เรื่อง ผลการศึกษาค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานเปรียบเทียบ (SEC Benchmarking) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ

โครงการเตรียมความพร้อมด้านกลไกตลาด เพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก (PMR)

CS-8 : การประเมินระบบการจัดการพลังงานของโรงงาน/อาคารควบคุม และปรับปรุงค่า SEC สำหรับ 11 กลุ่ม

โดย

บริษัท ไบร์ท แมเนจเม้นท์ คอนซัลติ้ง จำกัด

Draft

หัวข้อบรรยาย

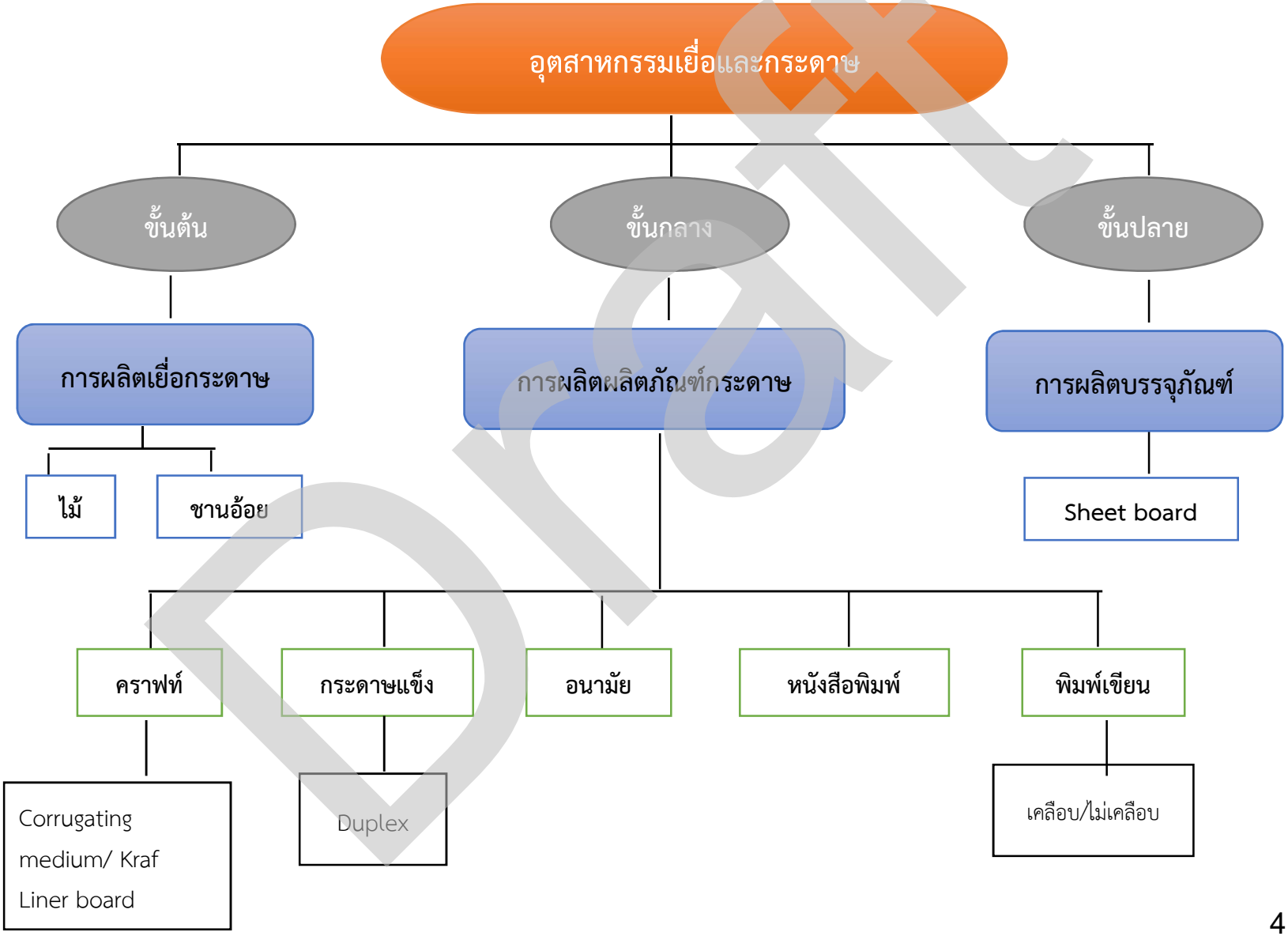
- ขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption, SEC)
- ผลการประหยัดพลังงานจากการเปรียบเทียบดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption Benchmarking)
- มาตรการประหยัดพลังงานและการจัดลำดับของมาตรการ

Draft

อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

Draft

จัดทำกลุ่มผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ



Draft

กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

- **พิจารณาการใช้เชื้อเพลิงในส่วนของกระบวนการผลิต**
- **ข้อมูลช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2558**
- **วิเคราะห์ 5 กลุ่มอุตสาหกรรมย่อย**
  - อุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ (TSIC 17011)
  - อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและกระดาษแข็ง (TSIC 17012)
  - อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษลอนลูกฟูกและกระดาษแข็งลอนลูกฟูก และการผลิตกล่องจากกระดาษและกระดาษแข็ง (TSIC 17020)
  - อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากกระดาษเพื่อใช้ในครัวเรือนและสุขอนามัย (TSIC 17091)
  - อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์เครื่องเขียนจากกระดาษ (TSIC 17092)

Draft

การวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption)

ผลิตภัณฑ์

- เยื่อกระดาษ
- กระดาษคราฟ
- กระดาษ Duplex
- กระดาษหนังสือพิมพ์
- เหล็กแผ่นรีดเย็น
- กระดาษอนามัย
- กระดาษพิมพ์เขียน
- กระดาษลอนลูกฟูกและกล่องกระดาษ

การวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน ในกระบวนการผลิต

ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า (SEC_E)

$$\mathbf{SEC} = \frac{\text{การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี } (\boldsymbol{kWh/a})}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อปี}(\boldsymbol{tonne/a})}$$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานความร้อน (SEC_{TH})

$$\mathbf{SEC} = \frac{\text{การใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตต่อปี } (\boldsymbol{MJ/a})}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อปี } (\boldsymbol{tonne/a})}$$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวม (SEC_T)

$$\mathbf{SEC} = \frac{\text{การใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตต่อปี } (\boldsymbol{MJ/a})}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อปี } (\boldsymbol{tonne/a})}$$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวม = SEC_E * 3.6 + SEC_{TH}

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.

ผลิตภัณฑ์	ปี พ.ศ.	จำนวนโรงงาน	ปริมาณการผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงาน		ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวม (MJ/ตัน)		
				ไฟฟ้า (kWh)	ความร้อน (MJ)	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
เยื่อกระดาษ	2555-2558	4	200,561	55,557,166	2,744,964,708	3,049	46,279	13,540 - 24,382
กระดาษคราฟท์	2555-2558	5	57,260	20,282,759	329,050,555	576	16,037	6,201 – 7,907
กระดาษ Duplex	2555-2558	9	32,007	17,649,443	174,351,870	1,030	17,613	7,823 – 13,407
กระดาษหนังสือพิมพ์	2555-2558	1	117,892	104,455,788	581,549,761	7,440	9,893	7,440 – 9,893
กระดาษลอนลูกฟูก	2555-2558	17	55,508	6,892,412	145,166,198	418	7,801	1,746 – 2,491
กระดาษอนามัย	2555-2558	4	44,136	40,744,115	123,310,930	2,762	15,264	4,252 – 11,793
กระดาษพิมพ์เขียน	2555-2558	7	92,627	52,773,861	207,002,840	1,210	14,921	5,958 – 13,739

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการสมการพลังงาน

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ

พลังงานรวม (MJ) = 8,602.76 x ปริมาณการผลิต (ตัน) - 640,608.152 x Capacity Factor (%)

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและกระดาษแข็ง

พลังงานรวม (MJ) = 6,206.841x ปริมาณการผลิต (ตัน) + 168,762.819 x(100- Capacity Factor (%))

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษลอนลูกฟูกและกระดาษแข็งลอนลูกฟูก และการผลิตกล่องจากกระดาษและกระดาษแข็ง

พลังงานรวม (MJ) = 1,263.037 x ปริมาณการผลิต (ตัน) - 4,762.134 x 100- Capacity Factor (%)

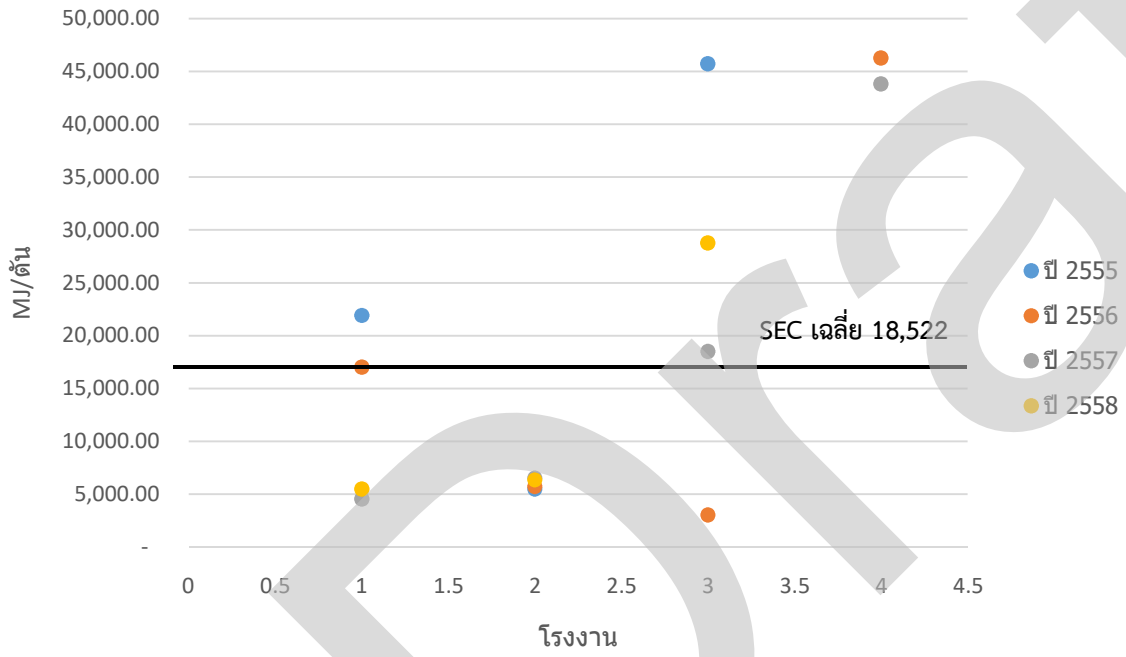
ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงาน	ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน (MJ/ตัน)			ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากค่าเฉลี่ย (MJ/ตัน)
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	
1	เยื่อกระดาษ	2	8,561.09	8,579.14	8,575.75	18,522
2	กระดาษคราฟท์	3	6,985.00	24,406.42	8,363.05	7,138
3	กระดาษลอนลูกฟูก/กล่อง	4	1,260.55	1,262.54	1,262.63	2,122

