การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานของห้องสะอาดด้วยวิธีการเชิงสถิติ
กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์

นางสาวเกศินี พรมธิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

ENERGY ANALYSIS FOR IMPROVEMENT OF CLEANROOM VIA STATISTICAL METHOD : A CASE STUDY OF VOICE COIL MOTOR MANUFACTURING INDUSTRY

MISS KASINEE PROMTHI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานของห้องสะอาดด้วยวิธีการเชิงสถิติ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์
โดย	นางสาวเกศินี พรมธิ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อุริช อัชชโคสิต)

เกศินี พรมธิ : การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานของห้องสะอาดด้วยวิธีการเชิงสถิติ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์. (ENERGY ANALYSIS FOR IMPROVEMENT OF CLEANROOM VIA STATISTICAL METHOD : A CASE STUDY OF VOICE COIL MOTOR MANUFACTURING INDUSTRY)อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล, 101 หน้า.

ห้องสะอาดคือห้องที่ถูกควบคุมสภาวะแวดล้อมภายใน เป็นที่ซึ่งต้องควบคุม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความดันอากาศ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ โดยเงื่อนไขในข้างต้นนี้ในแต่ละ อุตสาหกรรมการผลิตสินค้า จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าเป็นหลัก จากการควบคุมสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ให้เป็นไปตามเงื่อนไขทำให้ระบบปรับอากาศต้องทำงานตลอดเวลา ผลการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ ในปี 2552 และ 2553 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของห้องสะอาดนั้นเพิ่มมากขึ้น จาก 40.35% เป็น 41.68% คิดเทียบจากปริมาณของการใช้พลังงานทั้งหมดของโรงงาน จากสถิติและการจดบันทึกข้อมูลพฤติกรรมที่ผิดปกติในกระบวนการผลิต ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อแสดงความสัมพัทธ์กันระหว่าง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้แบบจำลองสมการการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายและสมการต้นแบบการถดถอยพหุคูณ ด้วยการตั้งสมมติฐานให้อุณหภูมิควบคุมของห้องสะอาดทุกคลาสเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส และให้ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดทุกคลาสเพิ่มขึ้น 1% แล้วแทนค่าอุณหภูมิลงในสมการต้นแบบเพื่อจำลองพยากรณ์ค่าไฟฟ้าที่อาจจะประหยัดได้ ผลจากการจำลองด้วยสมการต้นแบบคือ ภายใน 24 เดือนอาจจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้เท่ากับ 5,9695,556 บาท หากปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส และปรับความชื้นสัมพัทธ์ขึ้น 1 %

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

##5287625220 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KASINEE PROMTHI: ENERGY ANALYSIS FOR IMPROVEMENT OF CLEANROOM VIA STATISTICAL METHOD : A CASE STUDY OF VOICE COIL MOTOR MANUFACTURING INDUSTRY. ADVISOR : TAWATCHAI CHARINPANITKUL,Ph.D.,101 pp.

Cleanroom is a controlled environment, where temperature, relative humidity, air velocity, air pressure and suspended particle are regulated for manufacturing products according to customer's requirements. Because of steady humidity requirement, air conditioning systems have to be run at all time. According to the records of electricity consumption of voice coil motor industry, its consumption rate of year 2009 and 2010 for air conditioning systems in all cleanrooms had increased from 40.35% to 41.68% with respect to the total amount of the electricity consumption of the whole factory. Statistics and recorded abnormalities of all production activities were brought into analyses for determining correlations between temperature and relative humidity base on a simple linear regression model and Multiple regression model. Then the determined model with an assumption that temperature set point in each clean room was increased for 1 degree Celsius, and humidity set point in each clean room was increased for 1% was employed to simulate a plausible decrease in cost of electricity. It was found that the cost of electricity would be saved about 5,9695,556 baht within 24 months if increase temperature set point in each clean room for 1 degree Celsius, and also increase humidity set point in each clean room for 1%

Field of Study: Energy Technology and Management Student's Signature.....

Academic Year: 2012 Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีเนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ รศ.ดร.ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่านับตั้งแต่เริ่มต้นดำเนินการจนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ในการให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ ที่กรุณาให้เกียรติเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ โดยมีรองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.อุริช อัชชโคสิต เป็นกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณพระเจ้า บิดา มารดา สามีอันเป็นที่รัก ที่ให้ความรัก กำลังใจ และแรงกระตุ้นที่ทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการศึกษาลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งขอขอบคุณ พี่น้องจากคริสตจักรนำพระพรอยุธยาที่ได้อธิษฐานเผื่อเสมอ ขอขอบคุณ คุณสุวรรณ รัตน์ สิมหลวง เจ้าหน้าที่หลักสูตรฯ เพื่อนๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน รุ่น 1 ทุกคนสำหรับกำลังใจและมีความปรารถนาดีแก่ข้าพเจ้าด้วย และรวมถึงผู้มีพระคุณทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8
ขอบเขตของการวิจัย 8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
วิธีการดำเนินการวิจัย 9
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานวิจัย 10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 12
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 37
บทที่ 3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 41
3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 ในปี 2552 44
3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 ในปี 2552 47
3.3 การพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความสัมพัทธ์ว่าสามารถปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น 1 องศา 56
3.4 การคำนวณหาผลประหยัดพลังงานหลังจากปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส 56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน 57

หน้า

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน 61
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน 62
4.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน 66
4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 1000 รวม 24 เดือน 67
4.6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 1000 รวม 24 เดือน 70
4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 1000 รวม 24 เดือน 72
4.8 คำนวณหาผลประหยัดพลังงานของห้องสะอาดก่อนและหลังการปรับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 ขึ้น 1 องศาเซลเซียสและปรับค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 ขึ้น 1% 74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 78
5.1 สรุปผลการวิจัย 78
5.2 ข้อเสนอแนะ 79
รายการอ้างอิง 80
ภาคผนวก 83
ภาคผนวก ก 84
ภาคผนวก ข 97
ภาคผนวก ค 100
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 101

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 การเปรียบเทียบมาตรฐานระดับความสะอาดต่างๆ สำหรับห้องสะอาด 36

3-1 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงงานปี 2552 60

3-2 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงงานปี 2553 60

4-1 สรุปค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์และสมการถดถอยเชิงเส้นอย่าง 72

4-2 การคำนวณค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์หลังจากปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส 73

4-3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโรงงานตัวอย่างในปี 2552 74

4-4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโรงงานตัวอย่างในปี 2553 75

4-5 สรุปการพยากรณ์ผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากสมการต้นแบบก่อนและหลังการปรับค่าเฉลี่ย
อุณหภูมิและปรับค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ คลาส 100 77

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	การใช้พลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ	1
1-2(ก)	ชิ้นส่วน วอยส์ คอยล์ มอเตอร์	2
1-2(ข)	ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ	2
1-3	ความต้องการพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมของโรงงานตัวอย่างในปี 2549-2553	3
1-4	ห้องสะอาด	4
1-5	แผนผังห้องสะอาดและการไหลของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต	5
1-6	แผนผังกระบวนการผลิตวอยซ์ คอยล์ มอเตอร์	6
1-7(ก)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2552	7
1-7(ข)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2553	8
2-1	แผนภาพกระจายของความสูงของบิดาและบุตรชาย	17
2-2	การกระจายของข้อมูล 2 ชุดที่มีค่ากลางและการกระจายเหมือนกันแต่ระดับความสัมพันธ์ต่างกัน	19
2-3	ย่านของค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม	19
2-4	ถ้าค่า a เป็นบวก	23
2-5	ถ้าค่า a เป็นลบ	23
2-6	ถ้าค่า a เป็นศูนย์	24
2-7	การใช้ห้องสะอาดในแต่ละอุตสาหกรรม	30
2-8	ห้องสะอาดแบบไหลอากาศแนวตั้งแบบไม่มีพื้นชั้นล่าง	31
2-9	ห้องสะอาดแบบไหลอากาศแนวตั้งแบบมีพื้นชั้นล่าง	32
2-10	ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศผสม	34
2-11	ห้องสะอาดแบบอุโมงค์	34
3-1	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2552	42
3-2	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2553	42
3-3	แผนภาพการไหลของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล	43
3-4	แผนผังจุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100	45
3-5	ทูลบาร์ Graph ในโปรแกรม Minitab	46
3-6	Graph Histograms แบบ With Fit	46
3-7	คอลัมน์ที่ต้องการให้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลที่เตรียมไว้	47

รูปที่ หน้า

3-8 ทูลบาร์ Insert Scatter ในโปรแกรม Excel 48
3-9 การ Add Trendline ของกลุ่มข้อมูลที่เลือกในโปรแกรม Excel 48
3-10 การเลือกให้แสดงสมการเชิงเส้นของกลุ่มข้อมูลที่เลือกในโปรแกรม Excel 49
3-11 สมการเส้นตรงของการถดถอย 50
3-12 กราฟเส้นเมื่อ b>0 และ b=1 50
3-13 กราฟเส้นเมื่อ b<0 50
3-14 กราฟเส้นเมื่อ b = 0 51
3-15 ทูลบาร์ Stat ในโปรแกรม Minitab เพื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ 53
3-16 การเลือกคอลัมน์ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์หาสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย 53
3-17 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์และนัยสำคัญทางสถิติ 54
3-18 แผนผังแสดงจุดวัดอุณหภูมิและความชื้นคลาส 10000 55
4-1 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคสาส 100 รวม 24 เดือน 57
4-2 ค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน 58
4-3 ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คสาส 100 รวม 24 เดือน 59
4-4 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน 60
4-5 ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ต่อค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 รวม 24 เดือน 61
4-6 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันและระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและ
ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน 62
4-7 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 รวม 24 เดือน 62
4-8 ค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน 63
4-9 ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คสาส 100 รวม 24 เดือน 64
4-10 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน 65
4-11 ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิคลาส 100 รวม 24 เดือน 66
4-12 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันและระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ย
ความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน 67
4-13 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 1000 รวม 24 เดือน 67
4-14 ค่าเฉลี่ยรวมอุณหภูมิคลาส 1000 รวม 24 เดือน 68
4-15 ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม 24 เดือน 69
4-16 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม 24 เดือน 69

รูปที่ หน้า

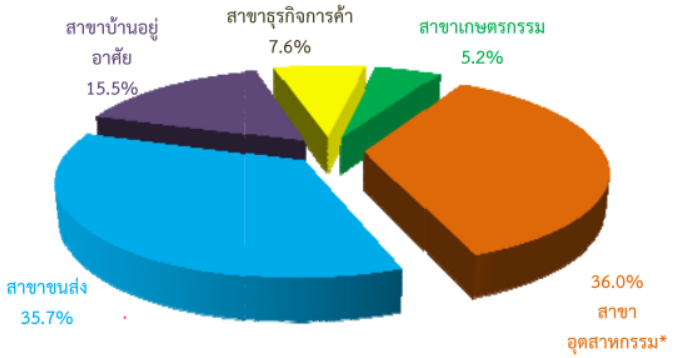
4-17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ
ของคลาส 1000 รวม 24 เดือน 70
4-18 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์และระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ย
ความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม 24 เดือน 71
4-19 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถดถอยแบบพหุคูณ 76

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากรายงานสถิติพลังงานของประเทศไทยปี 2554 ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานนั้น เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานแยกตามสาขาที่แสดงในรูปที่ 1-1 พบว่าการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมนั้นมากสุดโดยคิดเป็นร้อยละ 36.0 เมื่อคิดเทียบกับการใช้พลังงานในสาขาอื่นๆ

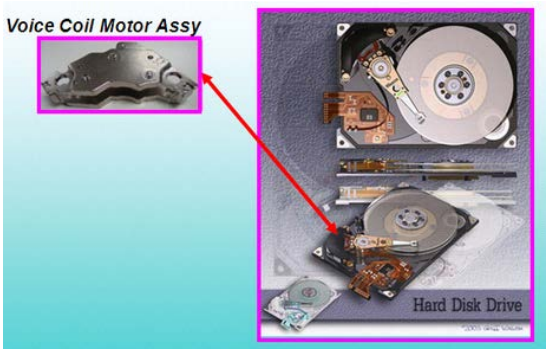


รูปที่1-1 การใช้พลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ

(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สถิติพลังงานของประเทศไทย, 2554)

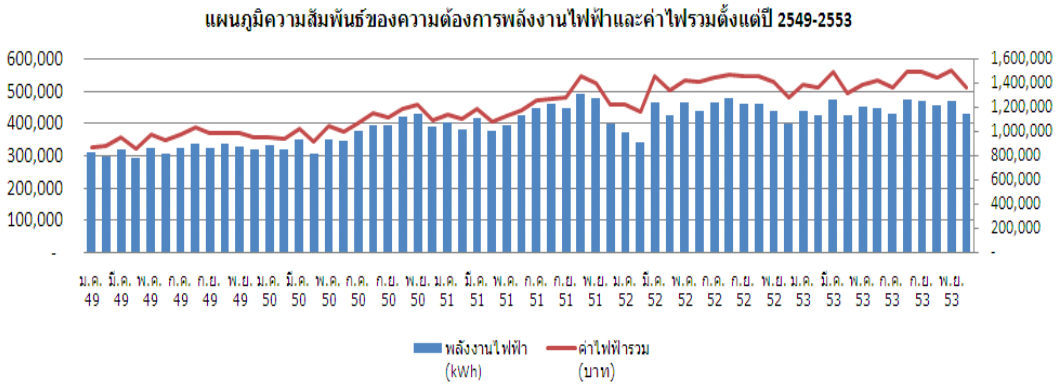
จากรายงานดังกล่าวมีความสอดคล้องกันกับความเติบโตของเศรษฐกิจเนื่องจากในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจนั้นภาคอุตสาหกรรมการผลิตถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจและเนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วทั้งทางภาคเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรมทั้งจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้นทำให้ความต้องการใช้พลังงานสูงมากขึ้น และมีแนวโน้มที่จะมากขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจไทยต่อไป ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับตัวให้อยู่รอดได้ เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ดังกล่าว แนวทางหนึ่งที่นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาก็คือ การใช้พลังงานอย่างประหยัดและเห็นคุณค่าใช้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือแม้กระทั้งการลดการใช้พลังงานในส่วนที่ไม่จำเป็น เพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

จึงมีความจำเป็นอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูงจึงมีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการประหยัดและลดต้นทุนด้านพลังงานลง เพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ เช่นเดียวกัน กับ อุตสาหกรรมผลิตวอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ แสดงดังรูปที่ 1-2(ก) ที่เป็นชิ้นส่วนประกอบในการผลิต ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ แสดงดังรูปที่ 1-2(ข) และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆได้มีการขยายกำลังการผลิตเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ส่งผลให้มีแนวโน้มในการใช้พลังงานสูง และทำให้ต้นทุนด้านพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังที่ได้สรุปในรูปที่ 1-3



รูปที่ 1-2(ก) ชิ้นส่วน วอยส์ คอยล์ มอเตอร์

รูปที่ 1-2(ข) ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ



ที่มาของข้อมูล: บริษัทฮิตาชิ เมทัล ไทยแลนด์ VCM Plant

รูปที่ 1-3 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ารวมของโรงงานตัวอย่างในปี 2549-2553

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากบริษัท ฮิตาชิ เมทัล ไทยแลนด์ VCM Plant ซึ่งเป็นหนึ่งบริษัทผู้ ผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ ภายใต้ห้องสะอาด (Clean room) คลาส (Class) 100 1000 และ 10000 ซึ่งแสดงในรูปที่ 1-4 เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตมีการพัฒนาและก้าวหน้าไปมาก มีการนำเทคโนโลยีขั้นสูง มาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้สภาวะแวดล้อมที่สะอาด ในกระบวนการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดี ห้องสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมอีเล็กโทรนิกส์ที่ต้องการความ สะอาดมาก จะเน้นการควบคุมทั้งอนุภาคที่มีชีวิตและอนุภาคที่ไม่มีชีวิต เครื่องมือสำคัญในการ ควบคุมปริมาณอนุภาคใน Clean Room คือ แผ่นกรองอากาศชนิด HEPA (High Efficiency Particulate Air) ซึ่งสามารถกรองอนุภาคที่มีขนาด 0.3 ไมครอนได้มีประสิทธิภาพถึง 99.97%

การกำหนดคุณสมบัติที่จำเพาะของ Clean Room

อุณหภูมิที่เหมาะสม กำหนดตามความต้องการของกระบวนการผลิต หรือหากไม่มีความสำคัญ ทางด้านการผลิต มักกำหนดให้อยู่ในช่วง 72 $^{\circ}$F ± 0.25 $^{\circ}$F (22.2 $^{\circ}$C ± 0.14 $^{\circ}$C)

ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม ขึ้นกับลักษณะงาน กระบวนการผลิต หรือชนิดผลิตภัณฑ์ ในกรณีความชื้นสูงไป อาจทำให้ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เกิดสนิมได้ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติหรือคุณภาพเปลี่ยนไปในทาง ตรงข้าม หากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำไป จะเกิดประจุไฟฟ้าที่วัสดุหรือชิ้นส่วน ทำให้เกิด ปัญหาอนุภาคดูดติดกันได้ หากไม่มีข้อกำหนดเฉพาะ โดยทั่วไป กำหนดให้มีความชื้นประมาณ 50 ± 10 %

ความดัน ควรรักษาความดันในห้องสะอาดให้เป็นบวกเสมอ (positive pressure) มีทางเข้าออกที่ปิดมิดชิดและมีพัดลมเป่า (air shower) เพื่อดันลมออกไปป้องกันมิให้อนุภาคเข้ามา

ปนเปื้อนในห้อง ทั้งนี้ ห้องที่มีระดับความสะอาดต่างกัน ให้มีความดันต่างกันอย่างน้อย 0.05 นิ้วน้ำ

แสงสว่าง หากไม่มีการกำหนดพิเศษให้ใช้แสงสว่าง 1,080 – 1,620 lux

ระดับเสียง ตามข้อกำหนดของการใช้งาน

การจัดแบ่ง Class ของ Clean Room ดังนี้

1) Class 100 หมายถึง ห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 100 อนุภาคต่อ อากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

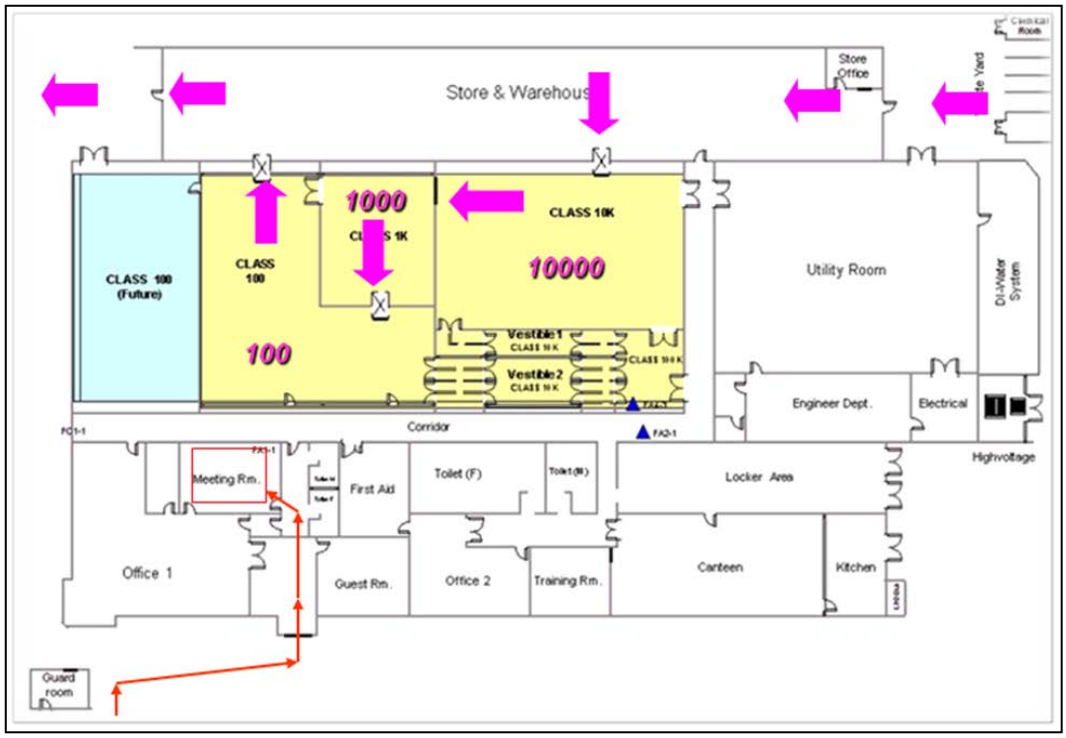
2) Class 1,000 หมายถึง ห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 1,000 อนุภาคต่อ อากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

3) Class 10,000 หมายถึง ห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 10,000 อนุภาค ต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

รูปที่ 1-4 ห้องสะอาด

เนื่องด้วยอุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลาการทำงาน 24 ชั่วโมง ในรูปที่ 1-5 แสดงแผนผังของโรงงานส่วนที่เป็น

ห้องสะอาด โรงงานมีพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งหมด 18,000 ตารางเมตร เป็นพื้นที่ห้องสะอาดทั้งหมดประมาณ 3,929 ตารางเมตร แบ่งช่วงเวลาการทำงานออกเป็น ส่วนสำนักงาน และ ส่วน โรงงาน โดยในส่วนของสำนักงานนั้นมีชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนโรงงานมีชั่วโมงการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน



รูปที่ 1-5 แผนผังห้องสะอาดและการไหลของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต

ชิ้นส่วน วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ มีวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต คือ แผ่นเหล็กหล่อ และแม่เหล็ก โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต มีกระบวนการผลิตดังสรุปในรูปที่ 1-6 ดังนี้

1. ตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ (Incoming Inspection)

2. กระบวนการล้างชิ้นงานในรูปของชิ้นส่วนประกอบ (Washing Stage#1) ทำความสะอาดชิ้นงาน ด้วยน้ำ DI และอุลตร้าโซนิค

