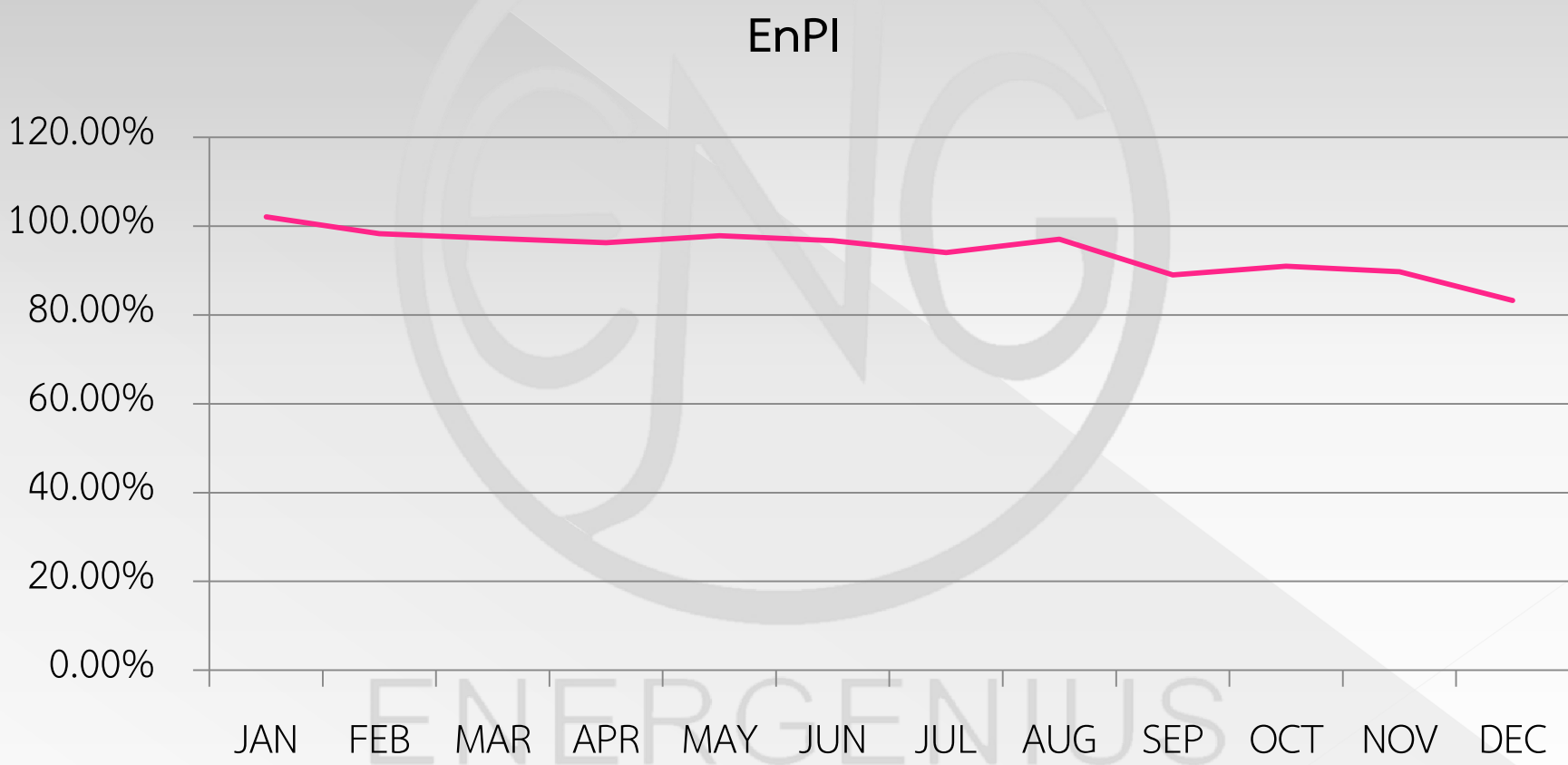
ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