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

เยื่อกระดาษ

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	5,484	45,741
2556	3,049	46,279
2557	4,538	43,832
2558	5,478	28,791
ค่าเฉลี่ย	18,522	

จำนวน 4 โรงงาน

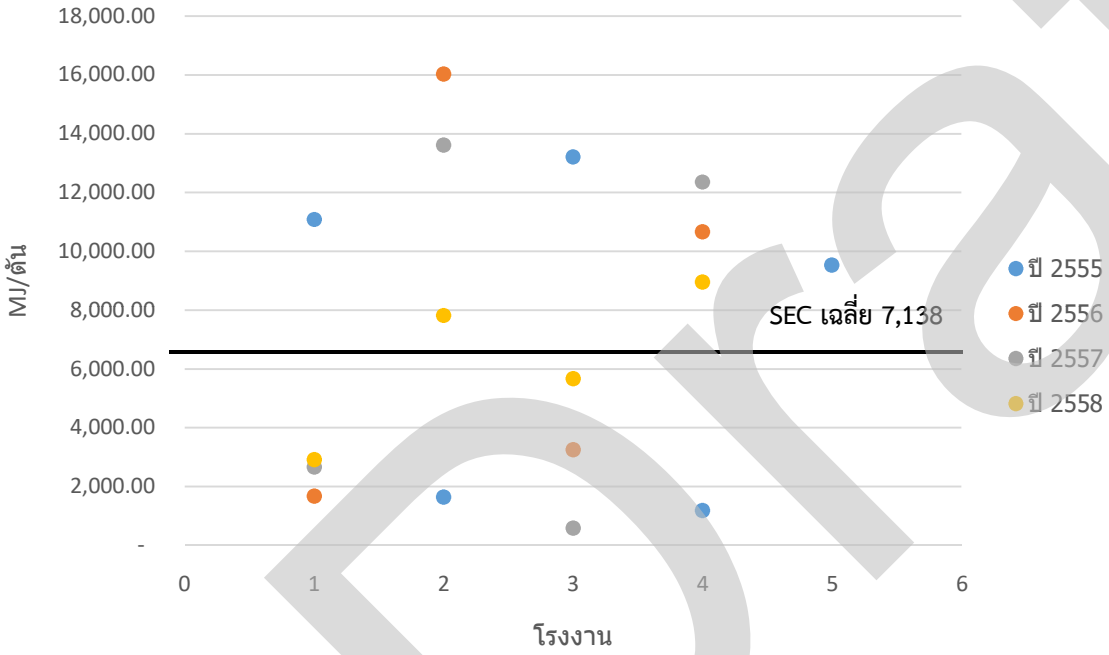
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

กระดาษคราฟท์

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	1,179	13,215
2556	1,673	16,037
2557	576	13,617
2558	2,911	8,952
ค่าเฉลี่ย	7,138	

จำนวน 5 โรงงาน

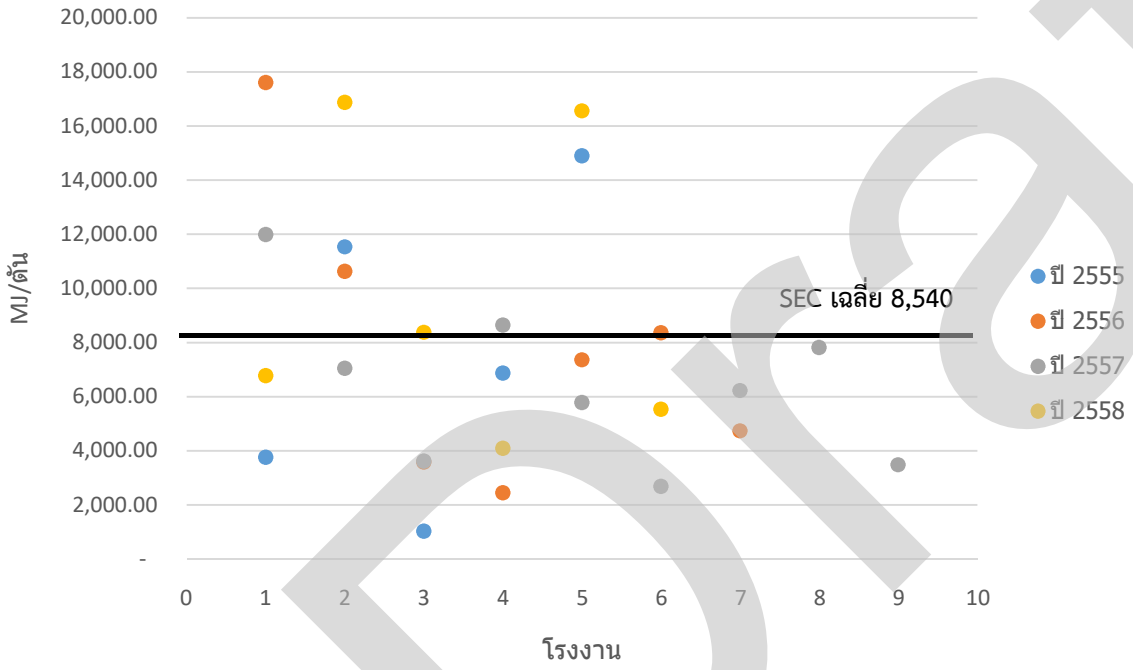
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

กระดาษ Duplex

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	1,030	14,906
2556	2,450	17,613
2557	2,677	11,992
2558	4,085	16,878
ค่าเฉลี่ย	8,540	

จำนวน 9 โรงงาน

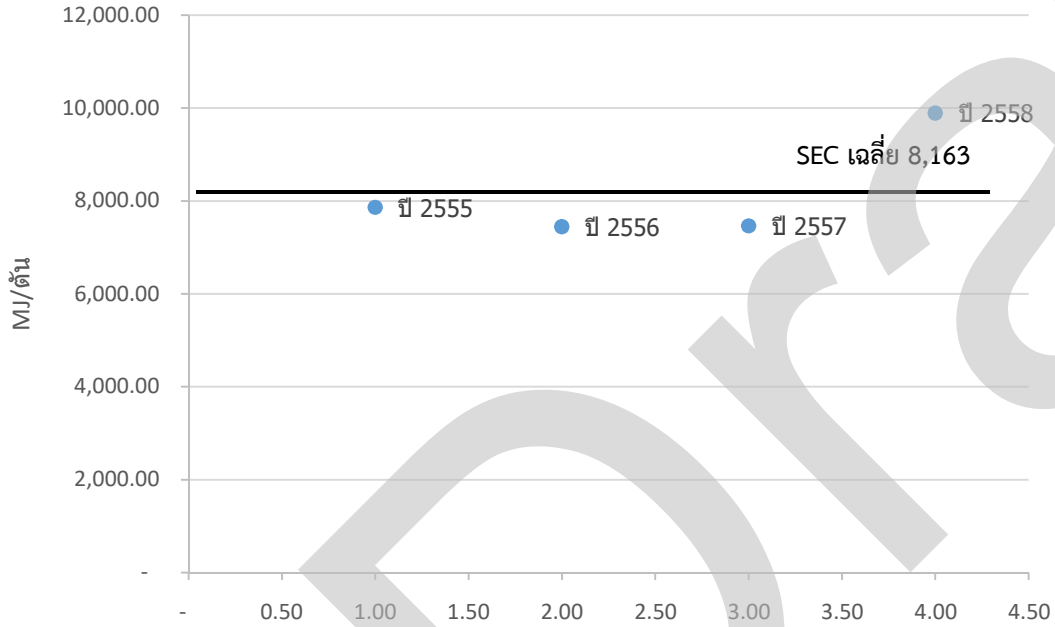
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

กระดาษหนังสือพิมพ์

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	
2555	7,859
2556	7,440
2557	7,460
2558	9,893
ค่าเฉลี่ย	8,163

จำนวน 1 โรงงาน

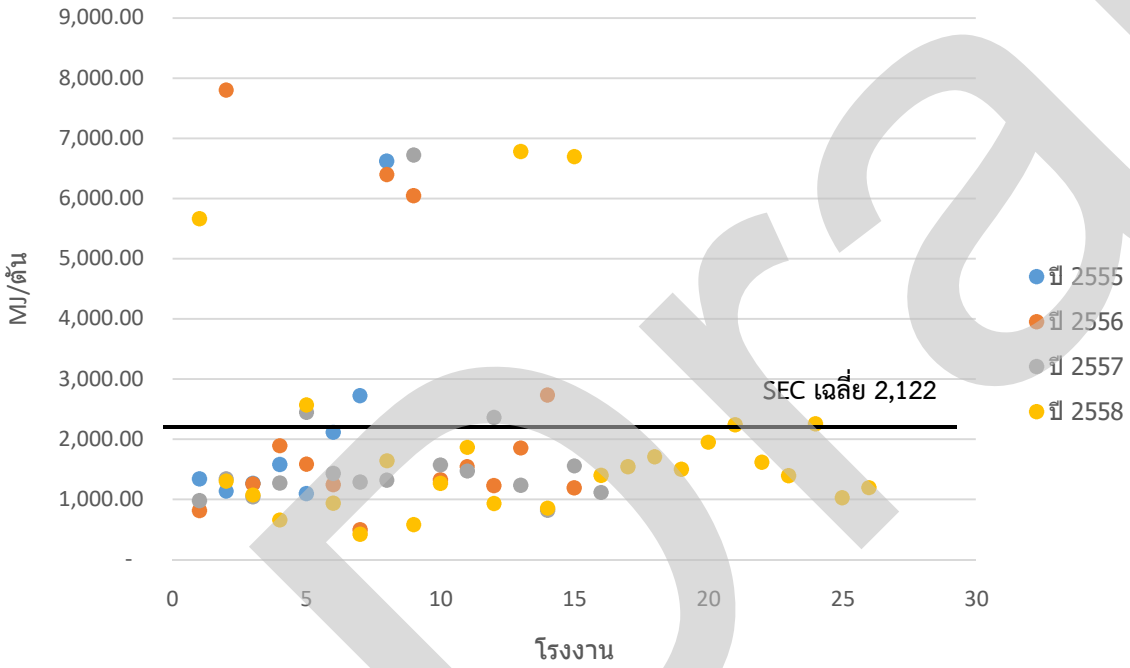
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

กระดาษลอนลูกฟูก

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	1,095	6,621
2556	491	7,801
2557	815	6,726
2558	418	6,781
ค่าเฉลี่ย	2,122	