3. กระบวนการผนึกชิ้นงาน (Bonding) เป็นการผนึกชิ้นงานระหว่างตัว Yoke และ Magnet ให้ติดกันด้วยเครื่องหยอดกาวอัตโนมัติ

4. กระบวนการอบชิ้นงาน (Baking) อบชิ้นงานด้วยความร้อนโดยตู้ Oven เพื่อทำการกำฟองอากาศที่เกิดขึ้นจากการใช้กาวผนึกชิ้นงาน

5. กระบวนการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน (Bonding Strength)

6. กระบวนการทำเครื่องหมายบนชิ้นงาน (Marking)

7. กระบวนการตอก (Swaging) ประกอบ Pin เข้ากับ Yoke ในรูปชิ้นส่วนย่อย

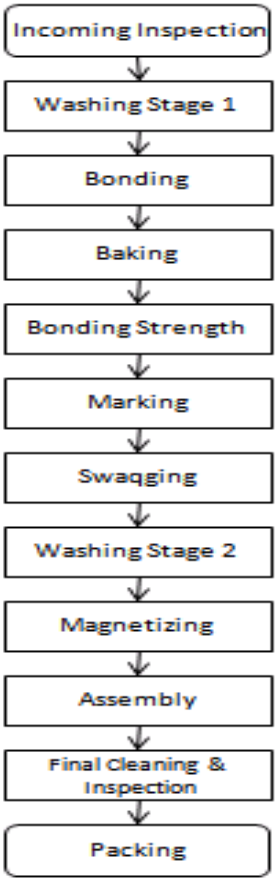
8. กระบวนการล้างชิ้นงานในรูปชิ้นส่วนย่อย (Washing Stage#2)

9. กระบวนการทำให้เป็นแม่เหล็ก (Magnetizing) ทำให้ชิ้นงาน Magnet มีอำนาจแม่เหล็กด้วยเครื่อง Magnetizer

10.กระบวนการประกอบชิ้นงาน (Assembly) ประกอบเป็นผลิตภัฑ์ VCM

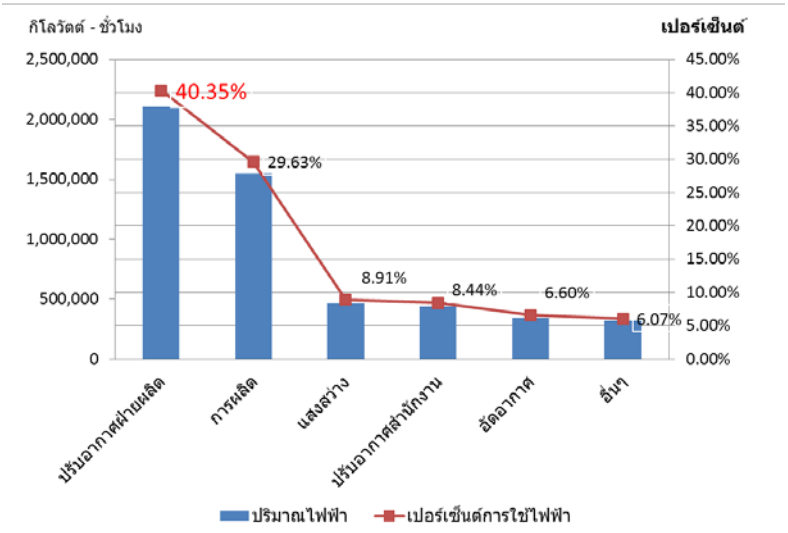
11.กระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานและตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Final Cleaning & Inspection)

12. กระบวนการ Packing บรรจุชิ้นหรือผลิตภัณฑ์ลงในหีบห่อ



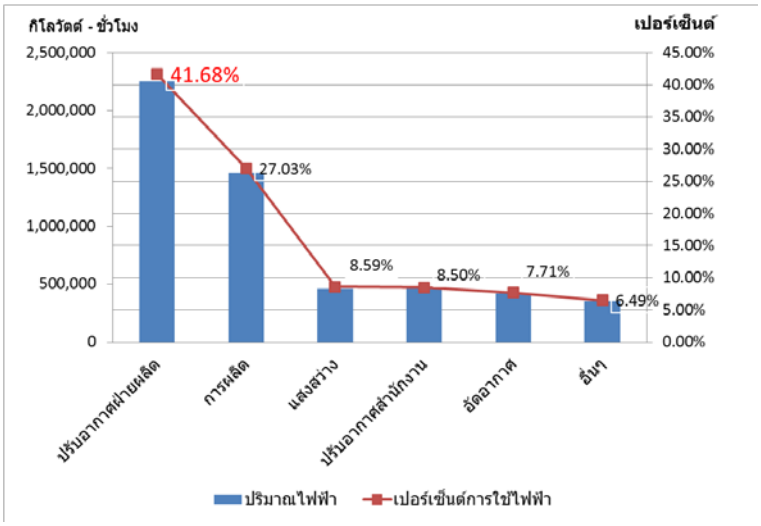
รูปที่ 1-6 แผนผังกระบวนการผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ ที่ถูกเก็บบันทึกไว้นั้นทำให้ทราบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานนั้นอันดับหนึ่งสูงสุดเป็นการใช้พลังงานที่เกิดจากระบบปรับอากาศของฝ่ายผลิตที่ทำงานในส่วนที่เป็นห้องสะอาด โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในปี 2552-2553 พบว่า มีการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบนั้น ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานไฟฟ้า มากถึง 40.35% ในปี 2552 (แสดงดังรูปที่ 1-7(ก) และ 41.48% ในปี 2553 (แสดงดังรูปที่ 1-7(ข)ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน



ที่มา: บริษัทฮิตาชิเมทัล VCM Plant, 2552

รูปที่ 1-7(ก) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2552



ที่มา: บริษัทฮิตาชิเมทัล VCM Plant, 2553

รูปที่ 1-7(ข) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2553

เนื่องจากห้องสะอาดเป็นห้องที่มีการควบคุม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความดันอากาศ และ อนุภาคปนเปื้อนในอากาศ โดยโรงงานตัวอย่างนี้ได้มีการแบ่งคลาสห้องสะอาดออกเป็น 3 คลาส ตามกระบวนการผลิตที่จะเน้นเรื่องความสะอาดเป็นพิเศษ โดยเรียงคลาสของห้องสะอาด เป็นคลาส 100 คลาส 1000 และคลาส 10000 ตามลำดับ ผู้วิจัยมีความสนใจในการวิเคราะห์ค่าตัวแปรในห้องสะอาดโดยเฉพาะตัวแปรที่มีส่วนเกี่ยวข้องมากที่สุดกับการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ คือ อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องสะอาดของแต่ละคลาส จากข้อมูลที่ได้ทำการจดบันทึกค่าไว้ในปี 2552 ถึงปี 2553 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ทางโรงงานตัวอย่างไม่เคยนำมาวิเคราะห์มาก่อนผู้วิจัยจึงสนใจในการนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของข้อมูลได้ชัดเจนมากขึ้น และเพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานในห้องสะอาด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติ
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดการใช้พลังงานในห้องสะอาดโดยเน้นที่การเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แล้ววิเคราะห์ผลที่เกิดจากตัวแปรในห้องสะอาด

ขอบเขตของการวิจัย

1. สำรวจและพิจารณาสถานภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ จากข้อมูลที่รวบรวมไว้ในปี 2552 ถึงปี 2553 (รวม 24 เดือน)
2. รวบรวมข้อมูลดิบของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดภายในห้องสะอาดทุกคลาสของบริษัทวอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ ในปี 2552 ถึงปี 2553 (รวม 24 เดือน)
3. วิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละคลาสด้วยกราฟเส้นจากนั้นหาความสัมพันธ์ของแต่ละคลาสด้วยสมการการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายระหว่างสองตัวแปรจากข้อมูลที่เก็บบันทึกเพื่อพิจารณาปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียสเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของห้องสะอาด

4. ประยุกต์ใช้สมการถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์ผลประหยัดค่าไฟฟ้าก่อนและหลังจากการปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสและ ปรับความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ จัดทำร่างบทความ รวมทั้งวิทยานิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำวิธีการเชิงสถิติวิเคราะห์มาใช้ประโยชน์ในการสังเกตุพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติของข้อมูลของห้องสะอาดในบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วน วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์
2. สามารถลดต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตเนื่องจากการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในห้องสะอาด
3. เพิ่มขีดความสามารถในการดำเนินการทางธุรกิจและภาพลักษณ์ของอุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์
4. ใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของโรงงานตัวอย่างรวม 24 เดือน
2. รวบรวมข้อมูลดิบของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำการบันทึกไว้รวม 24 เดือน
3. ใช้วิธีการเชิงสถิติวิเคราะห์ข้อมูลดิบที่รวบรวมแล้วพล๊อตกราฟเส้นเพื่อพิจารณาพฤติกรรมของข้อมูล
4. ใช้วิธีการเชิงสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รวม 24 เดือน
5. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รวม 24 เดือน
6. พิจารณาปรับอุณหภูมิเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียสหากสามารถทำได้เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของห้องสะอาด
7. ประยุกต์ใช้สมการถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์ผลประหยัดค่าไฟฟ้าก่อนและหลังจากการปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสและ ปรับความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์
8. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

ตารางที่ 1-1 : แผนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	2555								
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1) ศึกษาระบบการทำงานของห้องสะอาด									
2) ทำการสำรวจ และเก็บรวบรวมข้อมูลทางไฟฟ้า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ของห้องสะอาดทุกคลาส									
3) ค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง									
4) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติและนำผลที่ได้มาพิจารณาปรับปรุงการใช้พลังงานในห้องสะอาด									
5) เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง									
6) สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ									
7) เสนอบทความทางวิชาการ									
8) สอบวิทยานิพนธ์									

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 สถิติ (Statistics) อาจพิจารณาได้ 3 ความหมาย [สำนักงานสถิติแห่งชาติ ,2555]

• สถิติ หมายถึง ตัวเลขที่ใช้บรรยายเหตุการณ์หรือข้อเท็จจริง (facts) ของเรื่องต่างๆ ที่เราต้องการศึกษา เช่น สถิติจำนวนผู้ป่วย สถิติจำนวนคนเกิด สถิติจำนวนคนตาย เป็นต้น

• สถิติ หมายถึง ศาสตร์หรือวิชาที่ว่าด้วยหลักการและระเบียบวิธีทางสถิติ สถิติใน ความหมาย นี้มักเรียกว่า สถิติศาสตร์ (Statistics)

• สถิติ หมายถึง ค่าที่คำนวณขึ้นมาจากตัวอย่าง เพื่อแสดงถึงคุณลักษณะบางอย่างของข้อมูลชุดนั้นโดยทั่วไปจะนำค่าสถิติไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตัวอย่างเช่น ถ้าเราสนใจรายได้เฉลี่ยของคนในหมู่บ้าน แล้วเราสามารถนำรายได้ของทุกคนมา รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยของรายได้ ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้นี้ถือว่าเป็นค่าพารามิเตอร์ แต่ถ้าเราสุ่มตัวอย่างคนในหมู่บ้านมาจำนวนหนึ่งแล้วคำนวณรายได้เฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้นี้จะเป็นค่าสถิติ

ข้อมูล (data) หมายถึง ข้อเท็จจริง (facts) ที่เกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อเท็จจริงที่เป็นตัวเลข เช่น จำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อ HIV ในหมู่บ้าน ราคาของพืชผักและผลไม้ต่างๆ ในหมู่บ้าน เป็นต้น หรืออาจเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่ใช่ตัวเลข เช่น การศึกษา หรือ อาชีพของคนในหมู่บ้าน เป็นต้น

สารสนเทศหรือข่าวสาร (Information) หมายถึง ผลลัพธ์จากการนำเอาข้อมูลที่สังเกต และบันทึกไว้มาทำการจัดการข้อมูล ประมวลผล เชื่อมโยงความสัมพันธ์ และแปลความหมาย แล้วเลือกนำเสนอขึ้นเป็นสารสนเทศหรือข้อความรู้เพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับ ตัดสินใจปฏิบัติการต่างๆ[สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2555]

2.1.2 ขอบข่ายของสถิติ

1 .ในกรณีที่สถิติ หมายถึง ข้อมูลสถิติ

ข้อมูลสถิติได้ครอบคลุมไปในแทบทุกแขนงของวิชาการในกิจกรรมต่างๆ ของการดำรงชีวิตประจำวัน การวางแผน การบริหารงาน การติดตามผล เป็นต้น

ในวงการสถิติของรัฐบาล ไม่ว่าข้อมูลสถิตินั้นๆ จะอยู่ในลักษณะของผลพลอยได้จากการบริหารงาน หรือจัดทำขึ้นมาเพื่อการสถิติโดยตรง สามารถจำแนกข้อมูลสถิติ ดังกล่าวออกเป็น 23 สาขาด้วยกัน คือ [สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2555]

- สถิติประชากรและเคหะ
- สถิติแรงงาน
- สถิติการศึกษา การฝึกอบรม ศาสนาและวัฒนธรรม รวมถึงสถิติสื่อสารมวลชน
- สถิติด้านสุขภาพ
- สถิติสวัสดิการสังคม
- สถิติเกี่ยวกับหญิงและชาย
- สถิติรายได้และรายจ่ายของครัวเรือน
- สถิติด้านสังคม ประชากรศาสตร์ และสถิติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- สถิติบัญชีประชาชาติ
- สถิติการเกษตร การป่าไม้และการประมง
- สถิติอุตสาหกรรมและเหมืองแร่
- สถิติพลังงาน
- สถิติการค้าส่ง ค้าปลีกและการค้าระหว่างประเทศ
- สถิติการขนส่ง
- สถิติการคมนาคม
- สถิติการท่องเที่ยว
- สถิติการเงิน การธนาคาร การประกันภัย และดุลการชำระเงิน
- สถิติการคลัง
- สถิติราคา
- สถิติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิทธิบัตร
- สถิติด้านเศรษฐกิจอื่น ๆ
- สถิติด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- สถิติอุตุนิยมวิทยา

2.ในกรณีที่สถิติ หมายถึง สถิติศาสตร์ (Statistics)

วิชาสถิติมีขอบข่ายกว้างขวาง และเกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่นๆ หลายแขนง เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ตรรกวิทยา เศรษฐศาสตร์ การบริหาร เป็นต้น จึงมีผู้ให้คำจำกัดความของวิชาการสถิติขึ้นใหม่ว่า "วิชาสถิติเป็นวิทยาศาสตร์ของการตัดสินใจในท่ามกลางความไม่แน่นอน " ในการศึกษาวิชาสถิติ มักแบ่งสาขาและเนื้อหาออกเป็น 2 แขนงใหญ่ ๆ คือ

1) วิธีการทางสถิติ (Statistical Methods) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

• สถิติพรรณนา (Descriptive Statistic) เป็นวิธีการทางสถิติเกี่ยวกับระเบียบวิธีที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระเบียบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่าย และการสรุปผลข้อมูล

• สถิติอนุมาน (Inferential Statistic) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมาแล้วอนุมานหรือสรุปผลไปสู่ประชากร ด้วยวิธีการทางสถิติ เช่น การประมาณค่า (Estimation) การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) เป็นต้น

2) ทฤษฎีสถิติ (Statistical Theory) เป็นการศึกษาหลักวิชา และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้ในการพัฒนาและสนับสนุนความถูกต้องสมบูรณ์ของระเบียบวิธีสถิติ [สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2555]

2.1.3 ประเภทของข้อมูลสถิติแบ่งได้ 2 ลักษณะดังนี้

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative data) หมายถึงข้อมูลที่แสดงถึงสถานภาพ คุณลักษณะ หรือคุณสมบัติ เช่น เพศ เชื้อชาติ สถานภาพสมรส ศาสนา กลุ่มเลือด เป็นต้น

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative data) หมายถึงข้อมูลที่อยู่ในรูปตัวเลข (numerical data) ที่แสดงถึงปริมาณ อาจเป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่อง (discrete) คือค่าที่เป็นจำนวนเต็มหรือจำนวนนับ เช่น จำนวน รถยนต์ในกรุงเทพมหานคร จำนวนบุตรในครอบครัว เป็นต้น หรือเป็นค่าที่ต่อเนื่อง (continuous) คือค่าที่มีจุดทศนิยมได้ เช่น ความสูง น้ำหนัก อายุ อัตราเงินเฟ้อ สถิติน้ำฝนในปีต่างๆ เป็นต้น [สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2555]

2.1.4 แหล่งที่มาของข้อมูล (Source of Data)

ข้อมูลสถิติอาจจำแนกตามแหล่งที่มาได้ 2 ทาง คือ

• ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้หรือหน่วยงานที่ใช้เป็นผู้ทำการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลอาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ การทดลอง หรือการ

สังเกตการณ์ ข้อมูลปฐมภูมิเป็นข้อมูลที่มีรายละเอียดตรงตามที่ผู้ใช้ต้องการ แต่มักจะเสียเวลาในการจัดหาและมีค่าใช้จ่ายสูง

• ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่ได้เก็บรวบรวมเอง แต่มีผู้อื่นหรือ หน่วยงานอื่นๆ ทำการเก็บรวบรวมไว้แล้ว เช่น จากรายงาน ที่พิมพ์แล้ว หรือยังไม่ได้พิมพ์ ของ หน่วยงานของรัฐบาล สมาคม บริษัท สำนักงานวิจัย นักวิจัย วารสาร หนังสือพิมพ์ เป็นต้น การนำเอาข้อมูลเหล่านี้มาใช้เป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย แต่ในบางครั้งข้อมูลอาจจะไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ หรือมีรายละเอียดไม่เพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ นอกจากนี้ในบางครั้ง ข้อมูลนั้นอาจมีความผิดพลาดและผู้ใช้มักจะไม่ทราบข้อผิดพลาดดังกล่าว ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการสรุปผล ดังนั้น ผู้ที่จะนำข้อมูลทุติยภูมิมาใช้ควรระมัดระวังและตรวจสอบคุณภาพข้อมูลก่อนที่ จะนำไปวิเคราะห์ [สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2555]

2.1.5 คุณสมบัติของข้อมูลที่ดี

ข้อมูลที่ดีจะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญๆ ดังนี้คือ

1. ความถูกต้องแม่นยำ (accuracy) ข้อมูลที่ดีควรจะมีความถูกต้องแม่นยำสูง หรือถ้ามีความคลาดเคลื่อน (errors) ปนอยู่บ้าง ก็ควรที่จะสามารถควบคุมขนาดของความคลาดเคลื่อนที่ปนมาให้มีความคลาดเคลื่อน น้อยที่สุด

2. ความทันเวลา (timeliness) เป็นข้อมูลที่ทันสมัย (up to date) และทันต่อความต้องการของ ผู้ใช้ ถ้าผลิตข้อมูลออกมาช้า ก็ไม่มีคุณค่าถึงแม้จะเป็นข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำก็ตาม

3. ความสมบูรณ์ครบถ้วน (completeness) ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาต้องเป็นข้อมูลที่ให้ข้อเท็จจริง (facts) หรือข่าวสาร (information) ที่ครบถ้วนทุกด้านทุกประการ มิใช่ขาดส่วนหนึ่งส่วนใดไปทำให้นำไปใช้การไม่ได้

4. ความกระทัดรัด (conciseness) ข้อมูลที่ได้รับส่วนใหญ่จะกระจัดกระจาย ควรจัดข้อมูลให้อยู่ใน รูปแบบที่กระทัดรัดไม่เยิ่นเย้อ สะดวกต่อการใช้และค้นหา ผู้ใช้มีความเข้าใจได้ทันที

5. ความตรงกับความต้องการของผู้ใช้ (relevance) ข้อมูลที่จัดทำขึ้นมาควรเป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ ข้อมูลต้องการใช้ และจำเป็นต้องรู้ / ทราบ หรือเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำแผนกำหนดนโยบายหรือตัดสินปัญหาในเรื่องนั้นๆ ไม่ใช่เป็นข้อมูลที่จัดทำขึ้นมาอย่างมากมาย แต่ไม่มีใครต้องการใช้หรือไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล

6. ความต่อเนื่อง (continuity) การเก็บรวบรวมข้อมูล ควรอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องในลักษณะของอนุกรมเวลา (time-series) เพื่อจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการวิเคราะห์วิจัยหรือหาแนวโน้มในอนาคต [สำนักงานสถิติแห่งชาติ ,2555]

2.1.6 การตรวจสอบคุณภาพข้อมูล

ข้อมูล สถิติควรจะมีความสมบูรณ์ครบถ้วน (Completeness) และความถูกต้อง (accuracy) มากพอสมควร เพื่อผู้ใช้ข้อมูลจะได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์วิจัยให้ได้ผลใกล้เคียงความ จริงมากที่สุด การที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ถูกต้องก็คือ ต้องขจัดความคลาดเคลื่อน ให้เหลือน้อยที่สุด

วิธีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล คือ

• ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล เป็นการตรวจสอบรายการต่างๆ ว่า ได้มีการบันทึกครบถ้วนทุกรายการที่กำหนดหรือไม่

• ตรวจสอบความถูกต้องและความแนบนัยของข้อมูล เป็นการตรวจสอบข้อมูลว่ามีการบันทึกมาถูกต้องแนบนัยหรือไม่ ดังนี้

• การตรวจสอบความแนบนัยภายใน (Internal consistency) คือ การตรวจว่าข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน มีความสอดคล้องกันหรือไม่

• การตรวจสอบความแนบนัยภายนอก (External consistency) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยอาศัยความรู้ความชำนาญหรือสถานการณ์ภายนอกมาช่วยในการพิจารณา