ค่าการใช้พลังงานจริง 2008 กับ baseline ปี 2007



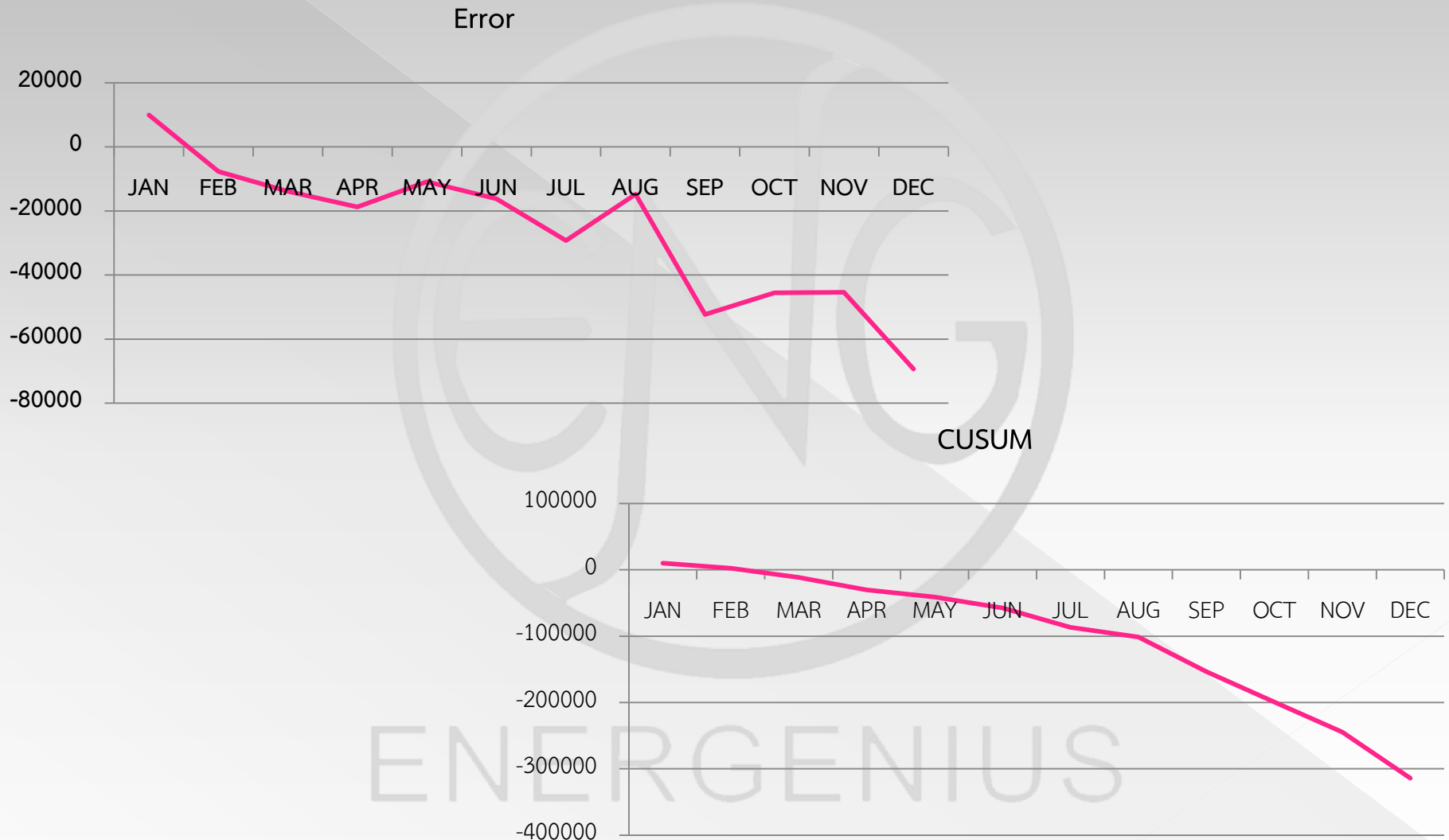


ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression (EnPI)