จำนวน 17 โรงงาน

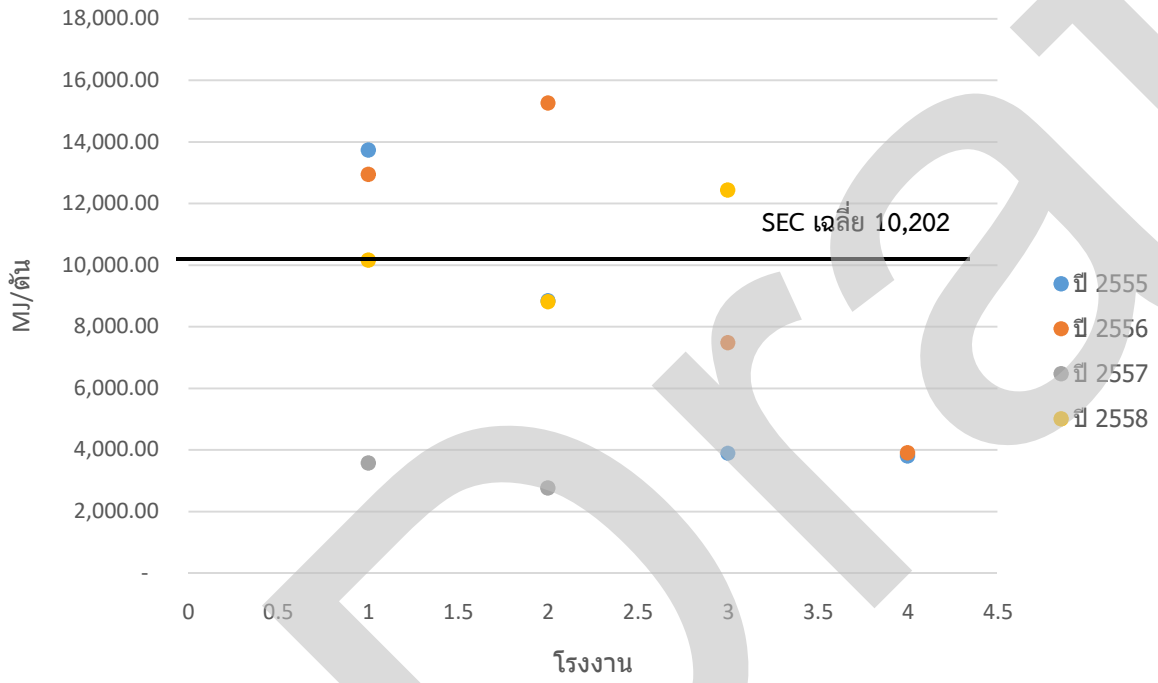
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

กระดาษอนามัย

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	3,794	13,745
2556	3,906	15,264
2557	2,762	3,570
2558	8,806	12,436
ค่าเฉลี่ย	10,202	

จำนวน 4 โรงงาน

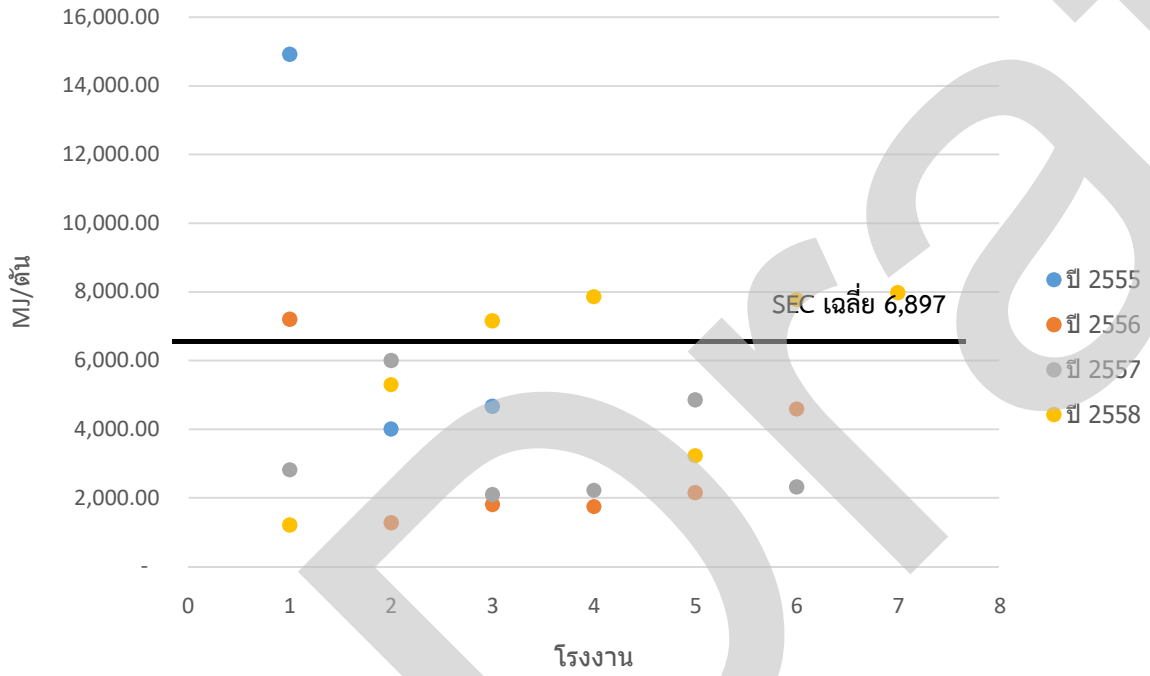
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

กระดาษพิมพ์เขียน

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	4,003	14,921
2556	1,272	7,199
2557	2,093	6,005
2558	1,210	7,972
ค่าเฉลี่ย	6,897	

จำนวน 7 โรงงาน

กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ค่าดัชนีการใช้พลังงานเปรียบเทียบของอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์	ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (MJ/ตัน)		
	ผลการศึกษา	การศึกษาในไทย[1]	การศึกษาในต่างประเทศ
เยื่อกระดาษ	13,540 - 24,382	12,038 – 15,951	8,688 – 20,610[2]
กระดาษคราฟ	6,201 – 7,907	6,481 – 9,624	6,128[2]
กระดาษ Duplex	7,823 – 13,407	6,565 – 10,678	6,724[3]
กระดาษหนังสือพิมพ์	7,440 – 9,893	7,634	6,803[2]
กระดาษลอนลูกฟูก	1,746 – 2,491	1,049 – 1,845	5,243[2]
กระดาษอนามัย	4,252 – 11,793	14,481 – 17,099	11,192[2]
กระดาษพิมพ์เขียน	5,958 – 13,739	6,113 – 11,842	7,279[2]

[1]กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)
[2]Energy and Environmental Profile of the U.S. Pulp and Paper Industry (2005)
[3]Royal Netherlands Paper and Board Association (2009)

Draft

ศักยภาพในการประหยัดพลังงานของอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์	SEC เฉลี่ย (MJ/ตัน)		ปริมาณผลผลิต/ปี (Ton)[1]	ผลประหยัดรวม	
	ผลการศึกษา	BPT		(MJ)	ktoe
เยื่อกระดาษ	18,522	15,951[2]	812,592	2,089,174,032	49.89
กระดาษคราฟ	7,138	6,128[3]	2,168,191	2,189,872,910	52.30
กระดาษ Duplex	8,540	6,565[4]	400,932	791,840,700	18.91
กระดาษหนังสือพิมพ์	8,163	6,803[3]	117,892	160,333,120	3.82
กระดาษลอนลูกฟูก	2,122	1,845[2]	1,073,413	297,335,401	7.10
กระดาษอนามัย	10,202	6,946[2]	71,055	231,355,080	5.52
กระดาษพิมพ์เขียน	6,897	6,113[2]	705,525	553,131,600	13.21
รวม				6,313,042,843	150.75

14.75%

[1]สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2560)

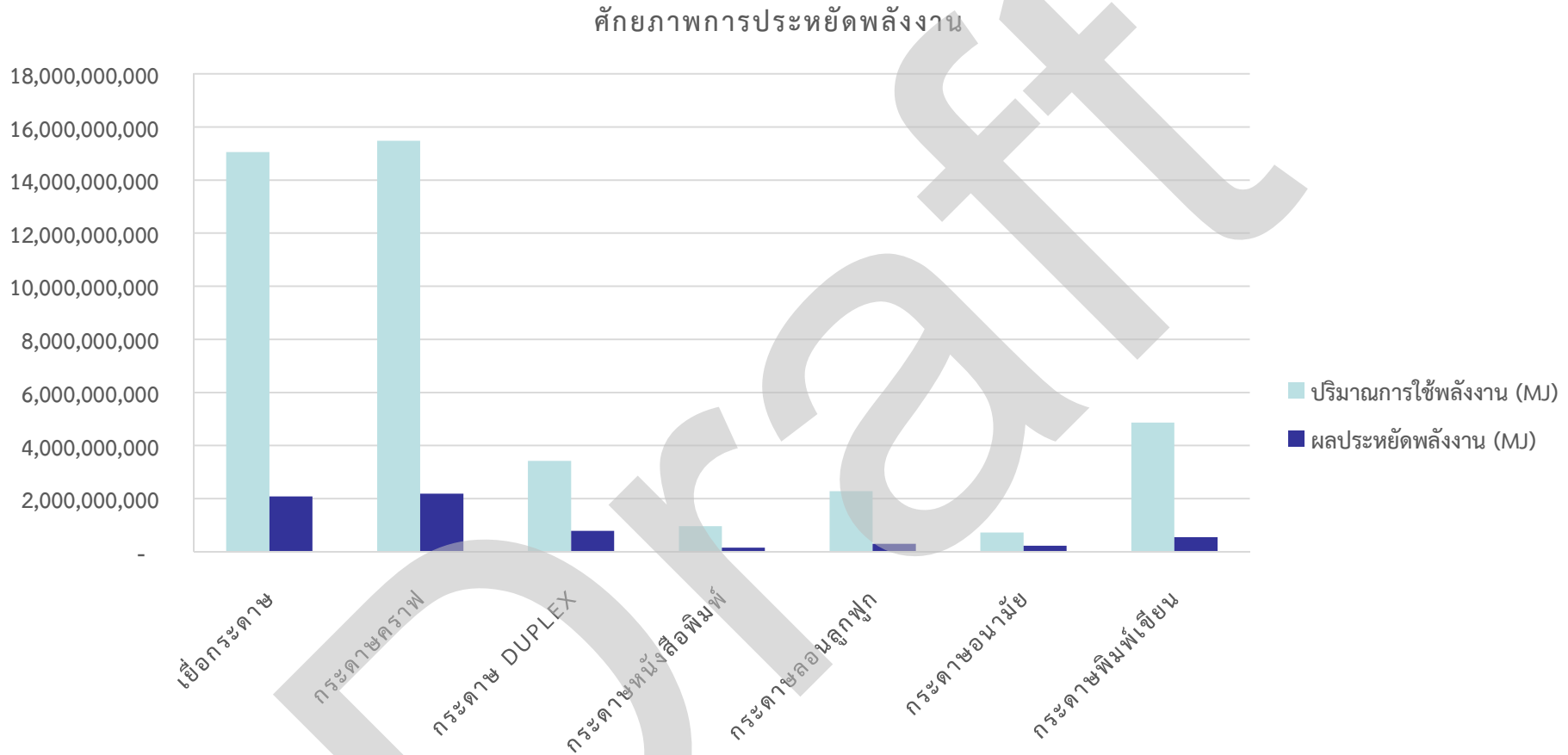
[2]กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

[2]Energy and Environmental Profile of the U.S. Pulp and Paper Industry (2005)

[3]Royal Netherlands Paper and Board Association (2009)