การตรวจสอบข้อมูลสถิติควรจัดทำในขั้นตอนของการดำเนินงานทางสถิติ ดังนี้

1. ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติ เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญมาก เนื่องจาก ข้อมูลสถิติจะมีคุณภาพดีหรือไม่และมีความ เชื่อถือได้มากน้อยเพียงไร ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนั้นการตรวจสอบ ข้อมูลในขั้นนี้จะต้องตรวจสอบอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด สำหรับนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป โดยต้องทำการตรวจสอบ

- ความครบถ้วนของข้อมูล เป็นการตรวจสอบรายการต่างๆ ในแบบข้อถามว่าได้มีการบันทึกครบถ้วนทุกรายการที่กำหนดหรือไม่ ในการบันทึกหรือกรอกแบบข้อถามนั้น ถ้ามีรายการหรือข้อถามใดที่คำตอบว่างไว้เฉยๆ ก็จะถือได้ว่า แบบข้อถามนั้นขาดความครบถ้วนของ

ข้อมูลไป นอกจากอาจมีบางรายการที่ไม่ต้องทำการบันทึกข้อมูลเพราะเงื่อนไขบางประการ [สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2555]

2.1.7 การคำนวณค่าสถิติ

ค่าสถิติที่นิยมใช้สำหรับสรุปผลข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูลได้แก่

1. ยอดรวม (Total) คือ การนำข้อมูลสถิติมารวมกันเป็นผลรวมทั้งหมด เช่น จำนวนประชากรทั้งหมด ในภาคเหนือ จำนวนคนว่างงานทั้งประเทศ เป็นต้น

2. ค่าเฉลี่ย (Average, Mean) หมายถึง ค่าเฉลี่ยซึ่งเกิดจากข้อมูลของผลรวมทั้งหมดหารด้วยจำนวนรายการของข้อมูล

3. สัดส่วน (Proportion) คือ ความสัมพันธ์ของจำนวนย่อยกับจำนวนรวมทั้งหมด กล่าวคือ ให้ถือจำนวนรวมทั้งหมดเป็น 1 ส่วน

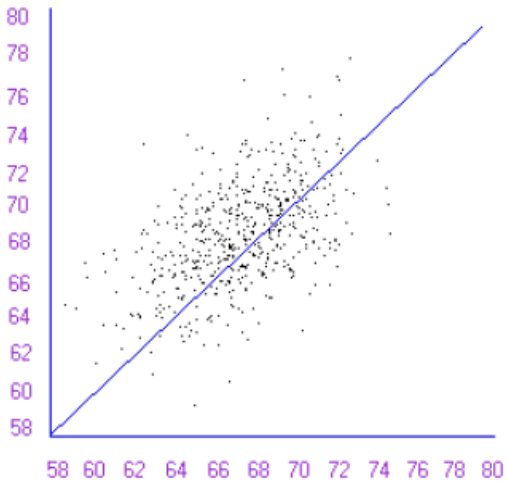
4. อัตราร้อยละหรือเปอร์เซนต์ (Percentage or Percent) คือ สัดส่วน เมื่อเทียบต่อ 100 การคำนวณก็ทำได้ง่าย โดยเอา 100 ไปคูณสัดส่วนที่ต้องการหาผลลัพธ์ก็จะออกมาเป็นร้อยละ หรือเปอร์เซนต์

5. อัตราส่วน (Ratio) คือ ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีต่อกันระหว่างตัวแปรสองตัวแปร เป็น การเปรียบเทียบตัวเลขจำนวนหนึ่งหรือหลายจำนวนกับตัวเลขอีกจำนวนหนึ่ง ตัวเลขที่เราใช้เปรียบเทียบ ด้วยนั้นเราเรียกว่า “ ฐาน ” เราสามารถคำนวณหาอัตราส่วนได้โดยใช้ตัวเลขจำนวนที่เราต้องการจะเปรียบเทียบ ตั้งหารด้วยตัวฐาน [สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2555]

2.1.8 สหสัมพันธ์และการถดถอย [ศรุติพงศ์,2552]

วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเริ่มต้นขึ้นโดย Sir Francis Galton นักพันธุศาสตร์ชาวอังกฤษ ซึ่งมีชีวิตในช่วงปี ค.ศ.1822-1911 เป็นที่ทราบกันดีว่าบุตรมีส่วนละม้ายคล้ายคลึงกับบิดามารดา Galton จึงต้องการทราบว่าความคล้ายคลึงนี้มีมากเพียงใด บุตรจะมีลักษณะแตกต่างไปจากบิดามารดาได้เพียงใด นักสถิติในประเทศอังกฤษต่างสนใจในคาถามนี้ และได้รวบรวมข้อมูลจานวนมากเพื่อศึกษาหาคาตอบของคำถามนี้

Karl Pearson เป็นผู้หนึ่งที่ศึกษาเรื่องความคล้ายคลึงกันของสมาชิกในครอบครัว ในปี ค.ศ. 1903 เขาวัดความสูงของบิดาจานวน 1,078 คน และความสูงของบุตรชายคนหนึ่งที่เติบโตเต็มที่ของบุคคลเหล่านี้ นาความสูงของบิดาและบุตรจานวน 1,078 คู่นี้ มาสร้างแผนภาพการกระจายดังภาพที่ 1 โดยกาหนดแกนนอนหรือแกน x แทนความสูงของบิดา แกนตั้งหรือแกน y แทนความสูงของบุตรชาย และแต่ละจุดแทนคู่บิดาและบุตรชายหนึ่งคู่แสดงดังรูปที่ 2-1



ที่มา: ศรุติพงศ์,2552

รูปที่ 2-1 แผนภาพกระจายของความสูงของบิดาและบุตรชาย 1,078 คู่

จากรูปที่แสดงให้เห็นความเกี่ยวข้องกันระหว่างสองตัวแปรคือความสูงของบิดาและความสูงของบุตรชาย โดยจะเห็นกลุ่มของจุดที่เอียงสูงขึ้นทางด้านขวามือ กล่าวคือ ค่า y ของจุดส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นตามค่า x ที่เพิ่มขึ้น หมายความว่า บิดาที่สูงมักจะมีบุตรชายที่สูงด้วย นักสถิติกล่าวถึงลักษณะเช่นนี้ว่า ความสูงของบิดาและบุตรชายมีสหสัมพันธ์กันในทางบวก

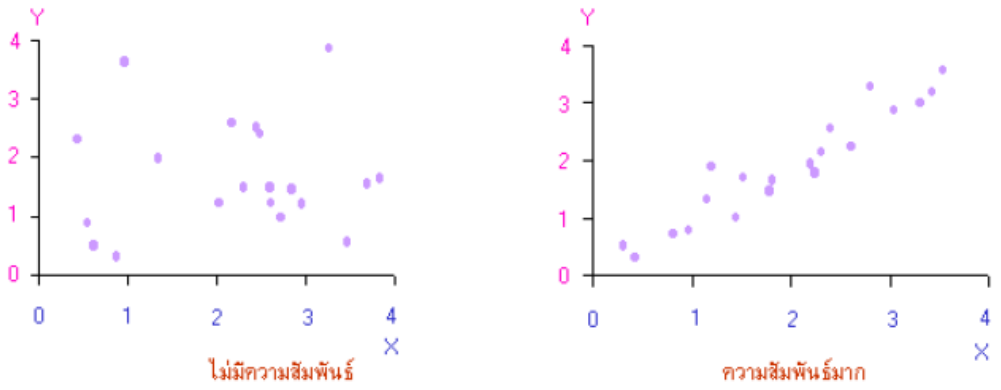
คำว่า สหสัมพันธ์ (correlation) แยกเป็นคา 2 คำ คือ สห ซึ่งหมายถึง ร่วมกันหรือด้วยกัน และความสัมพันธ์ หมายถึง ความเกี่ยวข้องกัน เมื่อเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ที่โดยปกติมักเกิดขึ้นพร้อมกัน จะบอกว่าสองเหตุการณ์นั้นมีสหสัมพันธ์กัน เช่น คนผมสีดำและตาสีน้ำตาล คนผมสีทองและตาสีฟ้า นอกจากนี้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในเหตุการณ์หนึ่ง ก็มักเกิดการเปลี่ยนแปลงในอีกเหตุการณ์หนึ่งควบคู่กัน เช่น เมื่อเด็กสูงขึ้น เขาน่าจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

สหสัมพันธ์มี 2 แบบ คือ สหสัมพันธ์ทางบวกและสหสัมพันธ์ทางลบ สหสัมพันธ์ทางบวก หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น อีกตัวแปรมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ส่วนสหสัมพันธ์ทางลบ หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น อีกตัวแปรจะมีค่าลดลง เมื่อทราบจากแผนภาพการกระจายว่าตัวแปรมีสหสัมพันธ์กัน สิ่งที่ควรทราบเพิ่มเติมคือ ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์นั้นมีมากหรือน้อยเพียงใด ในเรื่องนี้แผนภาพการกระจายจะสามารถบอกได้ในระดับหนึ่ง เมื่อกล่าวถึงบิดาที่สูง 72 นิ้ว อาจคาดได้ว่าบุตรชายจะสูง 72 นิ้วด้วย ในทำนองเดียวกัน ถ้าบิดาสูง 68 นิ้ว คาดว่าบุตรชายควรสูง 68 นิ้ว หรือถ้าบิดาสูง 70 นิ้ว บุตรชายก็น่าจะสูง 70 นิ้ว นั่นคือ หากนำความสูง

ของบิดาและบุตรชายคู่ต่าง ๆ เหล่านี้มาลงจุดในแผนภาพ จุดจะตกบนเส้นตรงที่ทามุม 450 กับแกนนอน เส้นตรงนี้เป็นเส้นที่แสดงว่าความสูงของบุตรชายเท่ากับความสูงของบิดา โดยมีสมการเป็น y = x ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2-1 ฉะนั้นถ้าคิดว่าความสูงของบุตรชายควรใกล้เคียงกับความสูงของบิดา หมายความว่า จุดต่าง ๆ บนแผนภาพการกระจายควรตกใกล้กับเส้นตรงเส้นนี้ ซึ่งจากรูปที่ 2- 1 จะเห็นครอบครัวส่วนใหญ่มีจุดตกกระจายรอบ ๆ เส้น บ้างก็ห่างจากเส้นตรงมาก บ้างก็อยู่ใกล้เคียง แสดงว่าความสูงของบุตรชายต่างจากความสูงของบิดาไม่มากก็น้อย

การกระจายของจุดในแผนภาพการกระจายแสดงถึงความมากหรือน้อยของความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของบิดาและบุตรชาย การทราบความสูงของบิดาช่วยให้คาดเดาความสูงของบุตรชายได้ เพราะความสูงของบิดาและบุตรชายมีความสัมพันธ์กัน แต่การคาดคะเนก็ไม่ถูกต้องแน่นอน ยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ เพราะบุตรชายที่มีบิดาสูงเท่ากันหลายคนก็มีความสูงแตกต่างกัน ลองพิจารณาบิดาที่สูงประมาณ 72 นิ้ว ในรูปที่ 2-1 จุดต่าง ๆ ที่มีค่า x ใกล้ ๆ 72 นิ้ว ล้วนเป็นจุดจากคู่บิดาและบุตรชายที่มีบิดาสูง 72 นิ้ว จะเห็นว่าความสูงของบุตรชายเหล่านี้ (ค่า y) มีการกระจายหรือความผันแปรอยู่มากนั่นคือการทำนายความสูงของบุตรชายมีความคลาดเคลื่อนได้พอสมควร ถึงแม้ว่าจะทราบความสูงของบิดาของเขา อันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจะสามารถสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปร x และ y ออกมาเป็นตัวเลขให้เห็นว่ามีระดับมากหรือน้อยได้อย่างไร

ค่าเฉลี่ยของ x และ y รวมทั้งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ x และ y ไม่อาจอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ได้ ค่าเฉลี่ยของ x และ y จะแสดงให้ทราบว่าจุดศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูลอยู่ที่ใด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ x และ y จะอธิบายเรื่องการกระจายของจุดบนแต่ละแกน จากด้านหนึ่งของกลุ่มไปยังอีกด้านหนึ่ง พิจารณาแผนภาพการกระจายของข้อมูล 2 ชุดในรูปที่ 2-2 เห็นได้ว่าทั้งสองชุดต่างมีจุดศูนย์กลางและการกระจายด้านแกนนอนและแกนตั้งเหมือนกัน แต่ในชุดแรก จุดกระจัดกระจายไม่เกาะกลุ่มกัน ส่วนในชุดที่สองจุดเกาะกลุ่มแนบแน่นเป็นแนวเส้นตรงมาก หรือสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงสูงมาก นั่นคือ ระดับความสัมพันธ์ในแผนภาพทั้งสองนี้ต่างกัน การจะวัดระดับความสัมพันธ์ จึงต้องใช้ค่าทางสถิติอีกค่าหนึ่งที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)



ที่มา: ศรุติพงศ์,2552

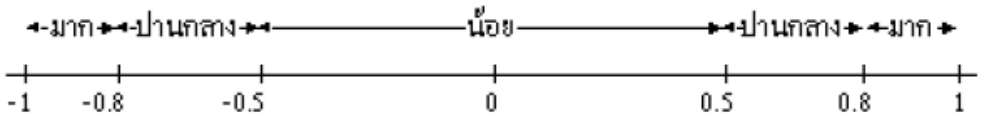
รูปที่ 2-2 การกระจายของข้อมูล 2 ชุดที่มีค่ากลางและการกระจายเหมือนกันแต่ระดับความสัมพันธ์ต่างกัน

คุณสมบัติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ไม่ขึ้นอยู่กับหน่วยของการวัดของตัวแปรใดๆ(ไม่มีหน่วยการวัด) ดังนั้นค่านี้จึงแสดงให้เห็นระดับความเข้มแข็ง (Strength) หรือระดับความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างตัวแปร

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y เมื่อ X (ตัวแปรอิสระ) และ Y (ตัวแปรตาม) จะเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์แบบนี้เท่านั้นจะไม่เปลี่ยนเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ใหม่เมื่อเปลี่ยน X เป็นตัวแปรตาม และ Y เป็นตัวแปรอิสระ

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจะมีค่าตั้งแต่ 0 – ± 1 แสดงดังรูปที่ 2-3 (เครื่องหมาย + หรือ - ใช้เป็นเครื่องหมายแสดงทิศทางเท่านั้น) และมีการแสดงระดับความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (อ้างจาก Jay Devore and Roxy Peck, Statistics : The Expolration and Analysis of Data. Pacific Grove, CA: Duxbury, 2001,p.141)



รูปที่ 2-3 ย่านของค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

$0 \leq r \leq 0.5$ ความสัมพันธ์ระดับน้อยมากถึงน้อย

$0 \leq r \leq 0.8$ ความสัมพันธ์ระดับปานกลาง

$0 \leq r \leq 1.0$ ความสัมพันธ์ระดับสูงถึงสูงมาก

$r = +1$ หมายถึงความสัมพันธ์ทางบวกอย่างสมบูรณ์ (Perfect Positive Correlation)

$r = 0$ หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ (No Relation)

$r = -1$ หมายถึง ความสัมพันธ์ทางลบอย่างสมบูรณ์ (Perfect Negative Correlation)

การคำนวณค่าสหสัมพันธ์อย่างง่าย

คำสั่ง correlate ใช้ในการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว จากสูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ 2-1

$$r = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} \quad \text{----------[2-1]}$$

เมื่อ r เป็นค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum x$ เป็นผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรที่ 1 (X)

$\sum y$ เป็นผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรที่ 2 (Y)

$\sum xy$ เป็นผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรที่ 1 และ 2

$\sum x^2$ เป็นผลรวมของกำลังสองของข้อมูลวัดได้จากตัวแปรที่ 1

$\sum y^2$ เป็นผลรวมของกำลังสองของข้อมูลวัดได้จากตัวแปรที่ 2

N เป็นขนาดของกลุ่มข้อมูล

ในการทดสอบนัยสาคัญของสหสัมพันธ์ใช้เมื่อต้องการอ้างอิงผลการคำนวณที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างไปยังประชากรเขียนเป็นสมมุติฐานได้ว่า

$H_0 : \rho = 0$ (X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

$H_1 : \rho \neq 0$ (X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

สามารถทดสอบสมมติฐานได้ด้วย t-test มีสมการคำนวณดังสมการที่ 2-2

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}; \quad df = N - 2 \qquad \text{----------[2-2]}$$

2.1.9 การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Sample Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติซึ่งใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variable) แต่ในบางตำราหรือนักสถิติบางท่านอาจจะเรียกตัวแปรเหล่านี้แตกต่างกันออกไปแต่ก็ยังคงความหมายเดียวกัน เช่น เรียกตัวแปรอิสระว่าตัวแปรทำนาย (predictor) และเรียกตัวแปรตามว่า ตัวถูกทำนาย

1. ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเส้นตรง

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ คือ

1.1 ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ควรเป็นตัวแปรเชิงปริมาณหรืออันตรภาคขึ้นไป

1.2 ค่าของตัวแปรต้องมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

1.3 ความแปรปรวนของตัวแปรตามต้องคงที่สาหรับทุกตัวแปรอิสระ

2. สมการถดถอย (Regression Equation)

เป็นสมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ หรืออิทธิพลของแปรอิสระ (X) ที่มีต่อตัวแปรตาม (Y) ใช้สำหรับการประมาณค่าหรือทำนายตัวแปรตามเมื่อทราบค่าของตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปร Y มีความสัมพันธ์กับตัวแปร X แสดงว่าตัวแปร Y จะแปรผันตาม X ซึ่งเขียนเป็นสมการทั่วไปได้ดังสมการที่ 2-3

$$Y=a+bX \qquad \text{----------[2-3]}$$

เมื่อ a คือ ค่าคงที่ ซึ่งเป็นจุดตัด (Intercept) ของเส้นการถดถอย

b คือ ความลาดชัน (slope) ของเส้นการถดถอยหรือสัมประสิทธิ์การถดถอย (Coefficient of Regression)

3. การหาจุดตัด (a) และความชัน (b)

ค่าของ a และ b หาได้โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least squares method) ซึ่งจะได้ค่า a ที่เหมาะสมกับเส้นการถดถอยที่สุด เนื่องจากความผิดพลาดจึงมีค่าน้อยที่สุดด้วย

3.1 ค่า b หาจากสูตรสมการที่ 2-4

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \qquad \text{----------[2-4]}$$

เมื่อ n คือ จานวนสมาชิกในกลุ่ม

X คือ ค่าของตัวแปรอิสระ

Y คือ ค่าของตัวแปรตาม

ค่า a หาจากสูตรสมการที่ 2-5

$a = \overline{Y} - b\overline{X}$ ----------[2-5]

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

$\overline{Y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม

4. การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย (b)

งานวิจัยที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างหลังจากที่คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแล้งต้องมีการทดสอบความมีนัยสาคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยเพื่ออ้างอิงกลับไปหากลุ่มประชากรว่าตัวแปรอิสระนั้นสามารถใช้พยากรณ์ค่าตัวแปรตามได้ (บุญเรียง ขจรศิลป์ : 122)

การทดสอบด้วย t-test จะใช้สูตรสมการที่ 2-6

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \qquad \text{----------[2-6]}$$

เมื่อ r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

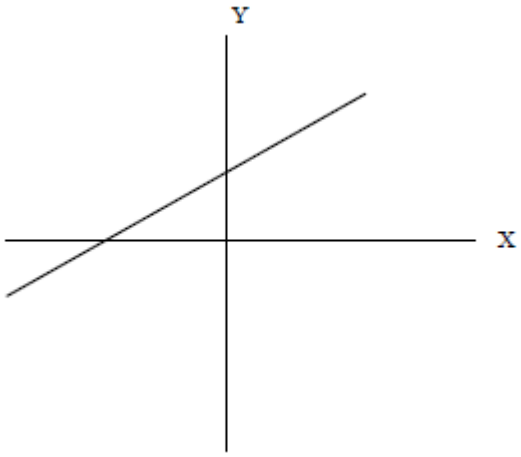
n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

df = n-2

5. การแปรความหมายของ a และ b

ค่า a เป็นค่าคงที่ของเส้นการถดถอย สามารถให้ได้ทั้งค่าบวก (+) และค่าลบ (-) และเป็นศูนย์ (0) ดังนี้

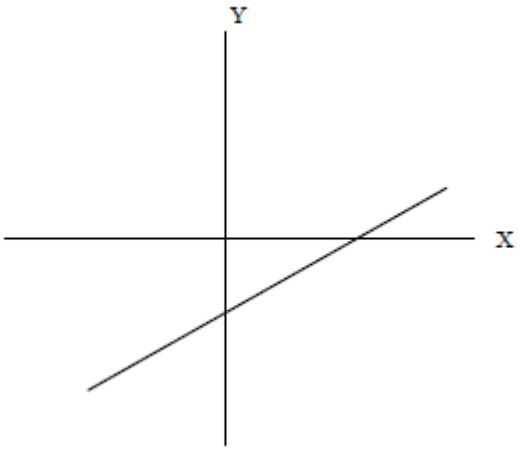
- ถ้าค่า a เป็นบวก เส้นการถดถอยจะตัดแกน Y เหนือจุดเริ่มต้น แสดงว่า ถ้า x=0 ค่า Y จะต้องเป็นบวก ดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 ถ้าค่า a เป็นบวก

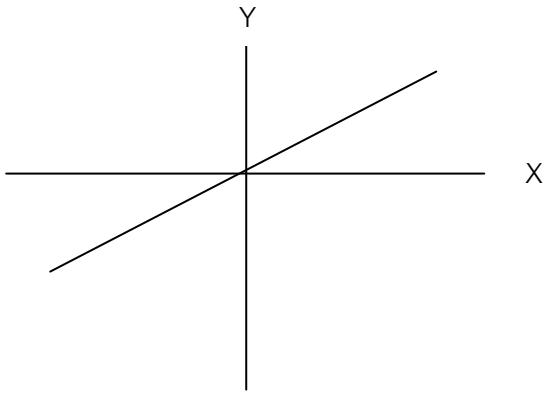
- ถ้าค่า a เป็นลบ เส้นการถดถอยจะตัดแกน Y ใต้จุดเริ่มต้น แสดงว่า ถ้า x=0 ค่า Y