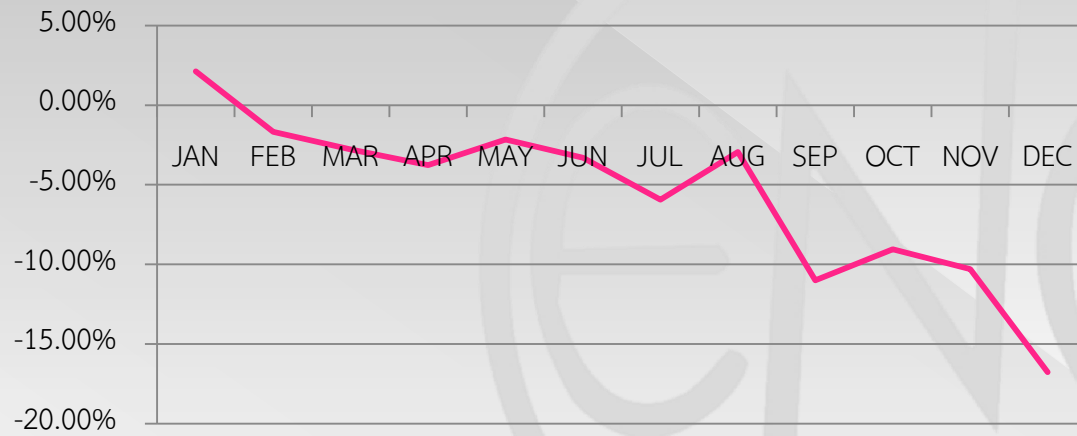
ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression



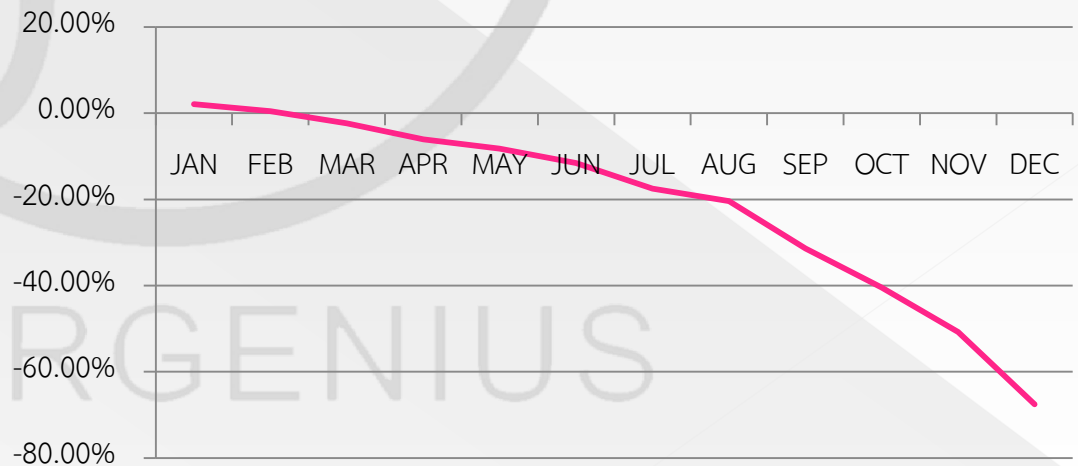


ตัวอย่างการทำ Energy Baseline by Regression

%Error



%CUSUM



ENERGIGENIUS



Work Shop

โปรแกรม Minitab

1. ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน และผลผลิต โรงงานแป้งเข้า Program Minitab และ Run regression และวิเคราะห์ผล
2. ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน และผลผลิต โรงงานแยกสารเคมี ปี 2008 เข้า Program Minitab และ Run regression และวิเคราะห์ผล
3. ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน และผลผลิต โรงงานแยกสารเคมี ปี 2010 เข้า Program Minitab และ Run regression และวิเคราะห์ผล
4. ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน และผลผลิต โรงงานแยกสารเคมี ปี 2011 เข้า Program Minitab และ Run regression และวิเคราะห์ผล



Thank you for your Attention

Dr.Paitoon Termsinvanich

Energenius Co.,ltd

www.energeniusth.com

Email: paitoontsv.eng@gmail.com

Tel.081-647-0229

ENERGENIUS