Draft

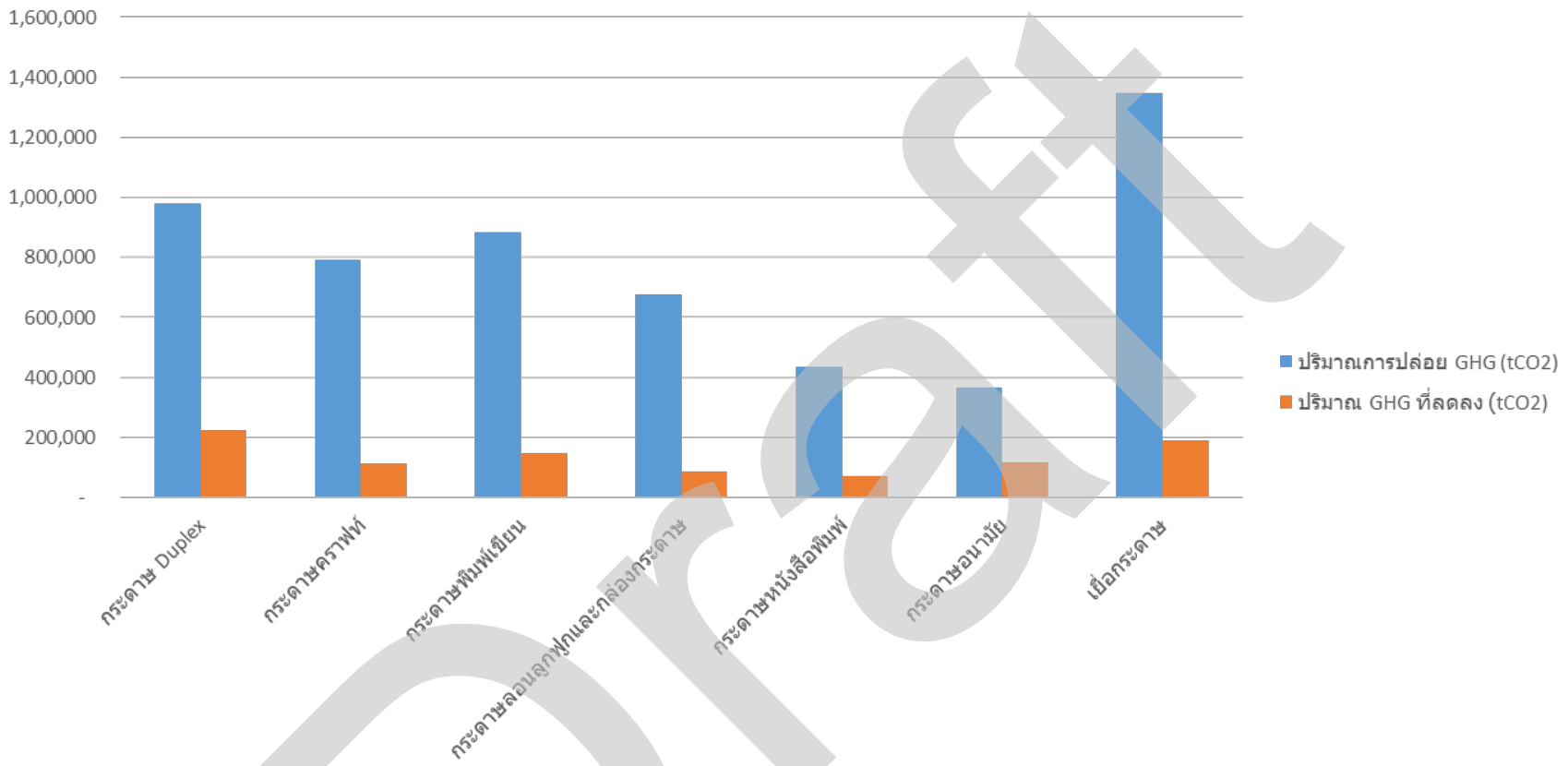
ศักยภาพในการประหยัดพลังงานของอุตสาหกรรม



Draft

กราฟแสดงผลประหยัดพลังงานรายผลิตภัณฑ์

ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก



ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการปล่อย GHG (tCO_2)	ปริมาณ GHG ที่ลดลง (tCO_2)
กระดาษ Duplex	977,435	225,983
กระดาษคราฟท์	791,879	112,051
กระดาษพิมพ์เขียน	883,205	147,142
กระดาษลอนลูกฟูกและกล่องกระดาษ	674,863	87,732
กระดาษหนังสือพิมพ์	433,690	72,253
กระดาษอนามัย	364,546	116,655
เยื่อกระดาษ	1,345,830	188,416
รวม	5,471,447	950,232

Draft

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับ	ชื่อมาตรการ	เทคโนโลยี	ผลประหยัด	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน
1	การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดมอเตอร์ปั๊มไฮโดรลิค Chip bin	ติดตั้งชุด relay และ timer เพื่อใช้ควบคุมการทำงานปั๊มไฮโดรลิตตามการเปิด ปิดปาก Chute	63,000 kWh/ปี	5,700	0.1 ปี
2	การหุ้มฉนวนวาล์วไอน้ำ	หุ้มฉนวนลดการสูญเสียพลังงานความร้อน	83,598 MJ/ปี	3,000	0.2 ปี
3	การติดตั้ง VSD สำหรับ Primary Screen และ Knotter	ติดตั้ง Inverter เพื่อลด speed ของ Primary Screen และ ทำการเปลี่ยน ขนาด Rotor ของ Screen เพื่อให้เหมาะสมกับรอบที่เดิน	201,600 kWh/ปี	1,200,000	4.3 ปี
4	การใช้ Plate type evaporator แทน Tube type evaporator	Evaporator ชนิด plate type น้ำดำจะไหลผ่านฟิล์มที่มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนมากกว่าแบบ tube type จะทำให้ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ recovery boiler สูงขึ้น	น้ำมันเตา 9,193 ลิตร/ปี ถ่านหิน 494,442 kg/ปี	24,000,000	20 ปี
5	การติดตั้ง Shoe Press กับเครื่องทำกระดาษ	ขั้นตอนการรีดน้ำออกจะใช้ Roller ในการบีบน้ำซึ่งมีพื้นที่สัมผัสน้อย สามารถเปลี่ยนมาเป็นแบบ Show Press ซึ่งมีพื้นที่สัมผัสมากขึ้นลดความชื้นจากเดิม 60% เป็น 55%	3,964 MJ/ตัน	160,000,000	1.5 ปี

Draft

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับ	ชื่อมาตรการ	เทคโนโลยี	ผลประหยัด	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน
6	การเพิ่มความชื้น Exhaust air hood เพื่อลดการใช้ไอน้ำส่วน Calender	ปรับเพิ่มความชื้นโดยหรี่แดมเปอร์เพื่อลดการปล่อยอากาศทิ้งและลดการนำอากาศเข้า โดยปรับเพิ่มแดมเปอร์อากาศกลับ (Return air) ให้มากขึ้น	ลดการใช้เชื้อเพลิง 34,080 ลิตร/ปี	300,000	0.5 ปี
7	การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำ	หุ้มฉนวนที่ท่อของระบบไอน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อลการคายความร้อนภายในท่อ	ประหยัดน้ำมันเตา 21,773 ลิตร/ปี	3,000	0.01 ปี
8	การซ่อมไอน้ำรั่วไหลบริเวณ Heat Exchanger	บำรุงรักษาเพื่อลดการสูญเสียความร้อน	300 GJ/ปี	-	-
9	การเพิ่มประสิทธิภาพการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้	การใช้ไอน้ำอุ่นน้ำมันเตา เพื่อลดความหนืด ไอน้ำที่ใช้ให้ความร้อนกลายเป็นคอนเดนเสท และปล่อยทิ้งไปสามารถนำความร้อนนี้กลับมาใช้ใหม่ใหม่ได้	256 kJ/kg	1,800,000	0.7 ปี

Draft

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับ	ชื่อมาตรการ	เทคโนโลยี	ผลประหยัด	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน
10	การติดตั้งอุปกรณ์ในลูกอบกระดาษเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน	การติดตั้ง Spoiler bar จะช่วยลดปริมาณการใช้ไอน้ำในการอบแห้งได้ประมาณ 3-4%	ลดปริมาณการใช้ไอน้ำในการอบแห้งกระดาษได้ประมาณ 3-4 %	-	0.5 ปี
11	การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับคัดแยกเยื่อใยสั้นและเยื่อใยยาว	ติดตั้งอุปกรณ์ Fractionation Screen ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า	0.06 GJ/tonne	20,000,000	1.1 ปี
12	การติดตั้งระบบสุญญากาศในโรงงาน	ติดตั้ง Turbo Air Vacuum Pump จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบ vacuum ได้มากกว่า 20%	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบ vacuum ได้มากกว่า 20%	40,000,000	1.1 ปี

Draft

การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

1. การหุ้มฉนวนที่วาล์วไอน้ำ และท่อของระบบไอน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อลดการคายความร้อนภายในท่อ เป็นมาตรการที่คุ้มค่าในการลงทุนสูง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินไม่สูง สามารถประหยัดพลังงานได้มาก และมีระยะเวลาคืนทุนสั้น
2. การซ่อมไอน้ำรั่วไหลบริเวณ Heat Exchanger เพื่อลดการสูญเสียความร้อน
3. การติดตั้งอุปกรณ์ในลูกอบกระดาษเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน ด้วยการการติดตั้ง Spoiler bar จะช่วยลดปริมาณการใช้ไอน้ำในการอบแห้งได้ประมาณ 3-4%
4. การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดมอเตอร์ปั๊มไฮโดรลิค โดยการติดตั้งชุด relay และ timer
5. การเพิ่มความชื้น Exhaust air hood เพื่อลดการใช้ไอน้ำส่วน Calender เพื่อปรับเพิ่มความชื้นโดยหรี่แดมเปอร์เพื่อลดการปล่อยอากาศทิ้งและลดการนำอากาศเข้า โดยปรับเพิ่มแดมเปอร์อากาศกลับ (Return air) ให้มากขึ้น

Draft

อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

Draft

จัดทำกลุ่มผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

- การผลิตปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาสด แช่เย็นหรือแช่แข็ง
- การผลิตสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ (ยกเว้น ปลา) สด แช่เย็น หรือ แช่แข็ง

- การผลิตปลาบรรจุกระป๋อง
- การผลิตสัตว์น้ำ (ยกเว้น ปลา) บรรจุกระป๋อง

- การผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด
- การผลิตสตาร์ชมันสำปะหลัง

- การผลิตน้ำตาลดิบจากอ้อย
- การผลิตน้ำตาลบริสุทธิ์

Draft

- **พิจารณาการใช้เชื้อเพลิงในส่วนของกระบวนการผลิต**
- **ข้อมูลช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2558**
- **วิเคราะห์ 7 กลุ่มอุตสาหกรรมย่อย**
  - การผลิตปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาสด แช่เย็นหรือแช่แข็ง (TSIC 10211)
  - การผลิตสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ (ยกเว้น ปลา) สด แช่เย็นหรือแช่แข็ง (TSIC 10212)
  - การผลิตปลาบรรจุกระป๋อง (TSIC 10221)
  - การผลิตสัตว์น้ำ (ยกเว้น ปลา) บรรจุกระป๋อง (TSIC 10222)
  - การผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด (TSIC 10621)
  - การผลิตสตาร์ชมันสำปะหลัง (TSIC 10622)
  - การผลิตน้ำตาลดิบจากอ้อย (TSIC 10721)
  - การผลิตน้ำตาลบริสุทธิ์ (TSIC 10722)

Draft

การวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption)

การวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงาน ในกระบวนการผลิต

ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า (SEC_E)

$$\mathbf{SEC} = \frac{\text{การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี } (\boldsymbol{kWh/a})}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อปี}(\boldsymbol{tonne/a})}$$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานความร้อน (SEC_{TH})

$$\mathbf{SEC} = \frac{\text{การใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตต่อปี } (\boldsymbol{MJ/a})}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อปี } (\boldsymbol{tonne/a})}$$

ผลิตภัณฑ์

- ปลาแช่แข็ง
- อาหารทะเลแช่แข็ง
- ปลาบรรจุกระป๋อง
- อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง
- มันเส้นและมันอัดเม็ด
- สตาร์ชมันสำปะหลัง
- น้ำตาลดิบ
- น้ำตาลบริสุทธิ์

ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวม (SEC_T)

$$\mathbf{SEC} = \frac{\text{การใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตต่อปี } (\boldsymbol{MJ/a})}{\text{ปริมาณผลผลิตต่อปี } (\boldsymbol{tonne/a})}$$

ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวม = SEC_E * 3.6 + SEC_{TH}

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.