จะต้องเป็นลบ ดังรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 ถ้าค่า a เป็นลบ

- ถ้าค่า a เป็น 0 เส้นการถดถอยจะผ่านจุดเริ่มต้นพอดี แสดงว่า ถ้า x=0 ค่า Yจะต้องเป็น 0 ดังรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 ถ้าค่า a เป็นศูนย์

6. การทดสอบความเหมาะสมของสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เป็นการทดสอบค่าสมาการ Y=a+bX แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y จริงหรือไม่ โดยการทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : \beta_1 = 0$ หรือ H_0 : (Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ X ในรูปเชิงเส้น)

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ หรือ H_1 : (Y มีความสัมพันธ์กับ X ในรูปเชิงเส้น)

สถิติที่ใช้สาหรับการทดสอบ คือ

1. F-test จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)
2. $$\text{t-test} : t = \frac{b_1}{S_{b1}}$$

ผู้วิเคราะห์สามารถเลือกใช้สถิติตัวใดตัวหนึ่ง ผลการทดสอบจะเหมือนกัน

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination : R Square)

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ หมายถึงสัดส่วนที่ตัวแปร X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Y ได้ ดังนั้น r^2 มีค่ามากแสดงว่า Y และ X มีความสัมพันธ์กันมาก หรือ X อธิบายการเปลี่ยวแปลงของ Y ได้มากโดยที่

R^2 = R Square = r^2 = $\frac{\text{ความแปรปรวนของ Y ทั้งหมด}}{\text{ความแปรปรวนของ Y ที่เกิดจาก X}}$

ดังนั้น $0 \leq r^2 \leq 1$

คุณสมบัติของ r^2

1. r^2 จะไม่มีหน่วย

2. ถ้า r^2 เข้าใกล้ 1 แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ที่ X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y มีค่ามาก หรือ X และ Y มีความสัมพันธ์กันมาก แต่ถ้า r^2 มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าเปอร์เซ็นต์ที่ X สามารถอธิบาย Y มีค่าน้อย

2.1.10 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression Analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) หรือตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable) จำนวน 1 ตัว กับตัวแปรอิสระ (X) หรือตัวแปรพยากรณ์ หรือตัวแปรทำนาย (Predictor Variable) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรมาใช้ในการทำนาย โดยเมื่อทราบค่าตัวแปรหนึ่งก็สามารถทานายอีกตัวแปรหนึ่งได้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปของสมการทำนาย สิ่งสำคัญที่ต้องการหาในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คำนวณด้วยสมการที่ 2-7 ของเพียร์สัน (rxy) (สมบัติ ทายเรือคา. 2551: 145)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[\, n\sum X^2 - (\sum X)^2 \,]\,[\, n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 \,]}} \qquad \text{----------[2-7]}$$

2. ค่า b หาจากสมการ 2-8 (บุญชม ศรีสะอาด. 2547: 153)

$$b_j = \beta_j \frac{S_Y}{S_j} \qquad \text{----------[2-8]}$$

เมื่อ

b_j แทน ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์(ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j ที่ต้องการหาค่าน้ำหนักคะแนน

β_j แทน ค่าน้ำหนักเบต้า ของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j

SY แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตาม)

S_j แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ j

3. ค่า β หาจากสมการ 2-9 (สมบัติ ทายเรือคา. 2545: 42)

$$\beta_j = b_j \frac{S_j}{S_y} \quad \text{----------[2-9]}$$

4. สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) แทนด้วย R คำนวณหาค่า R โดยใช้สมการที่ 2-10 (สมบัติ ท้ายเรือคา. 2546: 41)

$$R = \sqrt{\beta_1 r_{1y} + \beta_2 r_{2y} + \ldots + \beta_p r_{py}} \quad \text{----------[2-10]}$$

5. การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย) ทดสอบโดยใช้สถิติ F จากสมการที่ 2-11 (บุญชม ศรีสะอาด. 2547: 163)

$$F = \frac{R^2/k}{\left(1-R^2\right)/(N-k-1)} \quad \text{----------[2-11]}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F

เพื่อทราบความมีนัยสาคัญของ R

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

N แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

k แทน จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

6. การทดสอบนัยสาคัญของตัวแปรที่เพิ่มเข้ามาในสมการการถดถอย มีสมการทดสอบนัยสำคัญดังสมการที่ 2-12 (บุญชม ศรีสะอาด. 2547: 167-168)

$$F = \frac{\left(R^2_{Y.12...l} - R^2_{Y.12...k}\right)/(1-k)}{\left(1-R^2_{Y.12...l}\right)/(N-1-1)} \quad \text{----------[2-12]}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F

เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$R_{Y.12...k}$ แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสำหรับการถดถอย

ของ Y บนตัวแปร k ตัว

$R_{Y.12...l}$ แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสำหรับการถดถอย

ของ Y บนตัวแปร k ตัว

k แทน จำนวนของตัวพยากรณ์ที่มีจำนวนน้อยกว่า

l แทน จำนวนของตัวพยากรณ์ที่มีจำนวนมากกว่า

7. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard errors of estimate) เขียนแทนด้วยตัวย่อ SE_{est} สมการหา SE_{est} ดังสมการที่ 2-13 (บุญชม ศรีสะอาด. 2547: 169)

$$SE_{est} = \sqrt{\frac{SS_{res}}{N-k-1}} \quad \text{----------[2-13]}$$

เมื่อ SE_{est} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

SE_{res} แทน ผลรวมของกาลังสอง (Sum of Squares) ของส่วนที่เหลือ resSE

(ของ Residual) = $\sum_d 2$

8. การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (Standard errors of b coefficients) เขียนแทนด้วยตัวย่อ SE_{bj} สามารถคำนวณได้หลายวิธี สมการที่นิยมดังสมการที่ 2-14 (บุญชม ศรีสะอาด. 2547: 170)

$$SE_{bj} = \sqrt{\frac{SE^2_{est}}{SS_{xj}\left(1-R^2_j\right)}} \quad \text{----------[2-14]}$$

เมื่อ SE_{bj} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (ของ b)

SE^2_{est} แทน กาลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

SS_{xj} แทน ผลรวมกาลังสองของความเบี่ยงเบน (Sum of Squares)

ของตัวพยากรณ์ตัวที่ j

R^2_j แทน กำลังสองสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ตัวที่ j

9. การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อทดสอบว่าตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวส่งผลต่อการทำนายตัวเกณฑ์หรือไม่ ทดสอบโดยใช้สมการที่ 2-15 (บุญชม ศรีสะอาด. 2547: 171)

$$t_j = \frac{b_j}{SE_{bj}} \quad \text{----------[2-15]}$$

เมื่อ

t_j แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทดสอบนัยสาคัญทางสถิติ

b_j แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ที่ j ที่ต้องการทดสอบนัยสำคัญ

SE_{bj} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย

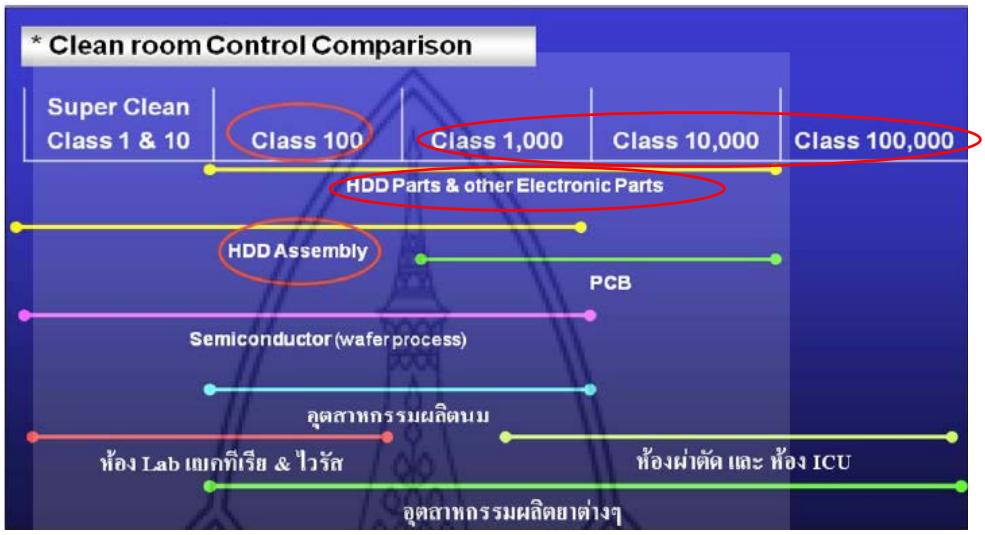
2.1.11 ความรู้เกี่ยวกับห้องสะอาด

ห้องสะอาด(Cleanrooms) หมายถึง ห้องหรือบริเวณปิดที่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในห้องซึ่งได้แก่ อนุภาคแขวนลอยในอากกาศ จุลินทรีย์ต่างๆ รูปแบบการไหลของอากาศ อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น การสั่นสะเทือน แสงสว่าง เป็นต้อน ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าห้องสะอาดก็คือห้องที่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้มีเงื่อนไขตามที่เราต้องการ สำหรับ ISO (International Organization for Standardization) Standard 14644-1 ได้ให้คำนิยามของห้องสะอาดไว้ว่า “ห้องซึ่งมีการควบคุมความเข้มข้นของอนุภาคแขวนลองในอากาศ และถูกสร้างขึ้นและใช้งานในลักษณะที่ทำให้มีการนำเข้ามา การทำให้เกิด และการเก็บกักอนุภาคทั้งหลายไว้ภายในห้องให้น้อยที่สุด และเป็นห้องซึ่งมีการควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นและความดันตามที่จำเป็น” [วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์,2552]

ห้องสะอาดมีการใช้เมื่อ 150 ปีมาแล้ว โดยการนามาใช้เพื่อป้องกันแบคทีเรีย ในโรงพยาบาล ซึ่งต้องการสภาพสิ่งแวดล้อมที่สะอาด จากนั้นในปี 1890 ก็ได้เพิ่มการใช้งานห้องสะอาดมากขึ้นตามความต้องการในอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้น [William Whyte,2010]

ห้องสะอาด คือ พื้นที่พิเศษที่มีการติดตั้งระบบกรองอากาศเป็นพิเศษ เพื่อควบคุมปริมาณอนุภาคฝุ่น, สิ่งปนเปื้อน และมีการควบคุมสภาพสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ, ความชื้น, ความกดอากาศ, ทิศทางการไหลของอากาศ, แสงสว่าง และ ค่าการควบคุมไฟฟ้าสถิต เป็นต้น [ทวี เวชพฤติ และกิตติพงษ์ เตมียะประดิษฐ์,2531] รวมทั้งต้องควบคุมกิจกรรม ต่างๆ ภายในห้องสะอาด ซึ่งเป็นปัจจัยที่สาคัญต่อการควบคุมคุณภาพของห้องสะอาดเป็นอย่างมาก

ห้องสะอาดมีความจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมที่ผลิตอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ไมโครเทคโนโลยี หรืออุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมด้านทคโนโลยีชีวภาพ ตลอดจน ถึงอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการออกแบบให้อุณหภูมิที่เหมาะสม ความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสม ความดัน แสงสว่าง ระดับเสียง ซึ่งต้องมีระบบกรองเป็น HEPA สามารถกรองฝุ่นได้ ในระดับ 0.3 ไมครอน หรือ ULPA กรองที่ดีกว่าในระดับ 0.12 ไมครอน และมีการแบ่งประเภทเป็น Conventional Clean Room, Horizontal Laminar Clean Room, Vertical Laminar Flow Clean Room และชนิดของ ห้องสะอาดแบ่งตามลักษณะการใช้งาน (แสดงดังรูปที่ 2-7) คือ Industrial Clean Room, Biological Clean Room และ Biohazard Clean Room และวิธีการควบคุมสิ่งปนเปื้อนเพื่อรักษามาตรฐาน เช่น ป้องกันอนุภาคหรือสิ่งสกปรกเข้ามาในห้อง, ป้องกันการก่อให้เกิดสิ่งสกปรกขึ้น, ป้องกันการสะสมของฝุ่นผงตามผนัง,การปล่อยทิ้งอนุภาคหรือสิ่งสกปรกออกไปภายนอกห้อง [ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ,2555]



แหล่งที่มารูปภาพ : ธีรศักดิ์ สงวนมานะศักดิ์,2554

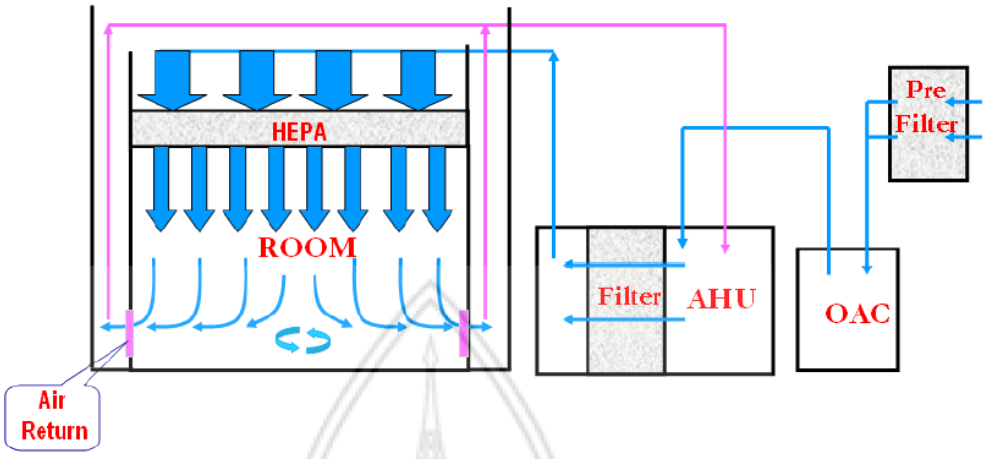
รูปที่ 2-7 การใช้ห้องสะอาดในแต่ละอุตสาหกรรม

ประเภทของห้องสะอาดตามการไหลของอากาศ ได้ 4 แบบ

1) ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศแนวตั้ง (Vertical Laminar Air Cleanroom unidirectional airflow) แสดงดังรูปที่ 2-8 จะแบ่งออกเป็น 2 แบบได้ดังนี้

ก) แบบไม่มีพื้นชั้นล่าง (Non-Raised Floor) เป็นการออกแบบให้ช่องอากาศไหลกลับอยู่ที่ผนังด้านล่างและอยู่สูงกว่าฝ้าเพดาน ประมาณ 12 ฟุต ซึ่งจะมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถออกแบบให้มีระดับความสะอาดตั้งแต่ คลาส 1,000 ถึงคลาส 100
- อัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศไหลหมุนเวียนของห้องจะอยู่ ระหว่าง 200 ถึง 600 ครั้งต่อชั่วโมง
- เพดานจะมีชุดพัดลมกรองฝุ่น (Fan Filter Unit : FFU) ครอบคลุม ระหว่าง 80 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ฝ้าเพดานทั้งหมด



อ

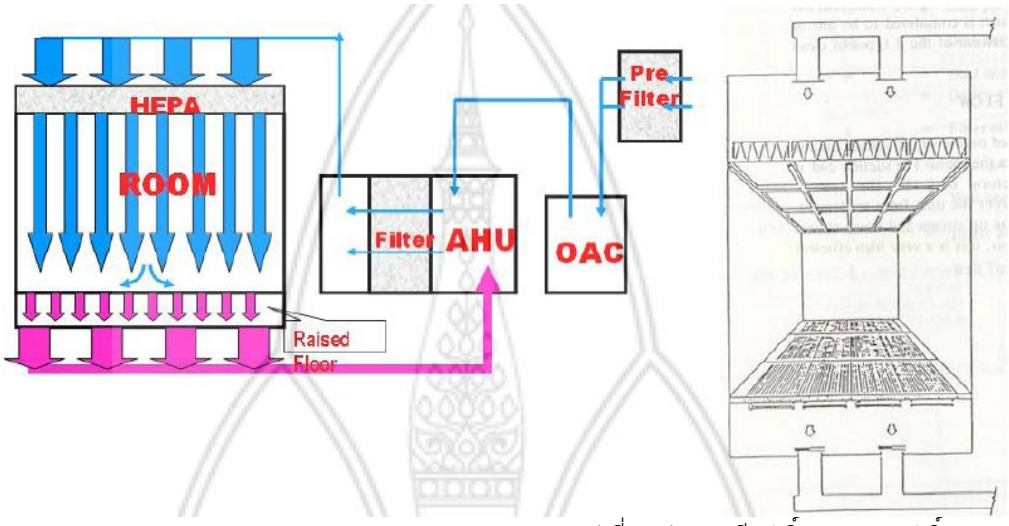
แหล่งที่มารูปภาพ : ธีรศักดิ์ สงวนมานะศักดิ์,2554

รูปที่ 2-8 ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศแนวตั้งแบบไม่มีพื้นชั้นล่าง

ข) แบบมีพื้นชั้นล่าง (Raised Floor)แสดงดังรูปที่ 2-9 เป็นการออกแบบให้ช่องอากาศไหลกลับอยู่ที่พื้นด้านล่าง ซึ่งสามารถเปลี่ยนได้หลายรูปแบบตามความต้องการ ซึ่งจะมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถออกแบบให้ใช้ได้ในระดับความสะอาด ตั้งแต่ คลาส 1,000 ถึง คลาส 1

- สามารถออกแบบให้มีพื้นที่สาหรับติดตั้งชุดพัดลมกรองฝุ่น (Fan Filter Unit : FFU) ได้ทั่วแผ่นฝ้าเพดานเต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ (HEPA/ULPA filter Area)
- สามารถออกแบบให้มีการปรับพื้นห้องได้ทั่วทั้งห้อง
- สามารถออกแบบให้ความเร็วของอากาศไหลได้ตั้งแต่ 0.3 เมตรต่อวินาที จนกระทั่งถึงความเร็ว 0.6 เมตรต่อวินาที
- สามารถออกแบบให้อัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศไหลหมุนเวียนของห้องในอัตราสูงสุดถึง 800 รอบต่อชั่วโมง
- สามารถควบคุมทิศทางการไหลของอากาศได้ง่าย
- ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศแนวดิ่งจะมีค่าใช้จ่ายสูงมาก



แหล่งที่มารูปภาพ : ธีรศักดิ์ สงวนมานะศักดิ์,2554

รูปที่ 2-9 ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศแนวตั้งแบบมีพื้นชั้นล่าง

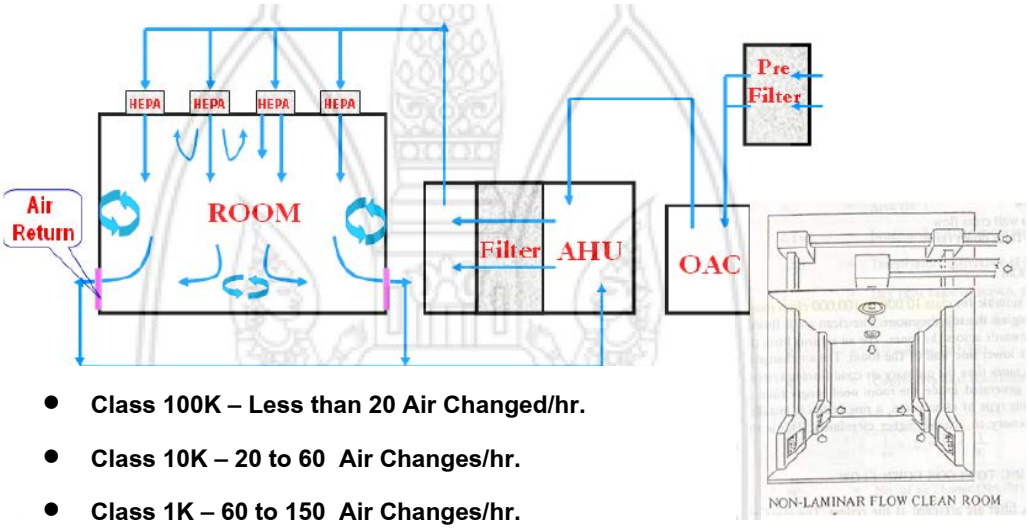
2) ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศแนวนอน (Horizontal Laminar Air Cleanroom) เป็นการออกแบบให้อากาศไหลข้ามผนังไปยังฝั่งตรงกันข้าม ซึ่งเป็นทางให้อากาศไหลกลับ และมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถออกแบบให้ห้องสะอาดได้ถึงระดับคลาส 10,000 (10K)
- ออกแบบให้ใช้ชุดพัดลมกรองฝุ่น (Fan Filter Unit : FFU) เต็มฝ้า 100 เปอร์เซ็นต์ (HEPA/ULPA filter Area)
- สามารถใช้พื้นทั่วไป ไม่จาเป็นต้องมีพื้นชั้นล่าง (Raised Floor)

- สามารถออกแบบความเร็วของอากาศ 0.6 เมตรต่อวินาที จนถึงความเร็ว 0.8 เมตรต่อวินาที
- อัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศไหลหมุนเวียนของห้องจะขึ้นอยู่กับความยาวของห้อง
- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศในห้องสะอาดเป็นไปด้วยความยาก
- เป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายสูง

3) ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศผสม (Mix Air Flow Cleanroom)แสดงดังรูปที่ 2-10 เป็นการออกแบบให้มีการไหลของอากาศจากบนลงล่างและให้อากาศไหลจากผนังไปในฝั่งตรงกันข้าม หรืออาจมีเพียงอากาศไหลจากข้างบนลงมา แต่ไม่ได้ติดตั้งชุดกรองไว้มากนัก ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถออกแบบให้มีความสะอาดในระดับ คลาส 100,000 (100K) ถึง คลาส 1,000 (1K)
- สามารถออกแบบความเร็วของอากาศ 0.4 เมตรต่อวินาที จนถึงความเร็ว 0.6 เมตรต่อวินาที
- สามารถออกแบบให้อัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศไหลหมุนเวียนของห้องสูงถึง 80 รอบต่อชั่วโมง ในการออกแบบไม่เกิน คลาส 10,000 แต่หากต้องการออกแบบให้ได้คลาส 1,000 ต้องออกแบบให้อัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศไหลหมุนเวียนของห้อง ตั้งแต่ 60 รอบต่อชั่วโมงจนสูงถึง 150 รอบต่อชั่วโมง
- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศในห้องสะอาดนี้เป็นไปด้วย ความยาก

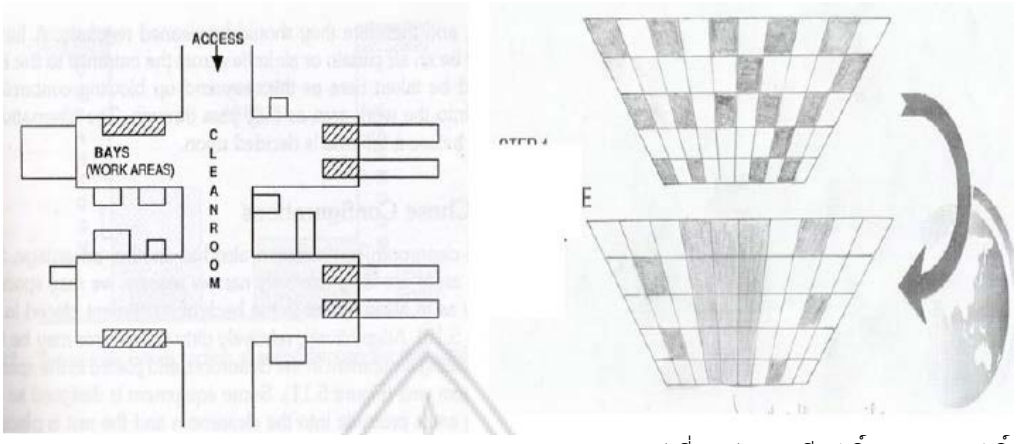


- **Class 100K – Less than 20 Air Changed/hr.**
- **Class 10K – 20 to 60 Air Changes/hr.**
- **Class 1K – 60 to 150 Air Changes/hr.**

แหล่งที่มารูปภาพ : ธีรศักดิ์ สงวนมานะศักดิ์,2554

รูปที่ 2-10 ห้องสะอาดแบบการไหลอากาศผสม

4) ห้องสะอาดแบบอุโมงค์ (Tunnel Cleanroom)แสดงดังรูปที่ 2-11 เป็นการออกแบบห้องสะอาดเฉพาะพื้นที่ ทาได้โดยการจัดเรียงชุดพัดลมกรองฝุ่น (Fan Filter Unit : FFU) โดยเลือกใช้กรองชนิด(HEPA/ULPA Filter) บนผนัง และจัดวางเครื่องมือไว้ใต้ชุดพัดลมกรองฝุ่น (Fan Filter Unit : FFU)ที่ติดตั้งไว้ จากนั้นทาการติดตั้งผนังควบคุมการไหลของอากาศ



แหล่งที่มารูปภาพ : ธีรศักดิ์ สงวนมานะศักดิ์,2554

รูปที่ 2-11 ห้องสะอาดแบบอุโมงค์

สภาวะต่างๆภายในห้องสะอาด[วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์,2552]

อุณหภูมิ การควบคุมอุณหภูมิสำหรับห้องสะอาดโดยทั่วไปควรจะอยู่ที่ 22.2 ± 0.14 ° C สำหรับการใช้งานบางประเภทอุณหภูมิที่ควบคุมอาจเป็น 22.2 ± 0.28 ° C การที่ต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องปรับอากาศทั่วไปสาเหตุเนื่องจากชุดเสื้อผ้าที่สวมใสของผู้ที่ปฏิบัติการในห้องสะอาดจะมีลักษณะปิดมิดชิดแตกต่างไปจากชุดธรรมดาที่สวมใสกัน

ความชื้นสัมพัทธ์ ช่วงของความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นอยู่กับความต้องการของผลิตภัณฑ์ ในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์มีข้อควรต้องระวังอยู่ 2 ประการ คือ การเป็นสนิมของชิ้นส่วนอาจจะเกิดขึ้นได้เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกว่า 50% ในทางกลับกันถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดประจุไฟฟ้าสถิตในวัสดุที่นำมาผลิต หรือชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาทั้งในด้านกระบวนการผลิตและคุณภาพของชิ้นงานที่ประกอบสำเร็จแล้วได้

ความดัน ต้องรักษาความแตกต่างของความดันภายในห้องสะอาดกับภายนอกห้องให้เป็นบวกอยู่เสมอเพื่อไม่ให้อากาศสกปรกจากภายนอกเข้ามาภายในห้องสะอาดได้ ค่าความแตกต่างของความดันที่มีค่าประมาณ 25 Pa (0.1 นิ้วน้ำ) จะเพียงพอสำหรับงานเกือบทุกชนิด แต่หากห้องสะอาดมีการเชื่อมต่อกับห้องสะอาดอื่นๆ ควรออกแบบปรับความดันให้สูงมากขึ้นตามความเหมาะสม ซึ่งความดันระหว่างแต่ละห้องต้องไม่น้อยกว่า 12.5 Pa (0.05 นิ้วน้ำ)โดยห้องที่มีระดับความสะอาดสูงสุดจะมีความดันสูงสุดและลดหลั่นกันลงมาทีละ 12.5 Pa ตามระดับความสะอาดของห้อง

เสียง ควรจะมีการควบคุมระดับเสียงในห้องสะอาดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เพราะถ้ายิ่งพูดเสียงดังก็จะยิ่งปล่อยอนุภาคต่างๆ ออกมาจากปากมากขึ้นอันเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะไปเพิ่มการปนเปื้อนในห้องสะอาด

วัสดุ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างห้องสะอาดทุกประเภทจะต้องไม่เป็นที่สะสมของสิ่งสกปรกได้ง่าย ปราศจากหลุม รูพรุน รอยแตก ผิวไม่ขรุขระ คุณสมบัติของวัสดุที่ควรจะมีคือ

- ทนทานต่อการสึกหรอจากการใช้งาน
- ไม่สะสมประจุไฟฟ้าสถิต
- สามารถซ่อมแซมและถอดเปลี่ยนได้สะดวก
- มีมิติคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิและความชื้น
- สามารถเชื่อมต่อกับวัสดุอื่นได้สนิทดี
- เมื่อวัสดุเสื่อมคุณภาพต้องไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม
- มีคุณสมบัติการดูดซับเสียงตามต้องการ

- มีคุณสมบัติเหมาะสมกับอุณหภูมิที่ควบคุมของห้องสะอาดหรือมีความเป็นฉนวน
- กันการซึมผ่านของไอน้ำได้ตามต้องการ
- สามารถสร้างเป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการได้ง่าย

มาตรฐานการแบ่งระดับของห้องสะอาด [ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา,2555]

- มาตรฐาน U.S. Fed. Std. 209E

ระดับ M1 (ระบบ Metric หรือ S.I.Unit) คือ ระดับความสะอาดสูงสุด คือ มีความเข้มข้นสูงสุดของอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไปจำนวน10 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร หรืออนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.3 µm ขึ้นไป จำนวน 30 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร หรือ Class1 (ระบบอังกฤษ) ซึ่งหมายถึงมีความเข้มข้นของอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไป 1 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต

- มาตรฐาน BS 5295 , Part 1 (1989): Class C ซึ่งหมายถึง ความเข้มข้นสูงสุดของอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.3 µm ขึ้นไป จำนวน 100 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร

- มาตรฐาน VDI 2083 , Sheet1 : Class0 : ซึ่งหมายถึงความเข้มข้นสูงสุดของอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.3 µm ขึ้นไป จำนวน 14 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร

เปรียบเทียบแต่ละมาตรฐานได้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 การเปรียบเทียบมาตรฐานระดับความสะอาดต่างๆสำหรับห้องสะอาด

Country	Germany	USA	USA		France (F)	Great Britain (GB)	Japan (J)
Guide-lines (issue)	VDI 2083 Sheet 1 1990	U.S. Fed Std.209d. 1988	U.S. Fed Std.209e. 1992		NF X44-101 1981	BS 5295 1989	JIS B 9920 clean room tentative! 1988
			SI	Eng			
Clean - liness - class	0						1
	1	1	M 1.5	1		C	2
	1	10	M 2.5	10		D	3
	3	100	M 3.5	100	4000	E,F	4
	4	1000	M 4.5	1000		G,H	5
	5	10000	M 5.5	10000	400000	J	6
	6	100000	M 6.5	100000	4000000	K,L	7
	7					M	8

จากตารางข้างต้นนอกจากระบบวิธีการวัดที่แตกต่างกันและความแตกต่างของค่าเปรียบเทียบเล็กๆน้อยๆของแต่ละมาตรฐานแล้ว ค่าระดับความสะอาดของแต่ละมาตรฐานทั้ง 6 นั้นถือว่าเทียบเท่ากัน

จากการแบ่งระดับความสะอาดของห้องสะอาดตามมาตรฐาน U.S. Fed. Std. 209e เราจะได้ระดับความสะอาดต่างๆ คือ

- ระดับ M 1.5 (Class 1) : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 35.3 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (1 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

- ระดับ M 2.5 (Class 10) : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5µm ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 353อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (10 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

- ระดับ M 3.5 (Class 100) : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 3,530 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (100 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

- ระดับ M 4.5 (Class 1000) : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 35,300 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (1000 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

- ระดับ M 5.5 (Class 10,000) : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 353,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (10,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

- ระดับ M 6.5 (Class 100,000) : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 3,530,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (100,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

2.1.12 โปรแกรม Mintab [โซลูชั่น เซ็นเตอร์,2555]

เป็นโปรแกรมที่ช่วยให้งานด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาปรับปรุงงานคุณภาพเป็นเรื่องง่ายโดยรวมด้วยกราฟ และเครื่องมือวิเคราะห์ทางสถิติที่รวมอยู่ในหนึ่งเดียวและยังเป็นเครื่องมือหลักที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้วยแนวทาง Six Sigma รวมถึงโปรแกรมคุณภาพอื่นๆ และการวิเคราะห์ที่หลากหลายมากมาย เช่น นำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพ ดังต่อไปนี้

- นำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น
- การวิเคราะห์ข้อมูลในงานด้านคุณภาพกระบวนการผลิต
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การศึกษาและเปรียบเทียบห้องสะอาดแบบผนังอ่อนกับห้องสะอาดแบบมาตรฐาน คลาส 100 ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เพื่อการลดต้นทุน [ธีรศักดิ์ สงวนมานะศักดิ์ ,2554] การสร้างห้องสะอาดจะมีต้นทุนก่อสร้างและบารุงรักษาที่สูงมาก ตัวอย่างเช่น ห้องสะอาดคลาส 100 ของ Smith Laboratory ขนาด 3 เมตรคูณ 7.5 เมตร สูง 2.4 เมตร สร้างเมื่อ 50 กว่าปีที่แล้ว ใช้งบประมาณ 3.75 ล้านบาท คิดเป็นราคา 0.167 ล้านบาทต่อตารางเมตร ซึ่งห้องสะอาดในปัจจุบันจะมีความต้องการใช้สูงมาก อย่างในปี 2000 มีการสารวจการสร้างห้องสะอาดทั่วโลก

ประมาณ 6,000 หน่วยต่อปี จาก The World Cleanrooms Projects report by the McIlvaine Company แต่ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ยังมีการใช้ห้องสะอาดแบบผนังอ่อนซึ่งมีต้นทุนที่ต่ำกว่าแบบมาตรฐานอย่างมาก และสามารถนากลับมาใช้ใหม่ได้ ดังนั้นการศึกษาและเปรียบเทียบห้องสะอาดชนิดผนังอ่อนและแบบมาตรฐาน โดยจะทาการศึกษาคุณสมบัติของห้องสะอาด คลาส 100 ของทั้งสองแบบในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ เพื่อนามาเป็นทางเลือกในการตัดสินใจเลือกใช้ห้องสะอาด ซึ่งจะนาไปสู่การลดต้นทุนได้ หรืออาจเป็นทางเลือกสาหรับการลงทุนการสร้างห้องสะอาดให้กับอุตสาหกรรมอื่น จากผลการศึกษาพบว่าห้องสะอาดแบบผนังอ่อนสามารถนามาใช้ในห้องปรับอากาศทั่วไป สามารถผ่านความสะอาดระดับ คลาส 100 ได้ อีกทั้งสามารถผ่านความสะอาดระดับ คลาส 10 ได้ หากมีการควบคุมสภาพแวดล้อมนอกห้องให้มีความสะอาดไม่น้อยกว่า คลาส 10,000 ซึ่งการลงทุนนี้สามารถลดลงไปได้ 20 เปอร์เซ็นต์ในกรณีใช้ในห้องปรับอากาศทั่วไป ทั้งนี้อายุการใช้งานของชุดกรองอากาศจะสั้นลงว่าแบบมาตรฐาน ประมาณ 3 เท่า หากต้องการยืดอายุให้ใกล้เคียงกับแบบมาตรฐานสามารถทาได้โดยใช้งานร่วมในห้องสะอาดในระดับ คลาส 10,000 หรือปรับปรุงสภาพห้องปรับอากาศให้มีระบบกรองอากาศ เพื่อช่วยยืดอายุของชุดกรองอากาศ

2.2.2 ผลของการปรับอุณหภูมิที่มีต่อความรู้สึกสบายในห้องปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงาน [ศุภกิจ บัณฑิตธรรมกุล,สราวุติ ราชวงษ์,อานนท์ จันตา,2551]เป็นการวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลการหาอุณหภูมิที่รู้สึกสบาย ณ ช่วงเวลาต่างๆ เพื่อทำการคำนวณหาค่าพลังงานที่ประหยัดเมื่อทำการปรับอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยได้ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศและเครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้ และการจัดหาอาสาสมัครทดลองจำนวน 9 คน มาทำกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้ในห้องทดลอง บันทึกค่าผลผลิตของกิจกรรม ค่าอุณหภูมิและค่าพลังงานไฟฟ้าตามตารางการทดลอง และให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถามค่าความรู้สึกสบายต่ออุณหภูมิ จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม การวิเคราะห์ค่าของ
ผลผลิตของกิจกรรม ค่าอุณหภูมิและค่าพลังงานไฟฟ้า ด้วยการหาค่าเฉลี่ย พบว่าค่าเฉลี่ยความรู้สึกสบายต่อสภาพอากาศ ในห้องปรับอากาศ ที่เวลา 09.00 – 12.00 น. ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ 25 องศาเซลเซียส ได้ค่าผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 85.93 หน่วย ค่าพลังงานไฟฟ้า 3.02 หน่วย และในช่วงเวลา 13.00-16.00 น. ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 24 องศาเซลเซียส ได้ค่าผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 24.22 หน่วย ค่าพลังงานไฟฟ้า 4.02 หน่วย และได้ระบบควบคุมต้นแบบสำหรับควบคุมการปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศในแต่ละช่วงเวลาประกอบด้วยตัววัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลโดยใช้ DS18S20 ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิ และทำการประมวลผลด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MC8051 เพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปควบคุมการทำงานระบบเครื่องปรับอากาศตามช่วงเวลาการทำงานต่อไป

2.2.3 ระบบควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบตามเวลาจริง [วิเชียร ศรีรัตนวณิช ,2541]เป็นการวิจัยพัฒนาซอฟท์แวร์ สำหรับระบบควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบตามเวลาจริง เพื่อประยุกต์ใช้งานในพื้นที่การผลิต ในส่วนของการควบคุมพารามิเตอร์ ของปริมาณที่ได้จากการวัด และรวมทั้งปริมาณข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ชื่อโปรแกรมว่า SPC_Engine ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 95 มีความสามารถดังนี้

1. การเก็บข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบของแฟ้มฐานข้อมูลที่สามารถสร้างขึ้นได้ ณ เวลาใช้งาน
2. การป้อนข้อมูลเข้าระบบทำได้โดยป้อนทางคีย์บอร์ด และทางพอร์ตอนุกรม RS-232
3. คำนวณค่าสถิติต่างๆ เช่น ค่าเฉลี่ย,ค่าพิสัย,ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตลอดจนความสามารถของกระบวนการ
4. สร้างแผนภูมิควบคุมชนิดต่าง ๆและวิเคราะห์ความผิดปกติที่เกิดขึ้นบนแผนภูมิควบคุม
5. สร้างและวิเคราะห์ฮีสโตแกรมและแผนภาพพาเรโต
6. ส่งข้อมูลออกสู่ภายนอกโดยอาศัยเทคนิค Dynamic Data Exchange

การนำระบบควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบตามเวลาจริงไปใช้ในพื้นที่การผลิตจะช่วยให้ลดเวลางานและให้ข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น

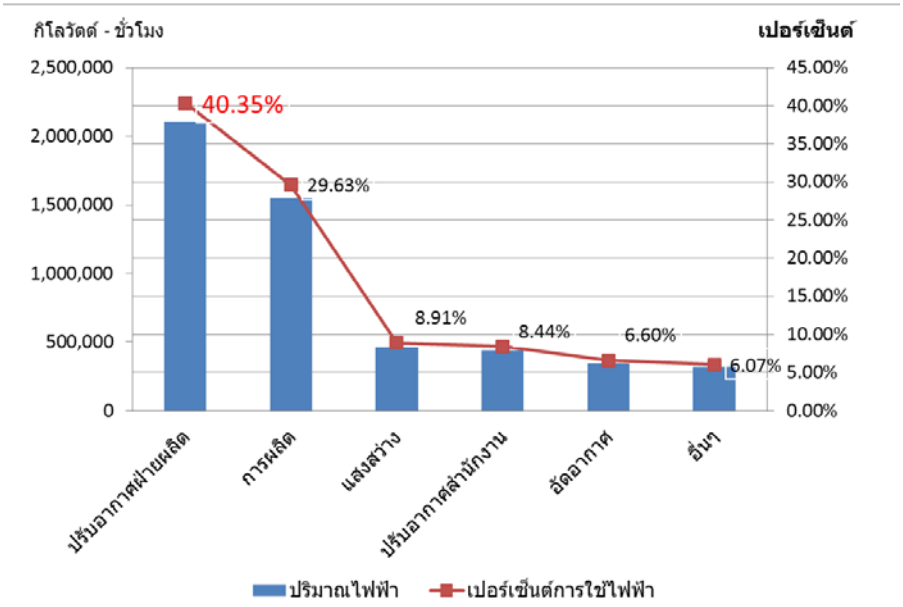
2.2.4 ปัจจัยสำคัญต่อการนำเทคนิคการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ [อุมาวดี นุชนิยม,2547] เทคนิคการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติ (Statistical Process Control : SPC) แม้ว่าจะเป็นเทคนิคพื้นฐานและเป็นที่รู้จักแพร่หลายมานานแล้ว แต่ยังมีบางองค์กรที่นำเอาเทคนิคนี้ไปใช้ แต่ไม่ประสบความสำเร็จ เพราะไม่มีการเตรียมการ หรือวิธีการดำเนินการไม่ดีพอ ปัจจัยที่จะช่วยสนับสนุนในการนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ให้ประสบความสำเร็จ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับองค์กรที่ต้องการนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนา และปรับปรุงคุณภาพ จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จจากการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติในระดับสูงได้แก่ 1) ปัจจัยด้านความเห็นชอบและการสนับสนุนจากฝ่ายบริหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสนับสนุนในด้านงบประมาณ 2) ปัจจัยด้านการศึกษาโครงการนำร่อง 3) ปัจจัยด้านการมีผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยประสานงานและ

แก้ปัญหา ปัจจัยที่มีผลในระดับปานกลางคือ ปัจจัยด้านวัฒนธรรมองค์กร ปัจจัยที่มีผลในระดับต่ำ ได้แก่ ปัจจัยด้านคำปรึกษาและการกำหนดแนวนโยบายเป้าหมายการดำเนินการ ด้านการอบรมให้ความรู้ ด้านการทำงานเป็นทีม ด้านอุปกรณ์ช่วย ด้านการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมอย่างเหมาะสมและด้านระบบเอกสาร ตามลำดับ

บทที่ 3

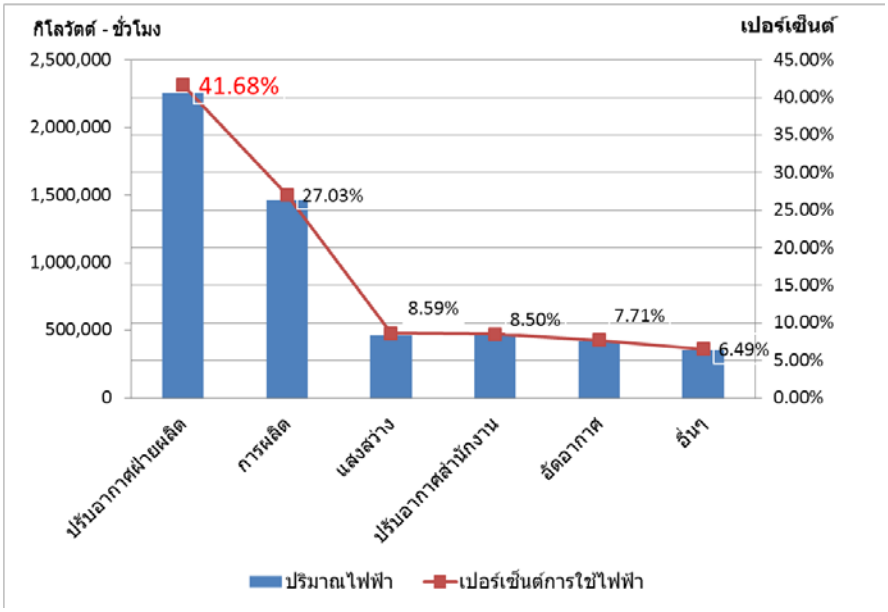
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

มูลเหตุจูงใจจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ ที่ถูกเก็บบันทึกไว้นั้นทำให้ทราบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานนั้นอันดับหนึ่งสูงสุดเป็นการใช้พลังงานที่เกิดจากระบบปรับอากาศของฝ่ายผลิตที่ทำงานในส่วนที่เป็นห้องสะอาด โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในปี 2552-2553 พบว่า มีการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบนั้น ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานไฟฟ้า มากถึง 40.35% ในปี 2552 (แสดงดังรูปที่ 3-1) และ 41.48% ในปี 2553 (แสดงดังรูปที่ 3-2)ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน เนื่องจากห้องสะอาดเป็นห้องที่มีการควบคุม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และ อนุภาคปนเปื้อนในอากาศ โดยโรงงานตัวอย่างนี้ได้มีการแบ่งคลาสห้องสะอาดออกเป็น 3 คลาส ตามกระบวนการผลิตที่จะเน้นเรื่องความสะอาดเป็นพิเศษ โดยเรียงคลาสของห้องสะอาด เป็นคลาส 100 คลาส 1000 และคลาส 10000 ตามลำดับ ผู้วิจัยมีความสนใจในการวิเคราะห์ค่าตัวแปรในห้องสะอาดโดยเฉพาะตัวแปรที่มีส่วนเกี่ยวข้องหลักกับการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ คือ อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องสะอาดของแต่ละคลาสจากข้อมูลที่ได้ทำการจดบันทึกค่าไว้ในปี 2552 ถึงปี 2553 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ทางโรงงานตัวอย่างไม่เคยนำมาวิเคราะห์มาก่อนผู้วิจัยจึงสนใจในการนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของข้อมูลได้ชัดเจนมาขึ้น และหาวิธีการปรับปรุงการใช้พลังงานเพื่อประหยัดพลังงานในห้องสะอาด



ที่มา: บริษัทฮิตาชิเมทัล VCM Plant, 2552

รูปที่ 3-1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2552



ที่มา: บริษัทฮิตาชิเมทัล VCM Plant, 2553

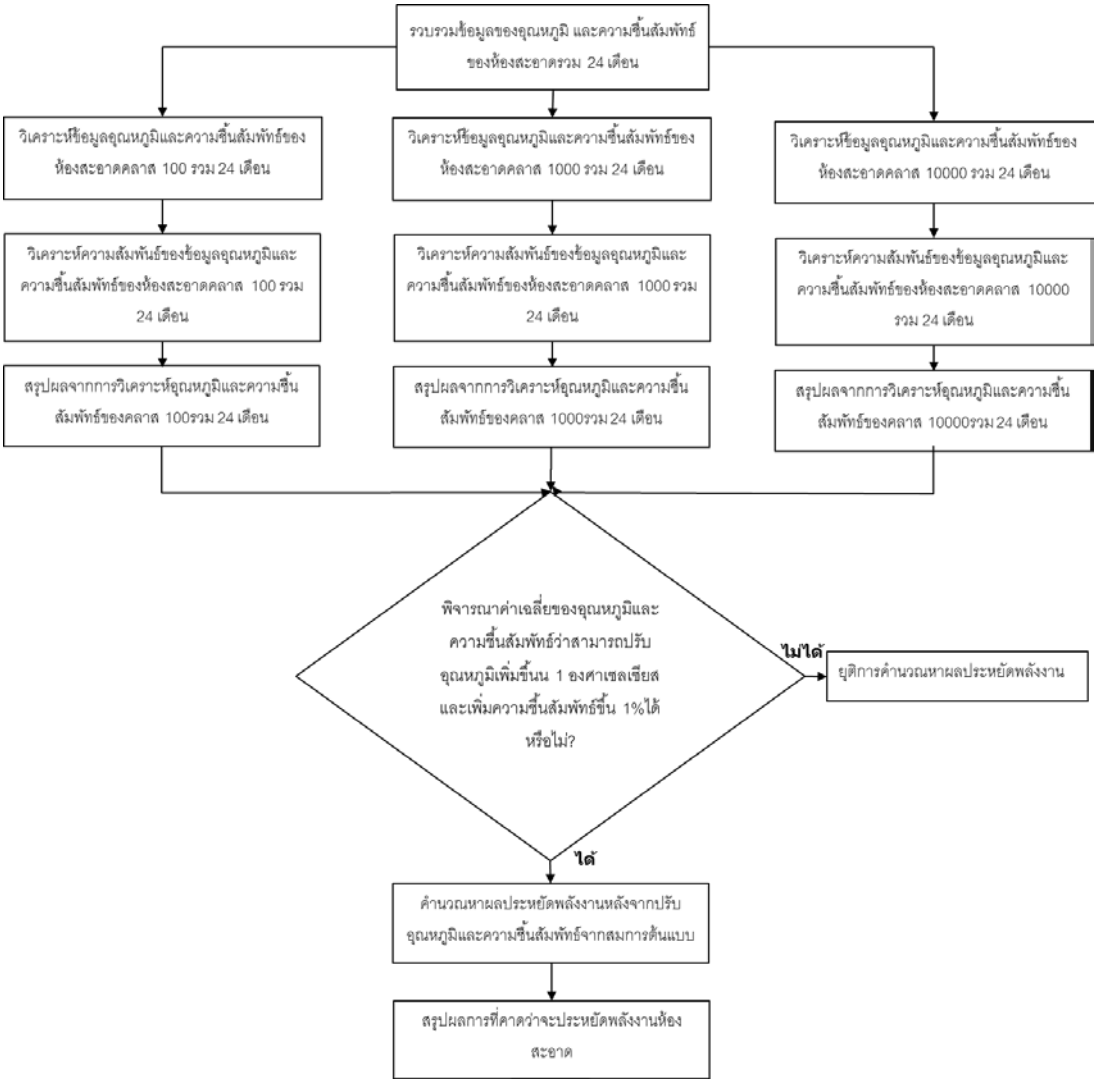
รูปที่ 3-2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2553

เนื่องจากโรงงานนี้เป็นโรงงานที่มีผลิตภัณฑ์เพียง 1ชนิด และใช้พลังงานไฟฟ้าเท่านั้น โรงงานนี้มีการเก็บข้อมูลของตัวแปรของห้องสะอาด เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม อนุภาคปนเปื้อนในอากาศ ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า และข้อมูลประมาณผลผลิตรายเดือน ในช่วงเดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553 เป็นรายเดือน เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลจึงคัดเลือกวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตและการใช้พลังงานภายใน 24 เดือนเท่านั้น

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเริ่มจากการคัดกรองข้อมูลที่ได้ทำการจดบันทึกไว้ในอดีตที่มีความเกี่ยวข้องหลักกับระบบปรับอากาศ มาพิจารณาวิเคราะห์ คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553 เป็นรายเดือนทั้งหมด 24 เดือน และ ข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาเดียวกันของโรงงาน

เพื่อให้เห็นภาพการไหลของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นดังแสดงในรูปที่ 3-3



รูปที่3-3 แผนภาพการไหลของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 ในปี 2552

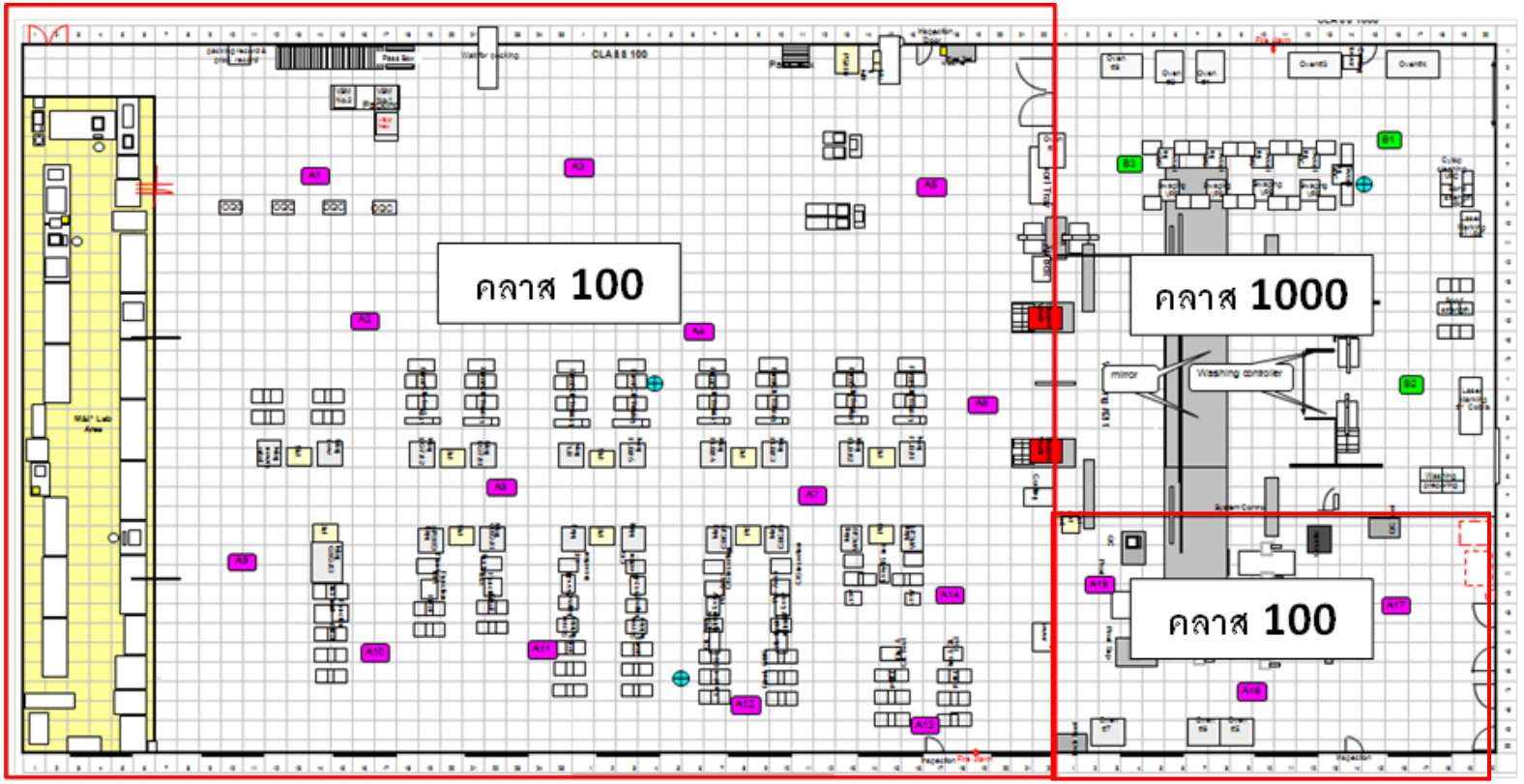
เนื่องจากโรงงานตัวอย่างจะทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามวันที่มีการผลิตชิ้นงานโดยจะวัด อุณภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามจุดที่แผนผังกำหนดไว้ทั้งหมด 17 จุด ภายในห้องสะอาด คลาส 100 สาเหตุที่วัด 17 จุด เนื่องจากพื้นที่ของคลาส 100 มีพื้นที่ประมาณ 1,739 ตารางเมตรเพื่อให้การวัดอุณหภูมิเป็นไปได้อย่างทั่วถึง (รูปที่ 3-4 แผนผังจุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คลาส100) แล้วจะทำการจดบันทึกค่าที่วัดได้ต่อจุดเพื่อให้ทราบว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้นั้นเป็นไปตามค่าที่กำหนดของห้องสะอาดหรือไม่โดยจะใช้ค่าที่กำหนดของห้องสะอาดของทุกคลาส ควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 20 – 24 องศาเซลเซียสและควบคุมความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 40-60% ผลที่วัดได้ในแต่ละคลาส นั้นจะเป็นค่าที่วัดต่อวัน ค่าเหล่านี้จะจดบันทึกโปรแกรม Excel เป็นตารางทำให้ไม่สามารถทราบถึงพฤติกรรมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้ ช่วงเวลาในการวัดไม่มีการกำหนดที่แน่นอน ขึ้นอยู่ความพร้อมและช่วงเวลาของผู้ทำการวัด โดยวันที่วัดจะเป็นวันที่มีการผลิตชิ้นงาน ค่าที่ทำการบันทึกจะบันทึกต่อจุดจะยังไม่ทราบค่าเฉลี่ยต่อวัน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลจริงที่วัดได้มาทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยต่อวันแล้วนำไปพล็อตกราฟเส้นเพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจนขึ้นว่าในแต่ละวันนั้นพฤติกรรมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้นั้นเป็นอย่างไร โดยใช้โปรแกรม Excel พล๊อตกราฟเส้นของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รวม 24 เดือน และใช้โปรแกรม Minitab ช่วยวิเคราะห์เพื่อดูการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล โดยมีวิธีการใช้โปรแกรม Minitab แสดงดังรูปที่ 3-5 ถึง 3-7 เป็นวิธีการใช้โปรแกรม

1.เปิดโปรแกรม Minitab แล้วคลิกทูลบาร์ Graph แล้วเลือก Histogram

2.คลิกเลือก Histogram ที่เป็นแบบ With fit

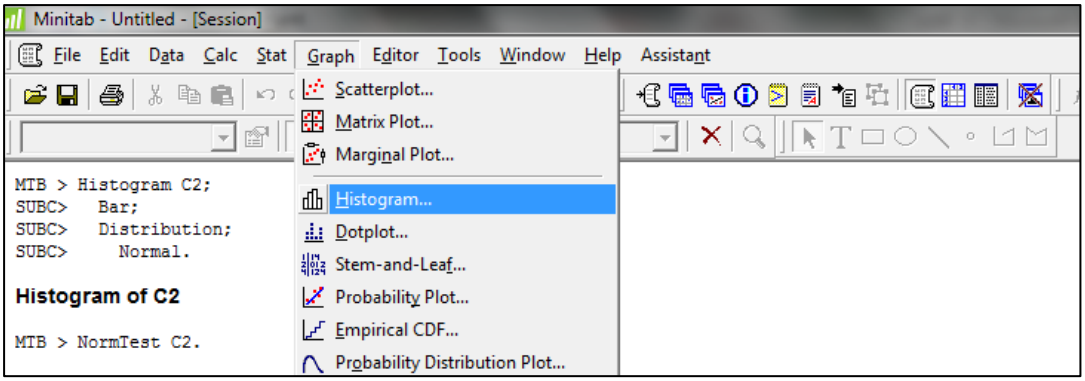
3.คลิกเลือก คอลัมน์ที่มีข้อมูลที่เตรียมไว้เพื่อทำการวิเคราะห์

4.คลิก OK

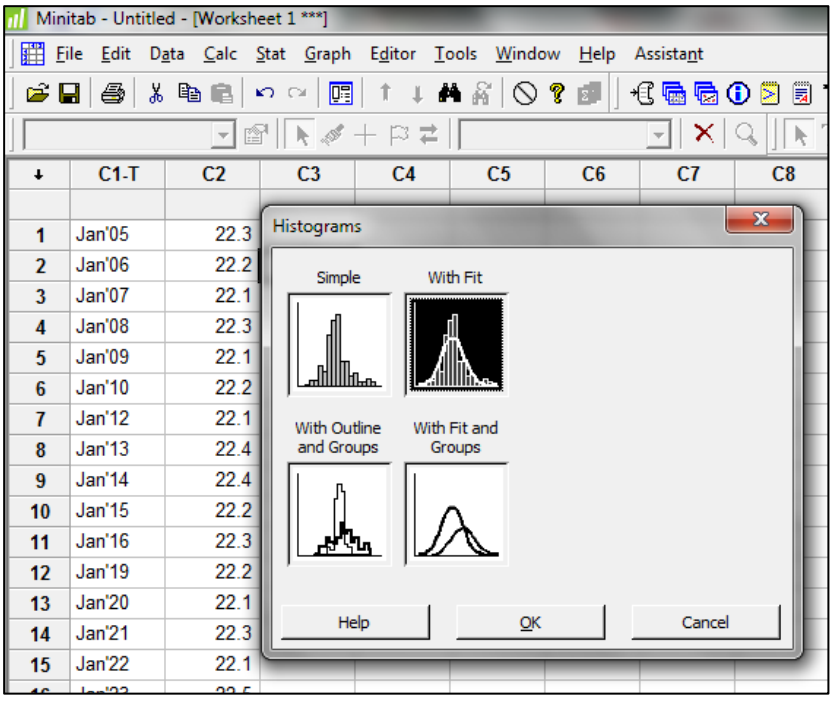


ที่มา: บริษัทฮิตาชิเมทัล VCM Plant, 2553

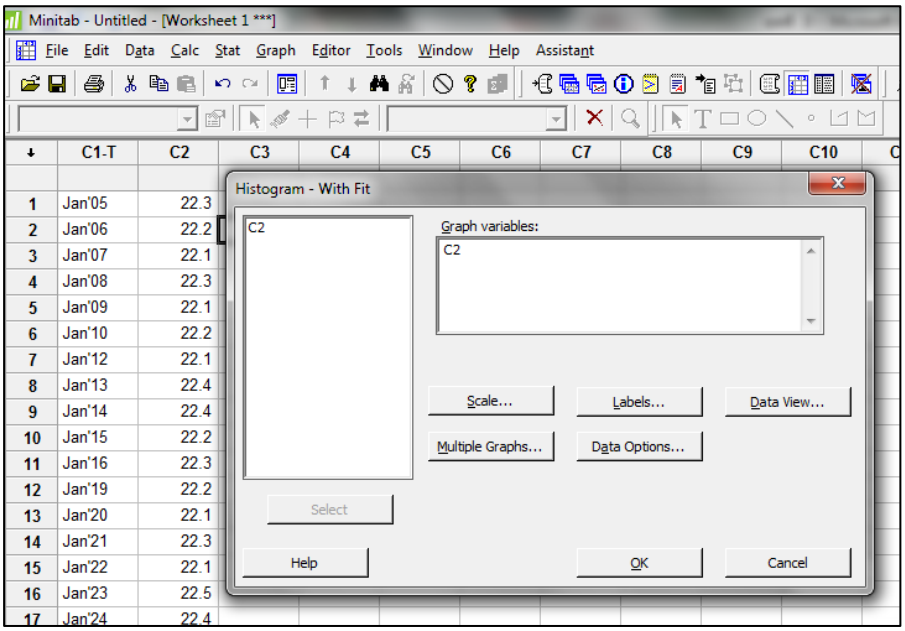
รูปที่ 3-4 แผนผังจุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ห้องสะอาดคลาส 100



รูปที่ 3-5 ทูลบาร์ Graph ในโปรแกรม Minitab



รูปที่ 3-6 Graph Histograms แบบ With Fit



รูปที่ 3-7 คอลัมน์ที่ต้องการให้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลที่เตรียมไว้

3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน

เมื่อได้ข้อมูลการวิเคราะห์อุณหภูมิของแต่ละคลาสแล้ว จะทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายเพื่อพิจารณาว่า อุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้ในคลาส 100 นั้นมีความสัมพันธ์กันกับข้อมูลเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์รวม 24 เดือน หรือไม่ อย่างไร โดยใช้โปรแกรม Excel ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1.เปิดโปรแกรม Excel