ผลิตภัณฑ์	ปี พ.ศ.	จำนวนโรงงาน	ปริมาณการผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงาน		ค่าดัชนีการใช้พลังงานรวม (MJ/ตัน)		
				ไฟฟ้า (kWh)	ความร้อน (MJ)	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ปลาแช่แข็ง	2555-2558	2	5,542	9,287,692	13,440,685	3,455	9,979	4,047 – 7,259
อาหารทะเลแช่แข็ง	2555-2558	54	6,225	3,140,433	592,067	710	11,639	2,186 – 2,870
ปลาบรรจุกระป๋อง	2555-2558	9	37,173	5,779,683	50,582,584	603	8,760	2,906 – 5,148
อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง	2555-2558	2	6,365	1,301,790	11,229,119	1,853	4,642	1,853 – 3,918
มันเส้นและมันอัดเม็ด	2555-2558	2	28,519	1,871,369	74,420	137	339	141 -240
สตาร์ชมันสำปะหลัง	2555-2558	55	75,653	16,480,310	125,410,865	424	4,729	2,937 – 3,040
น้ำตาลดิบ	2555-2558	5	315,995	850,203	911,069,781	2,361	31,131	16,662 – 31,490
น้ำตาลบริสุทธิ์	2555-2558	15	19,694,652	27,692,055	4,023,761,708	1,052	37,811	12,076 – 16,664

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการสมการพลังงาน

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาสด แช่เย็นหรือแช่แข็ง

พลังงานรวม (MJ) = 19,520.225 x ปริมาณการผลิต (ตัน) - 317,496.66 x Capacity Factor (%)

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงาน	ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน (MJ/ตัน)			ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากค่าเฉลี่ย (MJ/ตัน)
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	
1	ปลาแช่แข็ง	4	19,189.50	19,404.98	19,321.85	5,653
2	อาหารทะเลแช่แข็ง	2	19,424.42	19,467.06	19,448.00	2,585

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์น้ำบรรจุกระป๋อง

พลังงานรวม (MJ) = 9,005.743 x ปริมาณการผลิต (ตัน) - 258,703.172 x Capacity Factor (%)

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงาน	ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน (MJ/ตัน)			ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากค่าเฉลี่ย (MJ/ตัน)
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	
1	ปลาบรรจุกระป๋อง	4	8,685.96	8,988.36	8,933.70	3,476
2	อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง	1	8,863.13	8,974.83	8,928.03	3,332

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการสมการพลังงาน

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตสตาร์ชมันสำปะหลัง

พลังงานรวม (MJ) = 4,369.531 x ปริมาณการผลิต (ตัน) - 136,645.27 x Capacity Factor (%)

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงาน	ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน (MJ/ตัน)			ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากค่าเฉลี่ย (MJ/ตัน)
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	
1	สตาร์ชมันสำปะหลัง	4	4,351.31	4,363.79	4,355.94	2,981

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลดิบจากอ้อย

พลังงานรวม (MJ) = 14,575.854x ปริมาณการผลิต (ตัน) + 3,949,225.760 x 100- Capacity Factor (%)

สมการพลังงานของอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลบริสุทธิ์

พลังงานรวม (MJ) = 11,114.758 x ปริมาณการผลิต (ตัน) + 2,213,742.933 x 100- Capacity Factor (%)

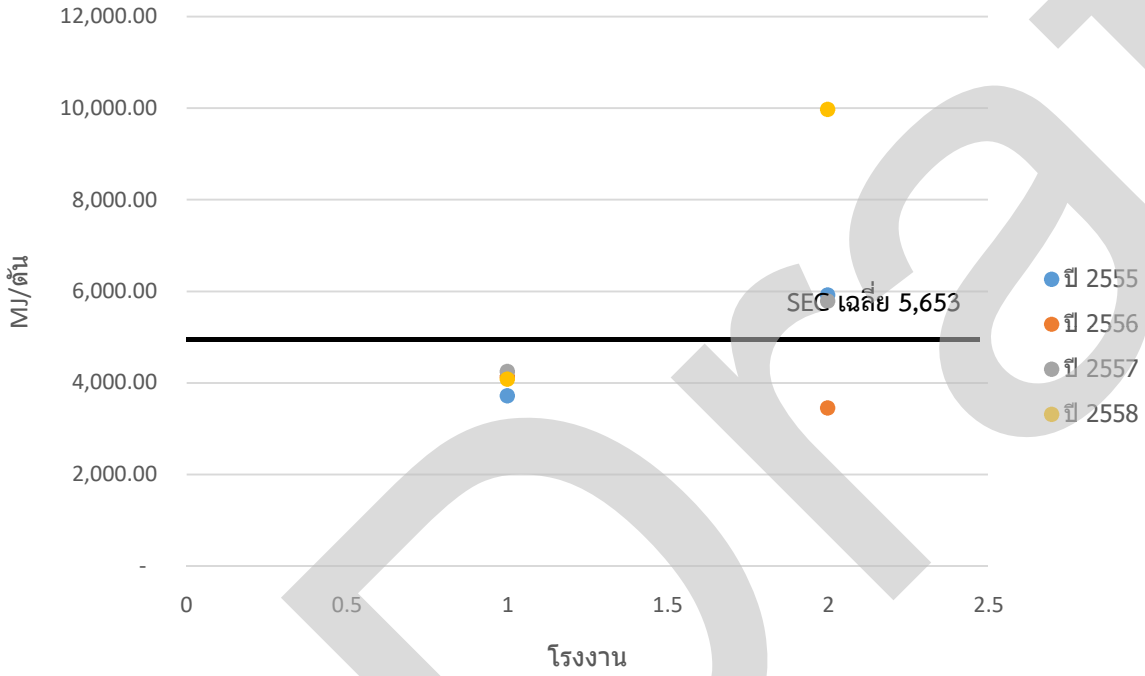
ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	จำนวนโรงงาน	ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากสมการพลังงาน (MJ/ตัน)			ค่าดัชนีการใช้พลังงานจากค่าเฉลี่ย (MJ/ตัน)
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	
1	น้ำตาลดิบจากอ้อย	3	17,900.16	1,009,405.67	122,837.13	19,680
2	น้ำตาลบริสุทธิ์	3	12,173.89	521,750.77	40,824.33	15,660

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

ปลาแช่แข็ง

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	3,720	5,919
2556	3,455	4,137
2557	4,249	5,790
2558	4,083	9,979
ค่าเฉลี่ย	5,653	

จำนวน 2 โรงงาน

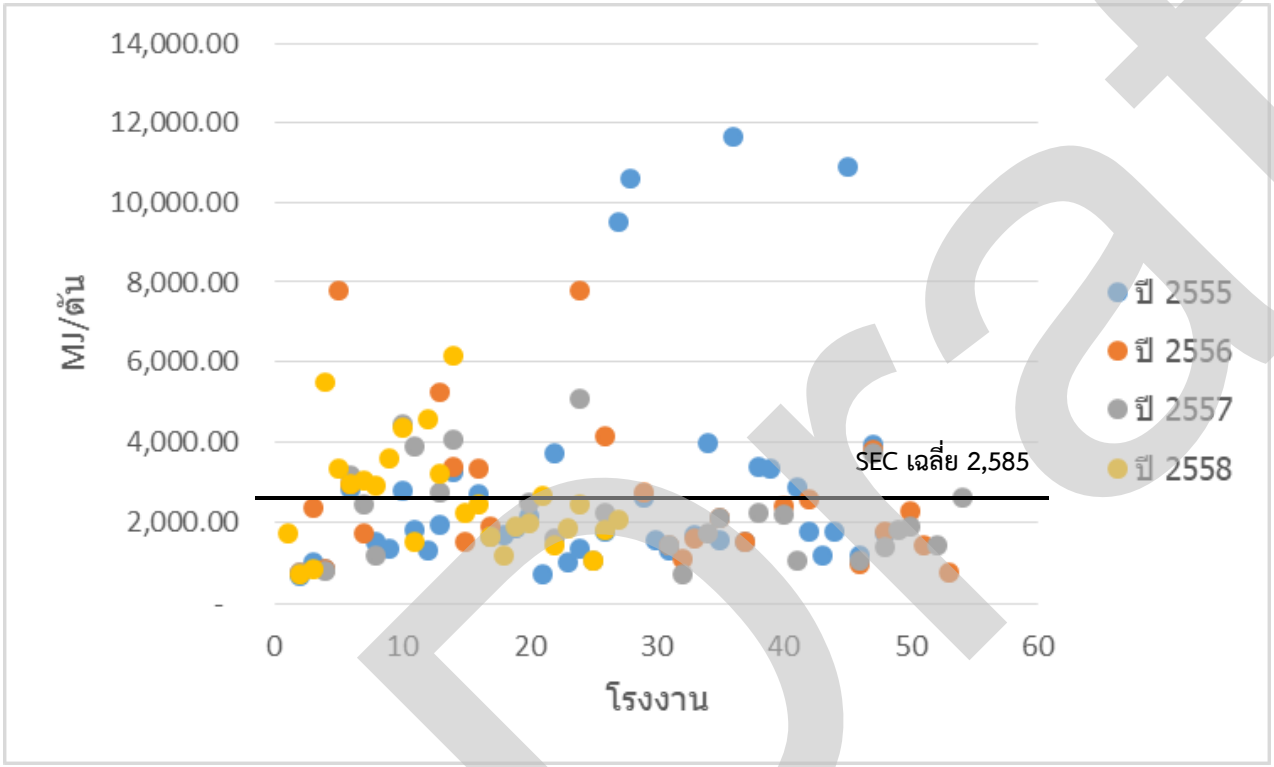
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

อาหารทะเลแช่แข็ง

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	710	11,639
2556	759	7,790
2557	720	5,066
2558	725	6,143
ค่าเฉลี่ย	2,585	

จำนวน 54 โรงงาน

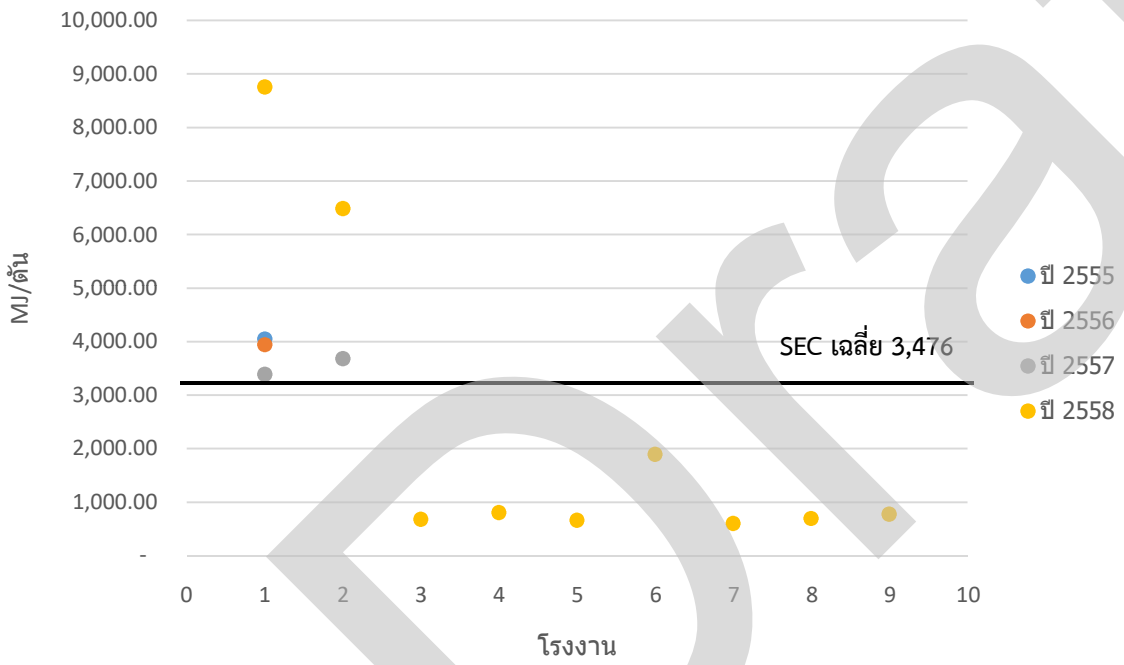
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

ปลาบรรจุกระป๋อง

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	4,049	4,049
2556	3,943	3,943
2557	3,387	3,682
2558	603	8,760
ค่าเฉลี่ย	3,476	

จำนวน 9 โรงงาน

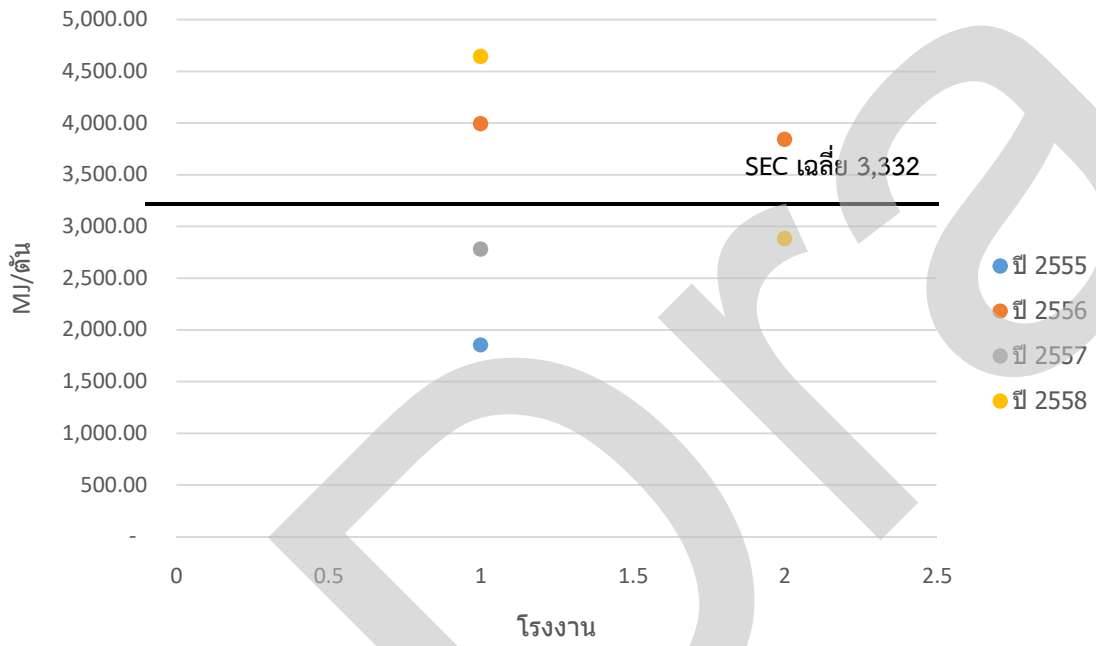
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	1,853	1,853
2556	3,842	3,993
2557	2,780	2,780
2558	2,880	4,642
ค่าเฉลี่ย	3,332	

จำนวน 2 โรงงาน

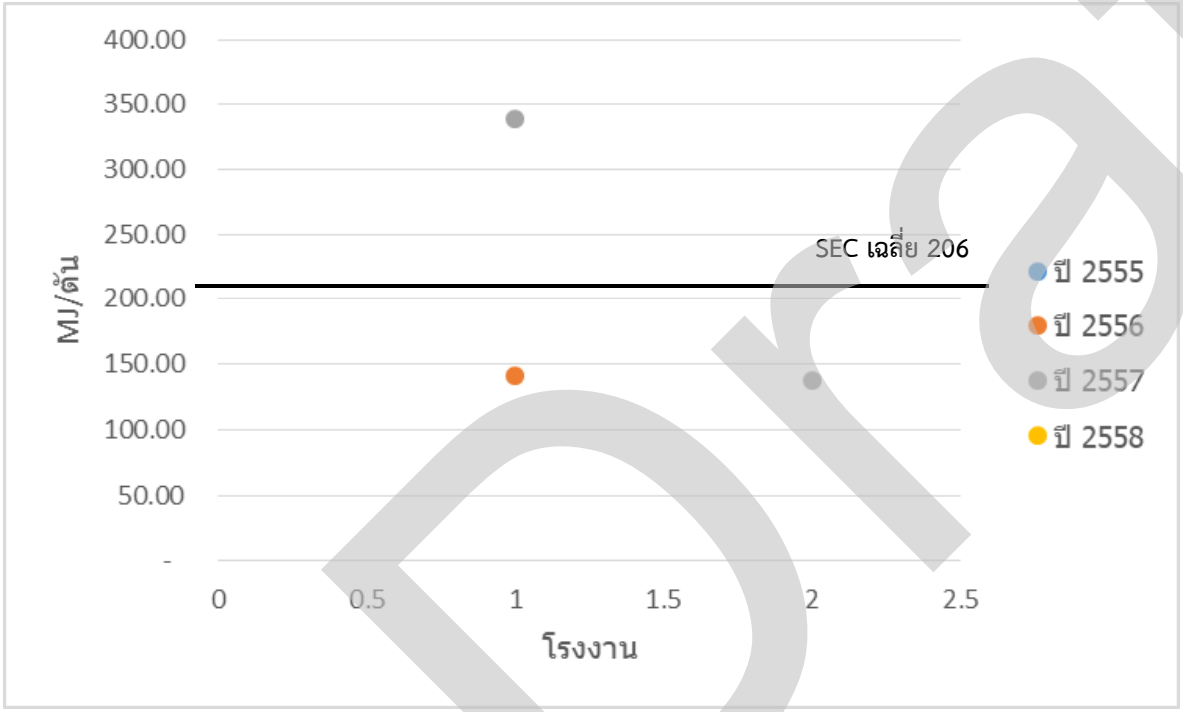
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

มันเส้นและมันอัดเม็ด

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	-	-
2556	141.11	141.11
2557	137.68	339.60
2558	-	-

ค่าเฉลี่ย 206

จำนวน 2 โรงงาน

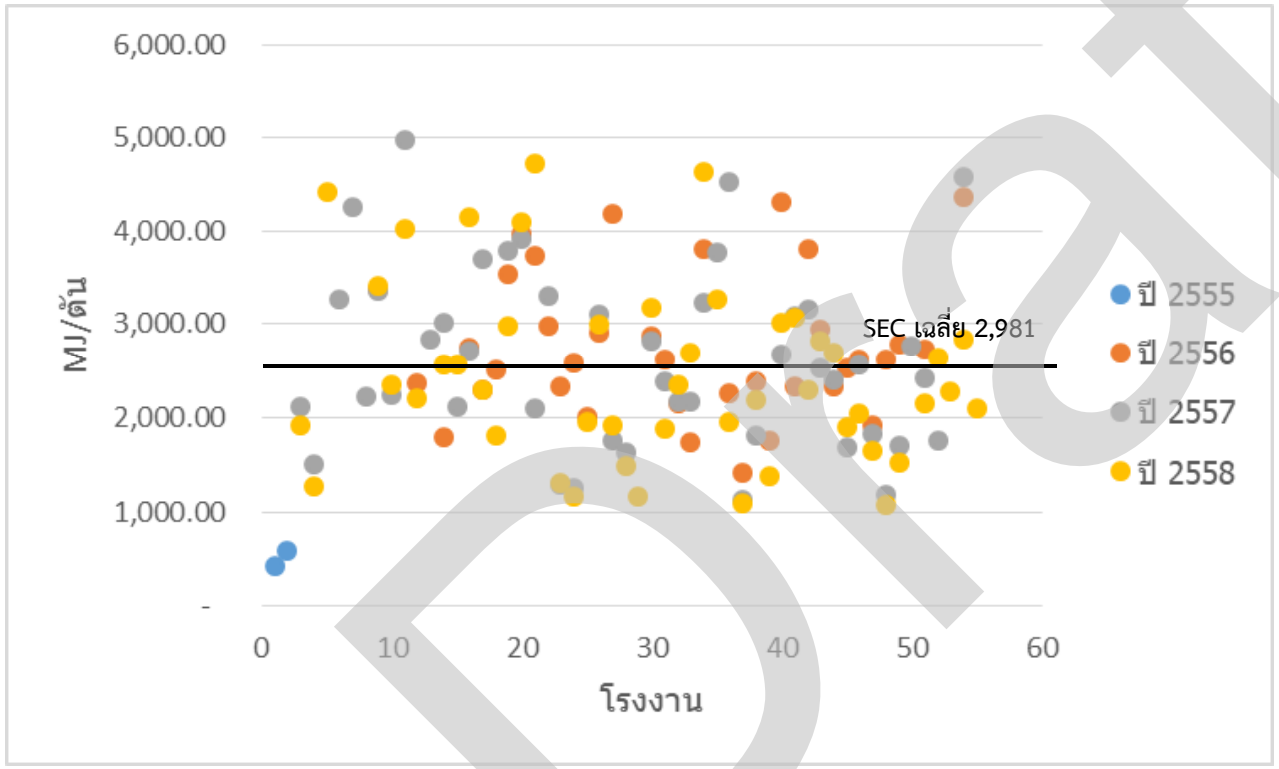
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

สตาร์ชมันสำปะหลัง

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าดัชนีการใช้พลังงาน, SEC (MJ/ตัน)

ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2555	424	584
2556	1,416	4,361
2557	1,128	4,581
2558	1,076	4,729
ค่าเฉลี่ย	2,981	