2.คลิกครอบคอลัมน์ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์

3.คลิกเลือก Insert => Scatter with mark only

4.เมื่อได้กราฟ Scatter with mark only แล้วคลิกขวาที่กลุ่มข้อมูล

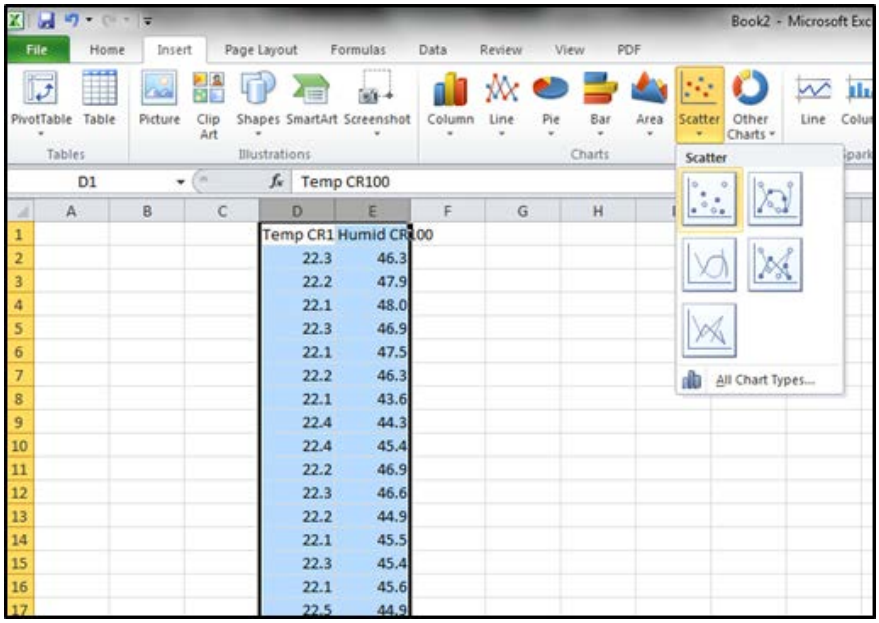
5.คลิกเลือก Add Trendline

6.คลิกเลือก Linear

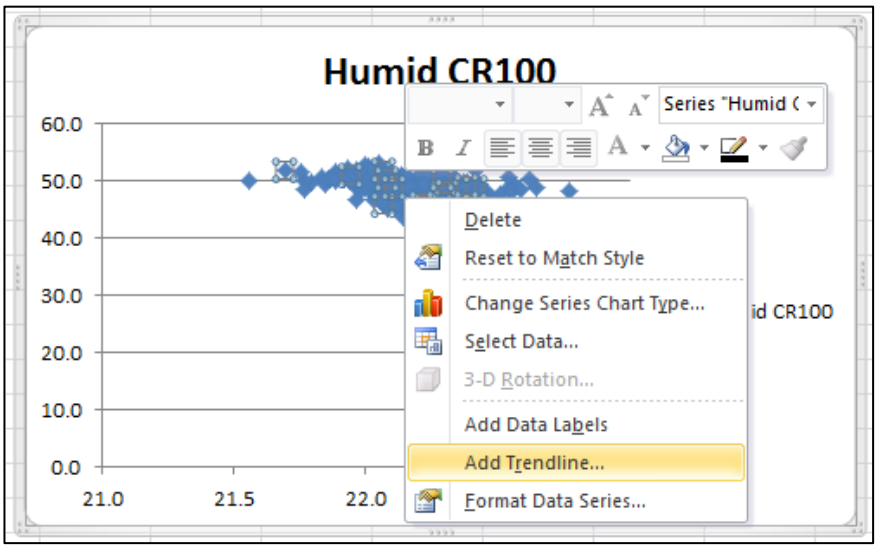
7.คลิกเลือก Display Equation on chart

8.คลิก Close

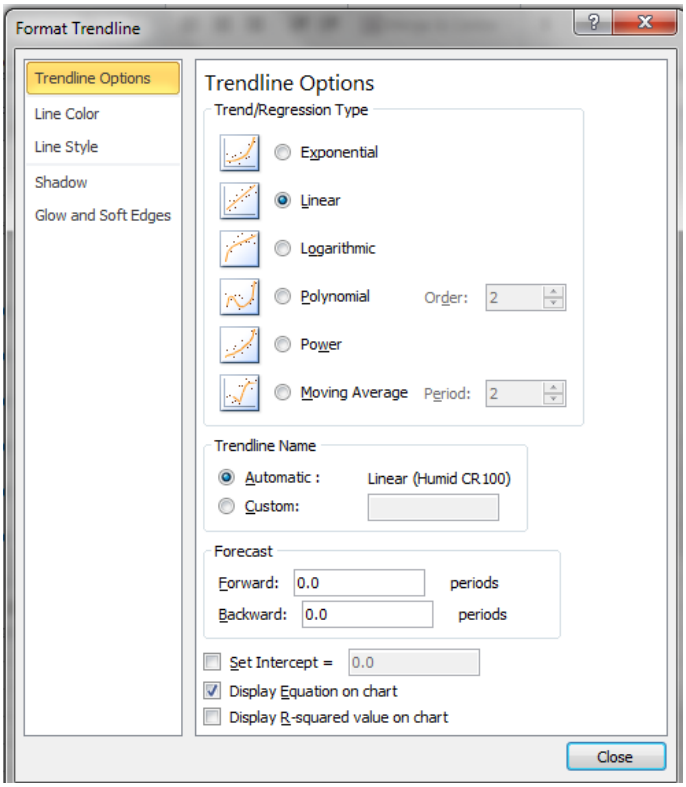
เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจจึงแสดงรูปภาพประกอบดังรูปที่ 3-5 ถึง 3-7



รูปที่ 3-8 ทูลบาร์ Insert Scatter ในโปรแกรม Excel



รูปที่ 3-9 การ Add Trendline ของกลุ่มข้อมูลที่เลือกในโปรแกรม Excel



รูปที่ 3-10 การเลือกให้แสดงสมการเชิงเส้นของกลุ่มข้อมูลที่เลือกในโปรแกรม Excel

จากนั้นแปลความหมายจากสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายที่ได้จากกลุ่มของข้อมูลที่เลือกพิจารณาหาความสัมพันธ์ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น [ศรีสุดาม,2555] ดังสมการที่ 3-1

$$Y = a + bX \qquad \text{---------- (3-1)}$$

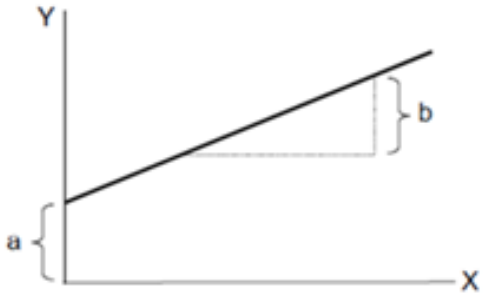
เมื่อ Y = ตัวแปรตาม(เนื่องจากค่าของ Y ขึ้นอยู่กับค่าของ X)

X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a = ค่าคงที่(Constant)เป็นค่าที่ตัดแกน Y

b = ความชันของเส้นกราฟ

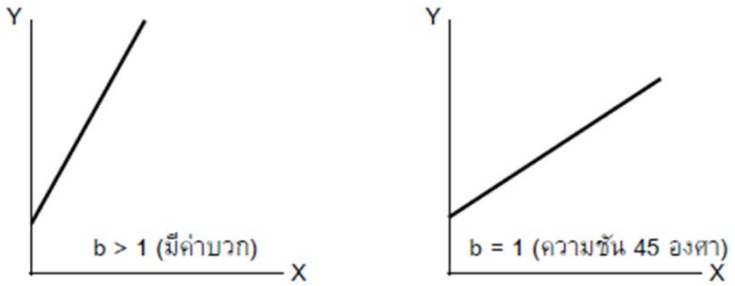
สมการเขียนเป็นกราฟเส้นตรงได้ดังรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-11 สมการเส้นตรงของการถดถอย

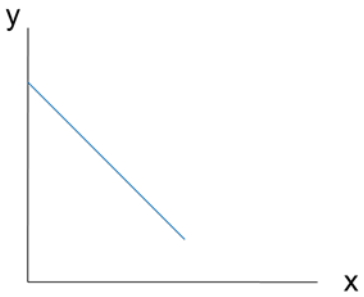
สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เป็นค่าของ b ที่เป็นความชันของกราฟเส้นตรง ที่เกิดจากสมการเชิงเส้น ถ้าทราบค่าของ b และค่าของ a แล้ว ก็จะสามารถพยากรณ์ค่าของตัวแปร Y ได้ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ถ้า b > 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ถ้า X มีค่าสูงขึ้น ค่าของ Y ก็จะมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วยแสดงดังรูปที่ 3-12



รูปที่ 3-12 กราฟเส้นเมื่อ b>0 และ b=1

2. ถ้า b < 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ถ้า X มีค่าสูงขึ้น ค่าของ Y จะต่ำลงแสดงดังรูปที่ 3-13



รูปที่ 3-13 กราฟเส้นเมื่อ b<0

3. ถ้า b มีค่าใกล้ 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันน้อย

4. ถ้า b = 0 แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย เส้นกราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรง ค่าของ Y จะมีค่าเท่ากับค่าคงที่ (a)แสดงดังรูปที่ 3-14

รูปที่ 3-14 กราฟเส้นเมื่อ b = 0

ในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามี มากน้อยเพียงใดนั้น จะใช้ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) เป็นค่าที่วัด ความสัมพันธ์ ซึ่งโดยวิธีการทางสถิติมีอยู่หลายวิธี การใช้สถิติตัวใดขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวแปรหรือระดับของการวัดในตัวแปรนั้นๆ ในการวัดความสัมพันธ์แต่ละแบบจะต้องมีการทดสอบนัยสำคัญก่อน จึงจะสรุปได้ว่าตัวแปรคู่ใดมีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะใช้สัญญลักษณ์ r แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่ม ตัวอย่าง และ r แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใช้วัดขนาดของความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปร มี2 ลักษณะ คือ $-1 \leq r \leq 1$ และ $0 \leq r \leq 1$ [สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสุขภาพบทที่ 7 สหสัมพันธ์ (Correlation),2555]

การบอกระดับหรือขนาดของความสัมพันธ์ จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์หากค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้-1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงแต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือไม่มีเลย สำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ดังนี้ [Hinkle D. E. 1998, p.118]

ค่า r ระดับของความสัมพันธ์

.90 - 1.00 มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

.70 - .90 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

.50 - .70 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

.30 - .50 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

.00 - .30 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

เครื่องหมาย +,- หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ โดยที่หาก r มีเครื่องหมาย + หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง อีกตัวหนึ่งจะมีค่าสูงไปด้วย) r มีเครื่องหมาย - หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้าม (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง ตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะมีค่าต่ำ) ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางชนิดที่มีลักษณะ $0 \leq r \leq 1$ ซึ่งจะบอกได้เพียงขนาดหรือระดับของความสัมพันธ์เท่านั้น ไม่สามารถบอกทิศทางของความสัมพันธ์ได้

สัมประสิทธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน(Pearson product-moment correlation coefficient) ใช้สัญญลักษณ์ rxy เป็นวิธีที่ใช้วัดความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุด โดยที่ตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุดนั้นจะต้องอยู่ในรูปของข้อมูลในมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน (Interval or Ratio scale) เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพกับการดูแลตนเอง การหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแรกเกิด ของทารกกับอายุของมารดา เป็นต้น

การทดสอบนัยสำคัญ

สมมติฐานของการทดสอบ

H_0: $\rho = 0$ (ตัวแปรX และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

H_1: $\rho \neq 0$ (ตัวแปรX และ Y มีความสัมพันธ์กัน)

ระดับนัยสำคัญคือค่าที่ช่วยในการตัดสินใจ เราอาจจะเจาะจงค่าความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ (H_0) ซึ่งจะเรียกค่านี้ว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ และจะแทนด้วยสัญลักษณ์ α โดยปกติเรามักจะเลือกระดับนัยสำคัญที่ α= .05 และ .01 เราปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ (H_0) เมื่อผลลัพธ์ของการทดสอบมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับหรือน้อยกว่า .05 แต่ก็ไม่ได้กำหนดแน่นอนลงไปว่าต้องใช้เพียงสองค่านี้เท่านั้น ขึ้นอยู่กับงานวิจัยด้วย บางทีอาจจะกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .001 หรือ .10 ก็ได้

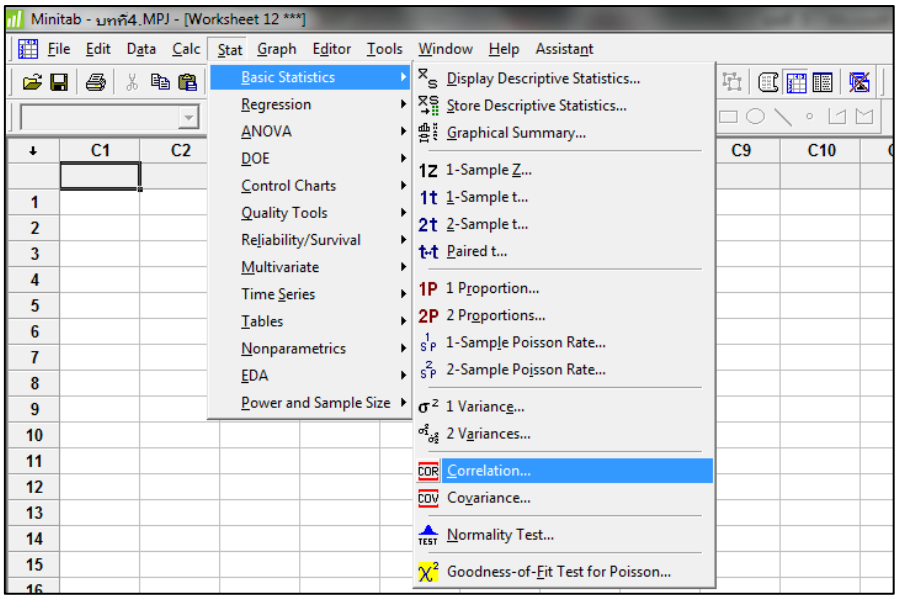
ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab สามารถทำได้ดังนี้

1.คลิกเปิดโปรแกรม Minitab แล้วเลือกทูลบาร์ไปที่ Stat >Basic Statistics> Correlation

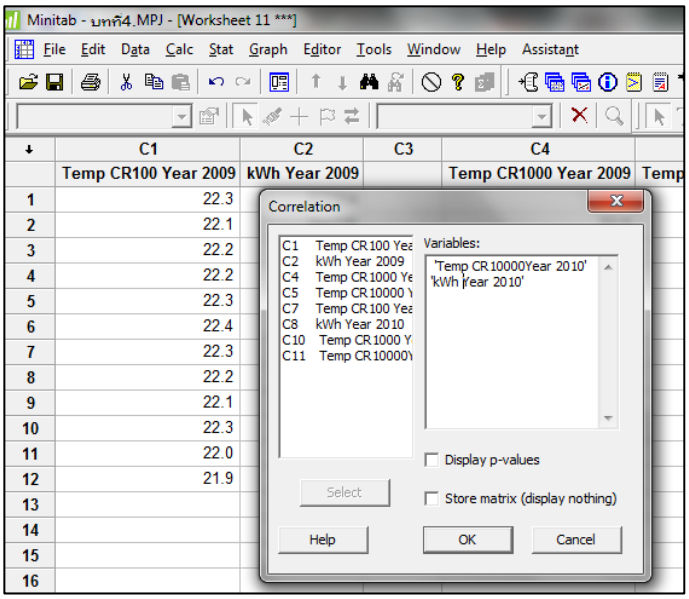
2.ดับเบิ้ลคลิกคอลัมน์ที่ต้องการทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย

3.คลิกปุ่ม OK

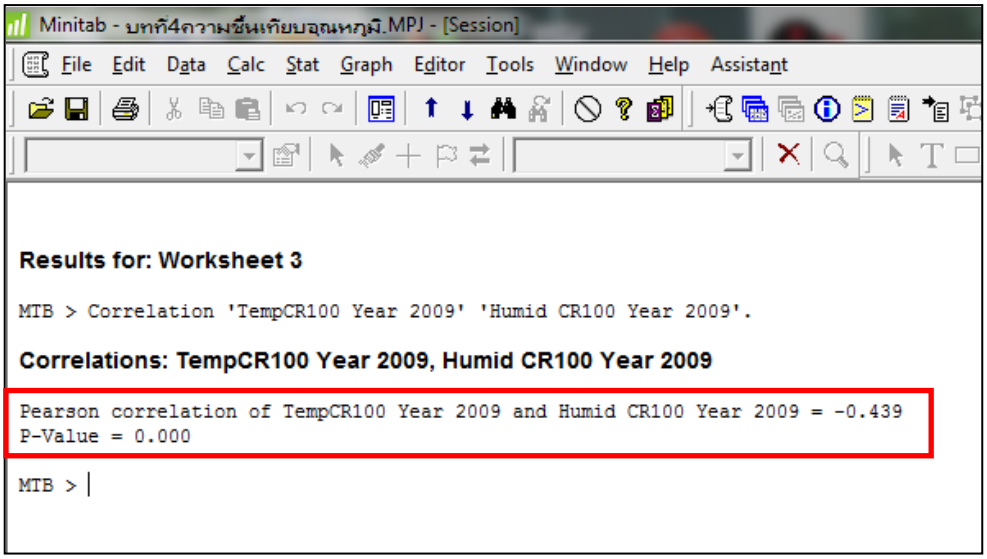
แสดงลำดับวิธีการดังรูปที่ 3-15 และ 3-16



รูปที่ 3-15 ทูลบาร์ Stat ในโปรแกรม Minitab เพื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์



รูปที่ 3-16 การเลือกคอลัมน์ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์หาสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย

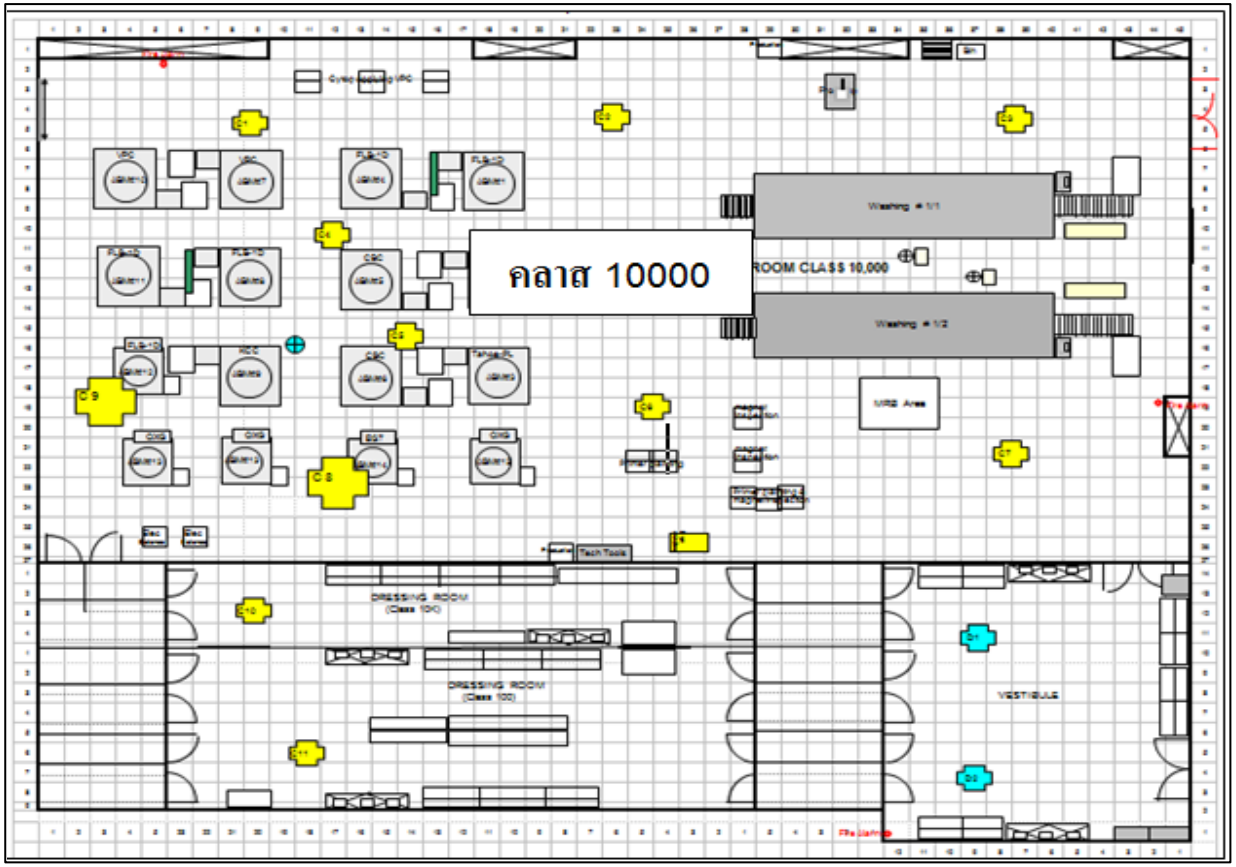


รูปที่ 3-17 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์และนัยสำคัญทางสถิติ

จากนั้นแปลความจากข้อมูลที่ได้เป็นความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของคลาส100 รวม 24 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 1000 คลาส 10000 ปี รวม 24 เดือน จะใช้วิธีเดียวกันหมดเหมือนดังที่กล่าวมาในข้างต้นในข้อที่ 3.1 แต่จะมีลักษณะการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปบ้างในลักษณะของจำนวนของจุดวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของคลาส 1000 จะวัดเพียง 3 จุดกระจาย เนื่องจากพื้นที่ของคลาส 1000 มีเพียง 480 ตารางเมตร มีแผนผังแสดงจุดวัดดังรูปที่ 3-4 ส่วนคลาส 10000 จะวัดทั้งหมด 13 จุดกระจายทั่วพื้นที่ ของคลาส 10000 เท่ากับ 1,710 ตารางเมตร แสดงแผนผังจุดวัดดังรูปที่ 3-15

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 1000 คลาส 10000 รวม 24 เดือน จะใช้วิธีเดียวกันหมดเหมือนดังที่กล่าวมาในข้างต้นในข้อที่ 3.2



ที่มา: บริษัทฮิตาชิเมทัล VCM Plant, 2553

รูปที่ 3-18 แผนผังแสดงจุดวัดอุณหภูมิและความชื้นคลาส 10000

3.3 การพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ว่าสามารถปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น 1 องศา

จากผลการวิเคราะห์ในข้อที่ 3.1 จะทำให้ทราบถึงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไปของแต่ละคลาส รวม 24 เดือน ว่ามีพฤติกรรมเป็นอย่างไร มีค่าเฉลี่ยของแต่ละคลาสเป็นเท่าใด และในข้อที่ 3.2 จากการพิจารณาความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละคลาสรวม 24 เดือน จากสมการการถดถอยแบบเชิงเส้นอย่างง่ายที่แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์นำสมการที่ได้ของแต่ละคลาสมาเป็นตัวแทนในการคำนวณเพื่อทำการพยากรณ์หาค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไปเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส ว่าพฤติกรรมของความชื้นสัมพัทธ์จะเปลี่ยนไปเช่นไร หากมีการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นจากเดิม หากค่าความชื้นสัมพัทธ์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงสามารถปรับอุณหภูมิขึ้นแล้วคำนวณหาผลการประหยัดพลังงานเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเดิม แต่หากพิจารณาจากสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์แล้วไม่อยู่ในเกณฑ์การควบคุมก็ให้ยุติในกับปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส

3.4 การคำนวณหาผลประหยัดพลังงานหลังจากปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียสและปรับความชื้นสัมพัทธ์ขึ้น 1%

นำข้อมูลของ ค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของคลาส 100 ซึ่งเป็นตัวแทนของทุกคลาส ทั้งหมด 23 เดือน มาทำการหาความสัมพันธ์แบบถดถอยพหุคูณเพื่อให้ได้สมการต้นแบบ แล้วพยากรณ์ค่าไฟฟ้าที่จะเปลี่ยนไปในเดือนที่ 24จากการปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส และปรับความชื้นสัมพัทธ์ขึ้น 1 %