จำนวน 55 โรงงาน

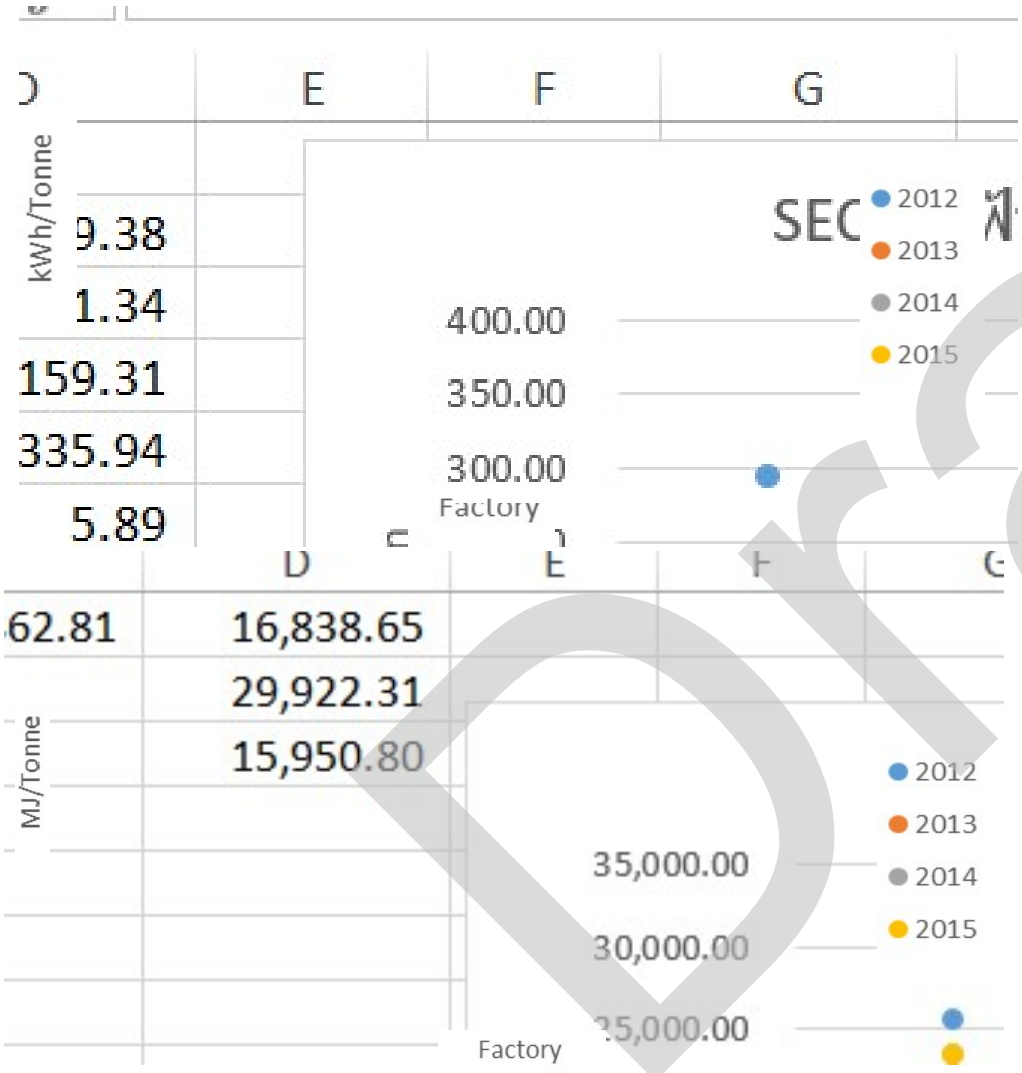
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

น้ำตาลดิบ

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 19,680 MJ/ตัน

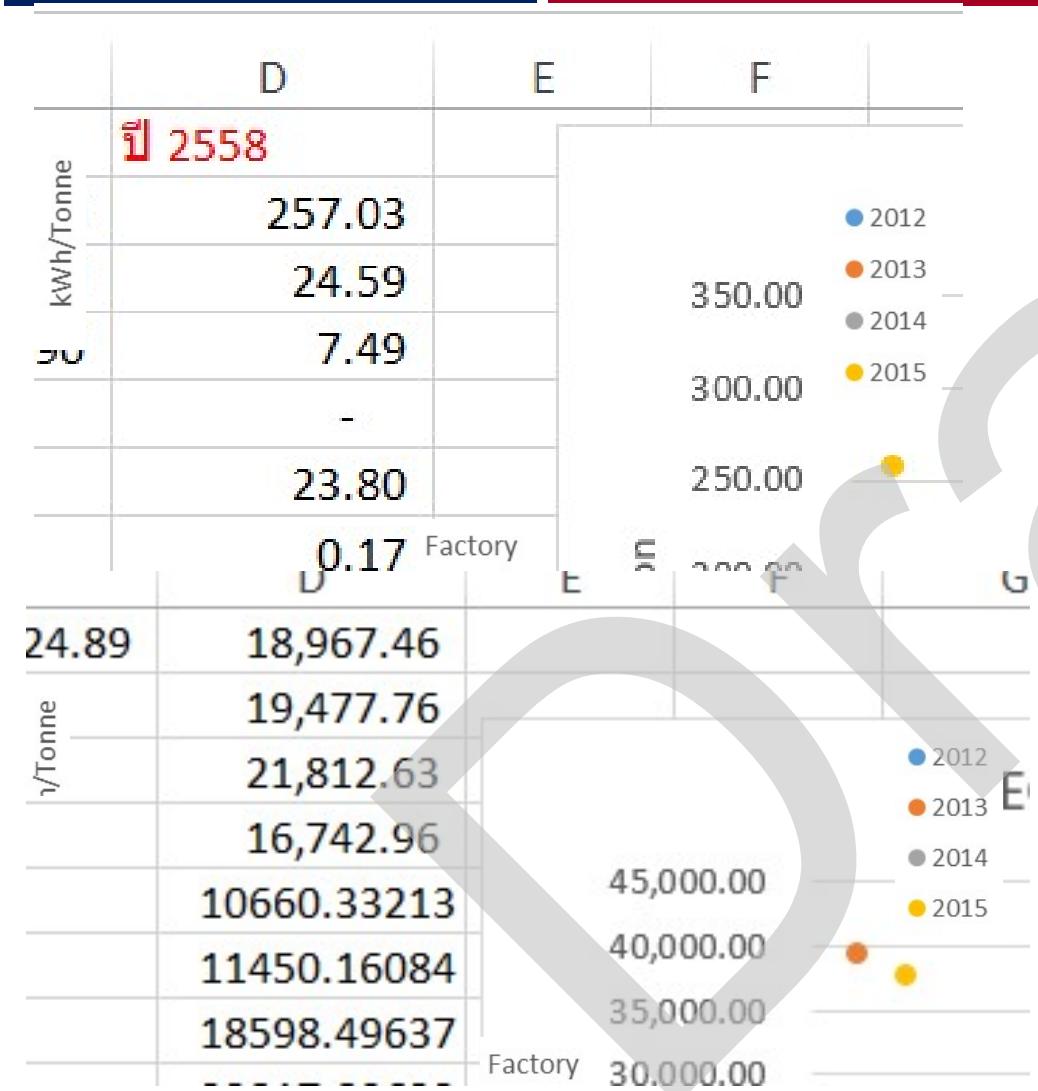
กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน (SEC Baseline) ของอุตสาหกรรม

น้ำตาลบริสุทธิ์

ผลการศึกษาค่า SEC โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยข้อมูล พพ.



ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 15,660 MJ/ตัน

กราฟแสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด-ค่าเฉลี่ย SEC รายโรงงาน

Draft

ค่าดัชนีการใช้พลังงานเปรียบเทียบของอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์	ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (MJ/ตัน)		
	ผลการศึกษา	การศึกษาในไทย	การศึกษาในต่างประเทศ
ปลาแช่แข็ง	4,047 – 7,259	1,930 – 11,660[1]	741[2]
อาหารทะเลแช่แข็ง	2,186 – 2,870	1,930 – 11,660[1]	1,386[3]
ปลาบรรจุกระป๋อง	2,906 – 5,148	2,640 – 9,730[1]	1,615[2]
อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง	1,853 – 3,918	2,640 – 9,730[1]	1,615[2]
มันเส้นและมันอัดเม็ด	141 -240	474[1]	-
สตาร์ชมันสำปะหลัง	2,937 – 3,040	2,640[1]	-
น้ำตาลดิบ	16,662 – 31,490	20,082[1]	
น้ำตาลบริสุทธิ์	12,076 – 16,664	20,082[1]	4,289[4]

[1]กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2548)

[2]Nordic perspective (2015). BAT in fish processing industry

[3]American Society of Agriculture Engineers (1990). Energy Consumption in Surimi Processing

[4] Josel Merkl, AGRANA Sucker GmbH, Reduction of Energy Consumption by the Austrian Sugar Factories in the period 1990-20002

Draft

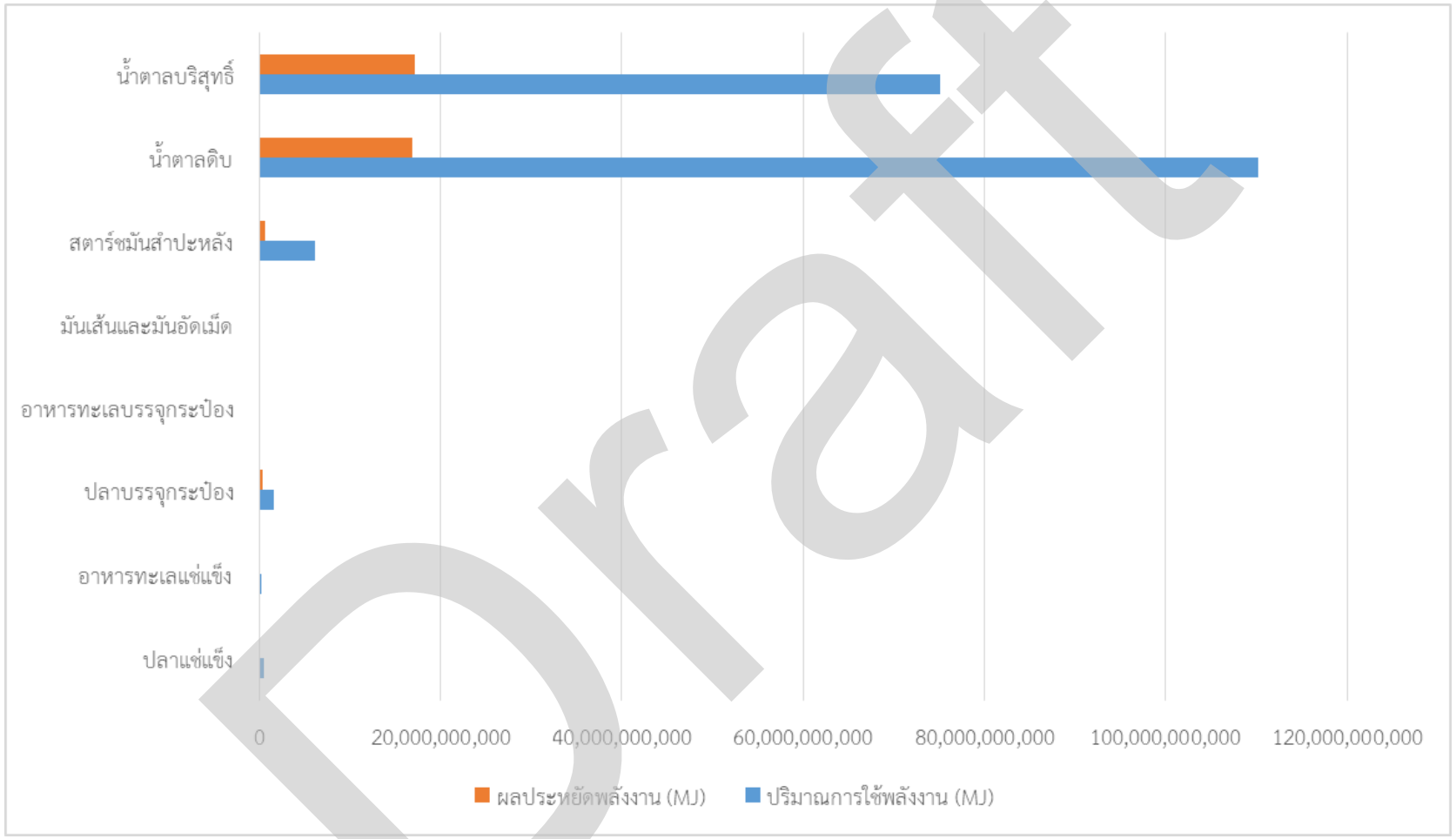
ศักยภาพในการประหยัดพลังงานของอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์	SEC เฉลี่ย (MJ/ตัน)		ปริมาณผลผลิต/ปี (Ton)	ผลประหยัดรวม	
	ผลการศึกษา	BPT		(MJ)	ktoe
ปลาแช่แข็ง	5,653	4,047	101,018	162,234,908	3.8
อาหารทะเลแช่แข็ง	2,585	1,930	80,818	52,935,790	1.3
รวม			27.6 %	215,170,698	5.1
ปลาบรรจุกระป๋อง	3,476	2,640	474,690	396,840,840	9.5
อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง	3,332	2,640	6,366	4,405,272	0.1
รวม			24.0 %	81,779,742	9.6
มันเส้นและมันอัดเม็ด	206	137	28,519	1,967,811	0.05
สตาร์ชมันสำปะหลัง	2,981	2,640	2,089,260	712,437,660	17.0
รวม			11.4 %	714,405,471	17.05
น้ำตาลดิบ	19,680	16,662	5,600,000	16,900,800,000	403.7
น้ำตาลบริสุทธิ์	15,660	12,076	4,800,000	17,203,200,000	410.9
รวม			18.3 %	34,104,000,000	814.6

Draft

BRIGHT management consulting company limited

ศักยภาพในการประหยัดพลังงานของอุตสาหกรรม

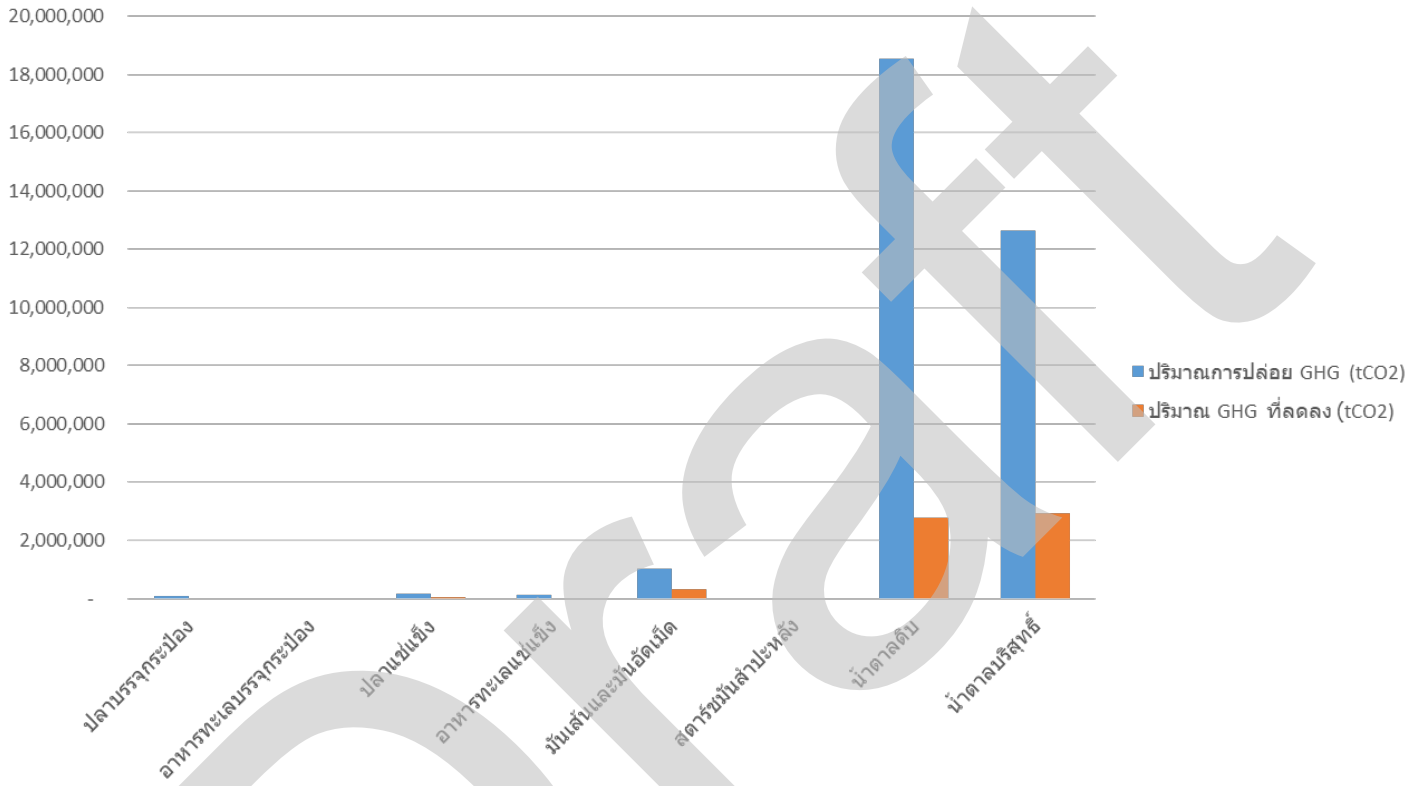


Draft

กราฟแสดงผลประหยัดพลังงานรายผลิตภัณฑ์

BRIGHT management consulting company limited

ศักยภาพในการประหยัดลดก๊าซเรือนกระจก



ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการปล่อย GHG (tCO2)	ปริมาณ GHG ที่ลดลง (tCO2)
ปลาบรรจุกระป๋อง	89,619	21,509
อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง	40,511	8,507
ปลาแช่แข็ง	164,112	45,951
อาหารทะเลแช่แข็ง	144,248	36,062
มันเส้นและมันอัดเม็ด	1,021,543	337,109
สตาร์ชมันสำปะหลัง	9,429	1,037
น้ำตาลดิบ	18,558,455	2,783,768
น้ำตาลบริสุทธิ์	12,657,772	2,911,288
รวม	32,685,690	6,145,232

Draft

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับ	ชื่อมาตรการ	เทคโนโลยี	ผลประหยัด	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน
1	การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำและอุปกรณ์ประกอบ	ปรับปรุงติดตั้งฉนวนพร้อมหุ้มแจ็คเก็ต	ลดพลังงานความร้อน342.32 MJ/Tonne	150,000 บาท	1.1 ปี
2	การติดตั้ง STEAM TRAP	STEAM TRAP	ลดพลังงานความร้อน4.33 MJ/Tonne	70,000 บาท	0.1 ปี
3	การใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต	Automatic Control	ลดพลังงานความร้อน342.32 MJ/Tonne	-	-
4	Improved Process Control เช่น Tune Boiler	High Efficiency Boiler	2,342 106Btu	$3,300	0.3 ปี
5	การเพิ่มประสิทธิภาพการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้	การใช้ไอน้ำอุ่นน้ำมันเตา เพื่อลดความหนืด ไอน้ำที่ใช้ให้ความร้อนกลายเป็นคอนเดนเสท และปล่อยทิ้งไปสามารถนำความร้อนนี้กลับมาใช้ใหม่ใหม่ได้	256 kJ/kg	1,800,000	0.7 ปี

Draft

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับ	ชื่อมาตรการ	เทคโนโลยี	ผลประหยัด	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน
6	การปรับเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงขึ้น	High Efficiency Motor			
7	Automatic Steam Trap Monitoring	-	5%	-	1 ปี
8	การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	High Efficiency Boiler	7,391 10^6Btu	$6,050	0.3 ปี
9	Flue Gas Heat Recovery	-	1%	-	2 ปี
10	การควบคุม PFใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงขึ้น	ลด loss Reactive Power	-	-	-
11	การใช้มอเตอร์แบบ VSD	เหมาะกับมอเตอร์ที่ใช้กำหนดความเร็วรอบในการทำงาน	-	-	1.1 ปี
12	ติดตั้ง Jet Vacuum แทนการใช้ Vacuum Pump ในแผนกหม้อต้ม	Vacuum Pump	-	-	-
13	การติดตั้ง Planetary Gear พร้อมมอเตอร์แทน Open Gear ที่ลูกหีบอ้อยชุดแรก	Planetary Gear พร้อมมอเตอร์	-	-	-
14	การเพิ่มความร้อนให้กับน้ำป้อนหม้อไอน้ำโดยการติดตั้ง Economizer	Economizer	-	-	-
15	การบริหารจัดการ ลดการ Breakdown เช่น ควบคุม Flowrate ของน้ำอ้อยคงที่	ลดการ Breakdown	-	-	-

Draft

การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

1. การติดตั้ง STEAM TRAP และ Automatic Steam Trap Monitoring เป็นมาตรการที่คุ้มค่าในการลงทุนสูง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินไม่สูง สามารถประหยัดพลังงานได้มาก และมีระยะเวลาคืนทุนสั้น
2. การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ และการใช้หม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง
3. การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำและอุปกรณ์ประกอบ โดยการปรับปรุงติดตั้งฉนวนพร้อมหุ้มแจ็คเก็ต
4. การเพิ่มประสิทธิภาพการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ โดยการใช้ไอน้ำอุ่นน้ำมันเตา เพื่อลดความหนืด ไอน้ำที่ใช้ให้ความร้อนกลายเป็นคอนเดนเสท และปล่อยทิ้งไปสามารถนำความร้อนนี้กลับมาใช้ใหม่ใหม่ได้
5. การบริหารจัดการ ลดการ Breakdown เช่น ควบคุม Flowrate ของน้ำอ้อยคงที่
6. การติดตั้ง Planetary Gear พร้อมมอเตอร์ แทน Open Gear ที่ลูกหีบอ้อยชุดแรก

Draft

THANK YOU
QUESTION / SUGGESTION?

draft

BRIGHT
management consulting
company limited