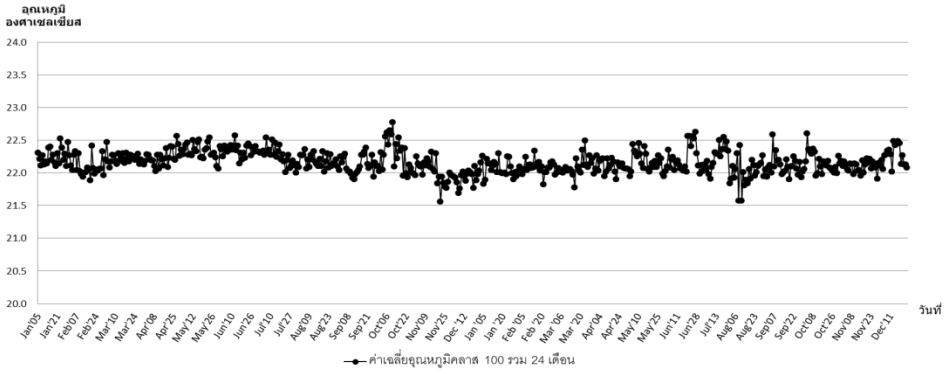
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิคลาส 100 ปี รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Excel

เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel แล้วพล๊อตกราฟเส้น ผลแสดงดังรูปที่ 4-1

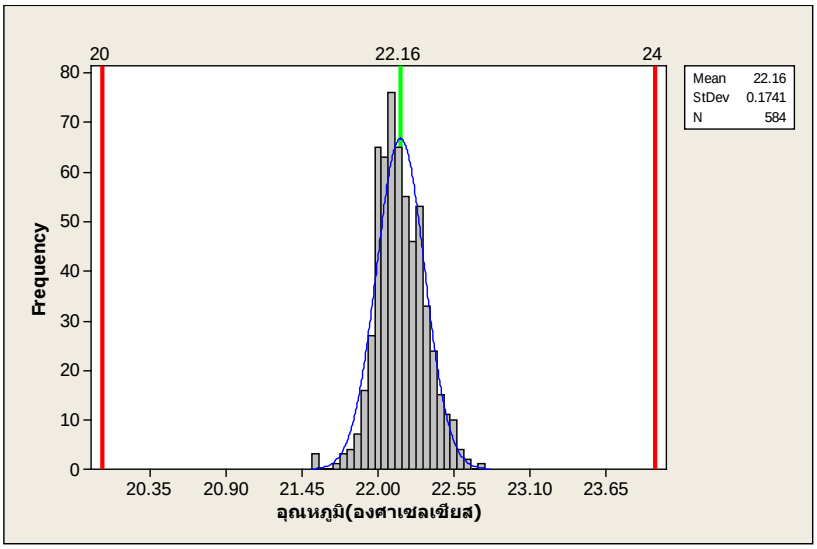


รูปที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคศาส 100 รวม 24 เดือน

จากการพิจารณาพฤติกรรมค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของคลาส 100 รวม 24 เดือน นั้นพบว่าการแกว่งของอุณหภูมิค่อนข้างน้อยและคงตัวอยู่ที่ประมาณ 21.6-22.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของทุกวันที่ทำการวัดในช่วง 24 เดือนนี้มีการแกว่งตัวน้อย ระบบปรับอากาศทำงานได้ดี

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิคลาส 100 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Minitab

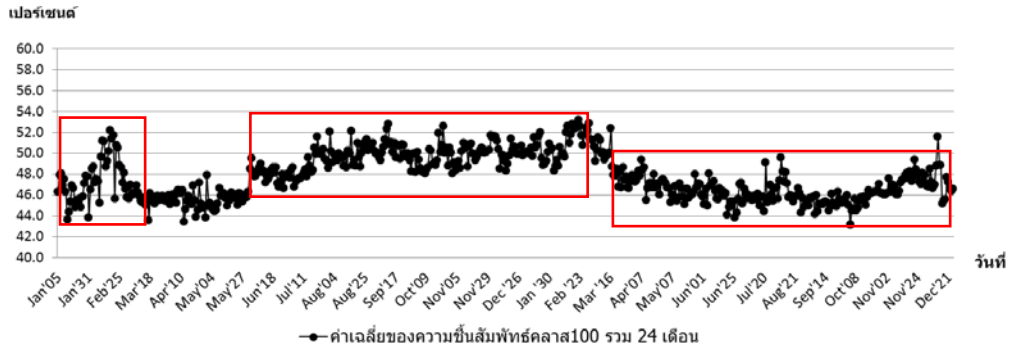
เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab แล้วพล๊อตฮิสโตแกรมดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน

จากกราฟฮิสโตแกรมเมื่อนำค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ทำการวัดในแต่ละวันมาวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมด 584 ข้อมูล พบว่ามีส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.17 เท่านั้น และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยคลาส 100 รวม 24 เดือนจะอยู่ที่ 22.1 องศาเซลเซียสเมื่อนำมาเทียบกับค่าที่กำหนดควบคุมอยู่ที่ 20 – 24 องศาเซลเซียสยังอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

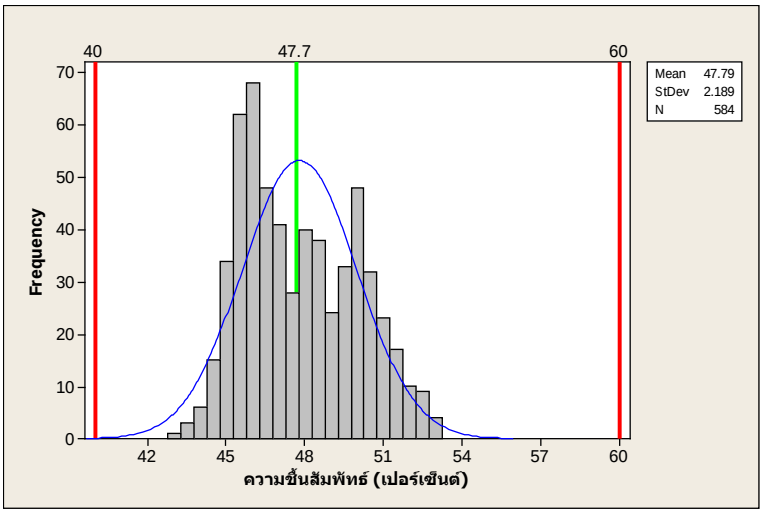
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Excel เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel แล้วพล๊อตกราฟเส้นผลดังรูปที่ 4-3



รูปที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คสาส 100 รวม 24เดือน

วิเคราะห์จากกราฟพบว่า ในช่วง 24 เดือนค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ช่วงแรกมีการความแปรปรวนของค่าความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นลงตลอดเวลา วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดช่วงแรกได้ที่ 43.9 % หลังจากนั้นค่อยๆเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยได้ที่ 52.2 % แสดงให้เห็นว่ามีการแกว่งของค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่างกันถึง 8.3% ช่วงที่สอง มีการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 49.6% จากนั้น มีค่าเฉลี่ยรวมของความชื้นสัมพัทธ์ลดลงอยู่ที่ 46.4 %

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Minitab เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab แล้วพล๊อตฮิสโตแกรมแสดงดังรูปที่ 4-4

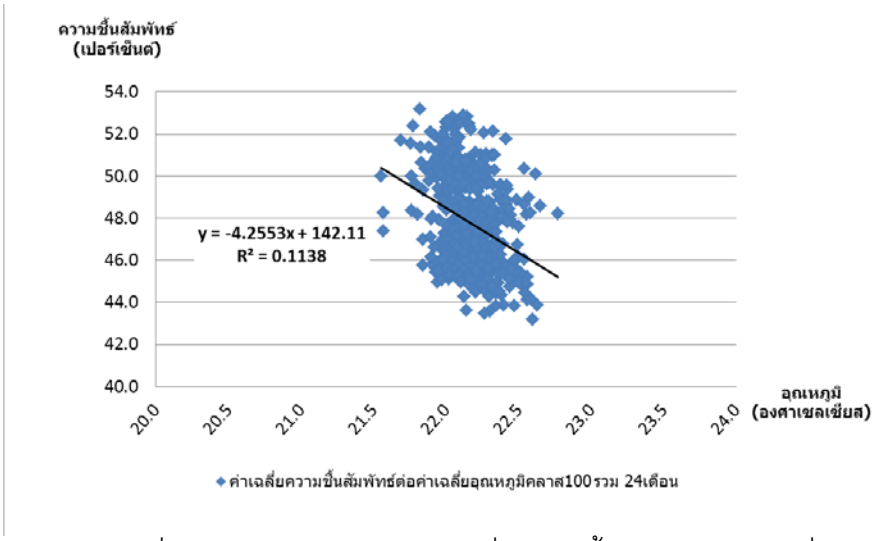


รูปที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน

จากฮิสโตแกรมเมื่อนำค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำการวัดในแต่ละวันมาวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมด 584 ข้อมูล พบว่ามีส่วนเบี่ยงเบนของข้อมูลเฉลี่ยอยู่ที่ 2.18 และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรวม 24 เดือนจะอยู่ที่ 47.7% เมื่อนำมาเทียบกับค่าที่กำหนดควบคุมอยู่ที่ 40-60% ยังอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 100 รวม 24 เดือน

4.2.1 นำข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของคลาส 100 รวม 24 เดือนมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4-5



รูปที่ 4-5 ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ต่อค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 รวม 24 เดือน

จากภาพวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากสมการการถดถอยเชิงเส้นพบว่า แกน X เป็นตัวแปรต้นคืออุณหภูมิ(X) ส่วน แกน Y เป็นตัวแปรตามคือ ความชื้นสัมพัทธ์ (Y)แปลความจากกราฟได้ว่าความค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของคลาส 100 รวม 24 เดือนมีความสัมพันธ์กันกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 รวม 24 เดือน ในทางตรงกันข้ามสังเกตจากค่าความชันเป็นลบ ดังสมการ ที่ 4-1

$$y = -4.2553x + 142.11 \text{----------[4-1]}$$

เมื่อค่าอุณหภูมิ (X)เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์(Y)ลดลง

จากนั้นพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Minitab ให้ สมมติฐานของการทดสอบเป็นดังนี้คือ

H_0: $\rho = 0$ (ตัวแปรX และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

H_1: $\rho \neq 0$ (ตัวแปรX และ Y มีความสัมพันธ์กัน)

ที่ระดับนัยสำคัญคือที่ 0.05 ความเชื่อมั่นที่ 95% ได้ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์และค่านัยสำคัญจากโปรแกรม Minitab ดังรูปที่ 4-6

Correlations: TempCR100, HumidCR100

Pearson correlation of TempCR100 and HumidCR100 = -0.337
P-Value = 0.000

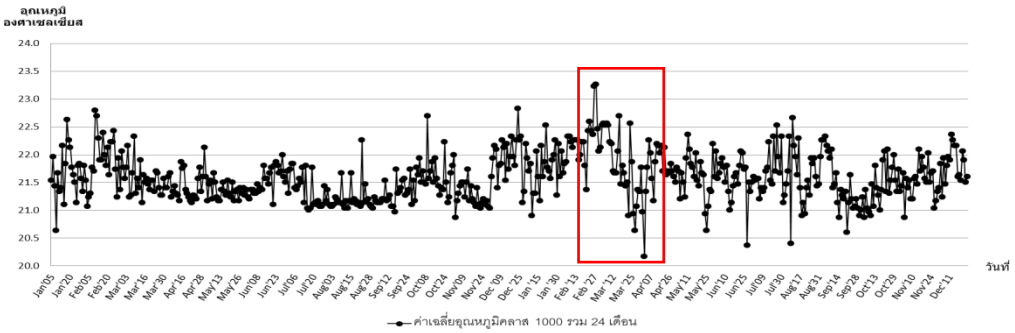
รูปที่ 4-6 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันและระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 รวม 24 เดือน พบว่าค่าระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.00 จึงปริเสธสมมติฐานศูนย์(H_0) และยอมรับ(H_1) เมื่อผลลัพธ์ของการทดสอบมีค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า 0.05 คือค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กันจริงอย่างมีนัยสำคัญและค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ -0.337 บอกว่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 1000 รวม 24 เดือน

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิคลาส 1000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Excel

เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel แล้วพล๊อตกราฟเส้นผลแสดงดังรูปที่ 4-7

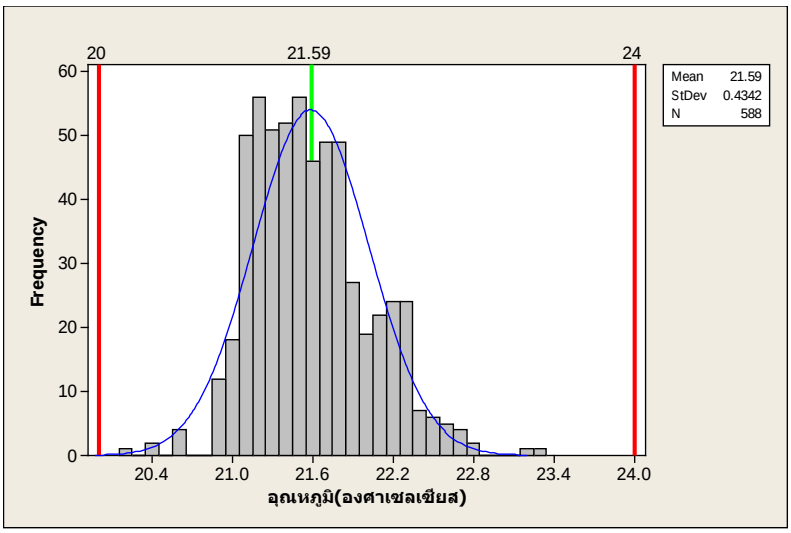


รูปที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 1000 รวม 24 เดือน

จากการพิจารณาพฤติกรรมค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของคลาส 1000 รวม 24 เดือน นั้นพบว่าการแกว่งของอุณหภูมิในคลาสนี้แกว่งตัวขึ้นลงตลอดเวลา มีช่วงที่อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 23.2 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิลดลงต่ำสุดอยู่ที่ 20.2 องศาเซลเซียส การแกว่งตัวของอุณหภูมิโดยรวมอยู่ในเกณฑ์การควบคุมคือ 20-24 องศาเซลเซียส

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิคลาส 1000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Minitab

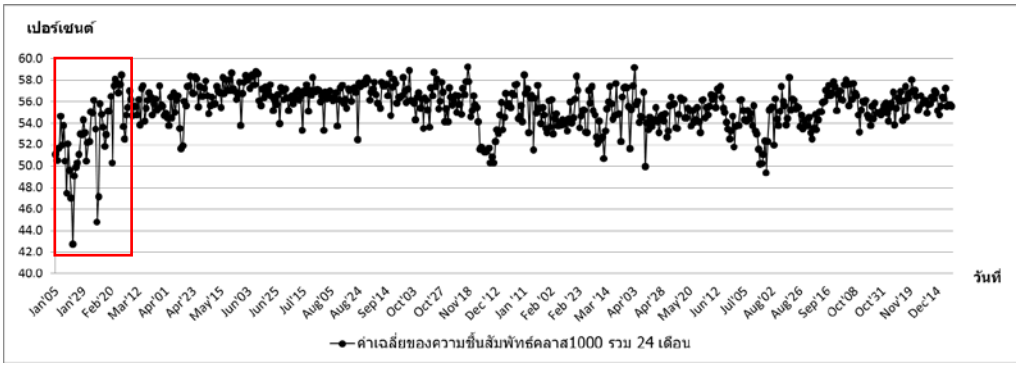
เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab แล้วพล๊อตฮิสโตแกรมดังรูปที่ 4-8



รูปที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิห้องสะอาดคลาส 1000 รวม 24 เดือน

จากกราฟฮิสโตแกรมเมื่อนำค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ทำการวัดในแต่ละวันมาวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมด 588 ข้อมูล พบว่ามีความเบี่ยงเบนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.43 และค่าอุณหภูมิเฉลี่ย รวม 24 เดือนจะอยู่ที่ 21.59 องศาเซลเซียสเมื่อนำมาเทียบกับค่าที่กำหนดควบคุมอยู่ที่ 20 – 24 องศาเซลเซียสยังอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

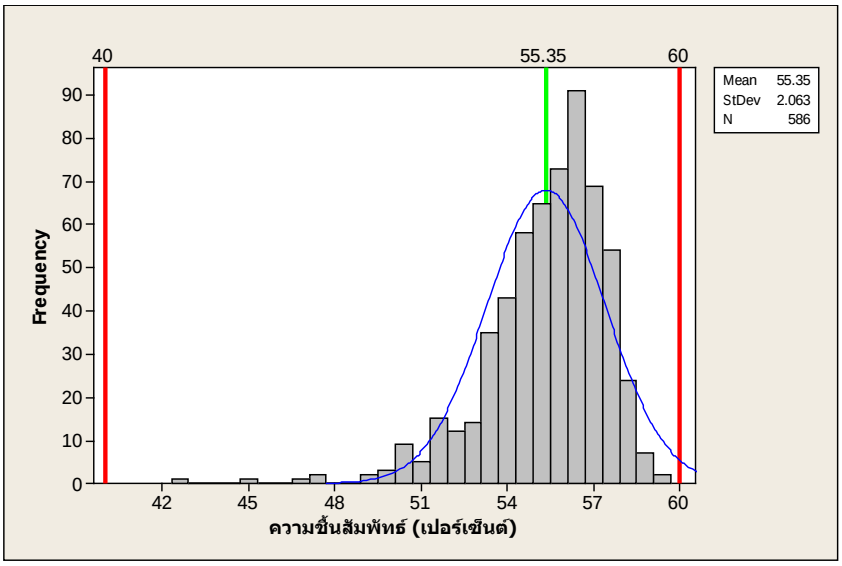
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Excel เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel แล้วพล๊อตกราฟเส้นผลดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คสาส 1000 รวม 24 เดือน

วิเคราะห์จากกราฟพบว่า ในช่วง 24 เดือน นั้นค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลง ช่วงแรกค่อนข้างมากคือวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 42.7% และหลังจากนั้นมาการปรับตัวสูงขึ้นไปเรื่อยๆ จนมีค่าวามชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ที่ 58.1 % จากนั้นค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ก็ลดลงเกาะกลุ่มกันเฉลี่ยอยู่ที่ 55.6%

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Minitab



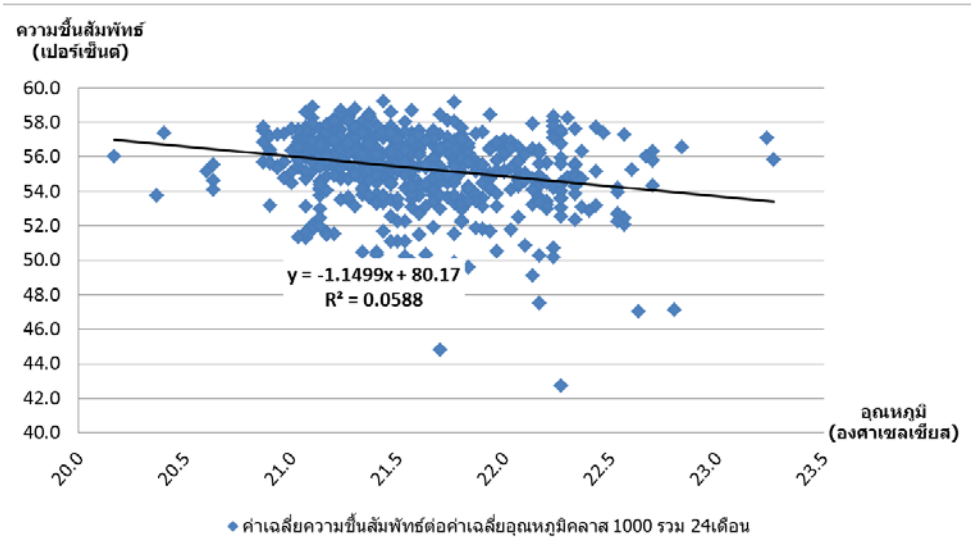
รูปที่ 4- 10 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม 24เดือน

เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab แล้วพล๊อตฮิสโตแกรมแสดงดังรูปที่ 4-10

จากกราฟฮิสโตแกรมเมื่อนำค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำการวัดในแต่ละวันมาวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมด 586 วัน พบว่ามีค่าความเบี่ยงเบนเฉลี่ยอยู่ที่ 2.06% และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรวม 24 เดือนจะอยู่ที่ 55.35% เมื่อนำมาเทียบกับค่าที่กำหนดควบคุมอยู่ที่ 40-60% ยังอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

4.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 1000 รวม 24 เดือน

4.4.1 นำข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของคลาส 1000 รวม 24 เดือน มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4-11



รูปที่ 4-11 ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิคลาส 1000 รวม 24 เดือน

จากภาพวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากสมการการถดถอยเชิงเส้นพบว่า แกน X เป็นตัวแปรต้นคืออุณหภูมิ(X) ส่วน แกน Y เป็นตัวแปรตามคือ ความชื้นสัมพัทธ์ (Y)แปลความจากกราฟได้ว่าความค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของคลาส 1000 รวม 24 เดือน มีความสัมพันธ์กันกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 1000 รวม 24 เดือน ในทางตรงกันข้ามสังเกตจากค่าความชันเป็นลบ ดังสมการ ที่ 4-2

$$y = -1.1499x + 80.17 \text{ ----------[4-2]}$$

เมื่อค่าอุณหภูมิ (X)เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์(Y)ลดลง

จากนั้นพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Minitab ให้ สมมติฐานของการทดสอบเป็นดังนี้คือ

H_0: $\rho = 0$ (ตัวแปรX และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

H_1: $\rho \neq 0$ (ตัวแปรX และ Y มีความสัมพันธ์กัน)

ที่ระดับนัยสำคัญคือที่ 0.05 ความเชื่อมั่นที่ 95% ได้ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์และค่านัยสำคัญจากโปรแกรม Minitab ดังรูปที่ 4-12

Correlations: TempCR1000, HumidCR1000

Pearson correlation of TempCR1000 and HumidCR1000 = -0.242
P-Value = 0.000

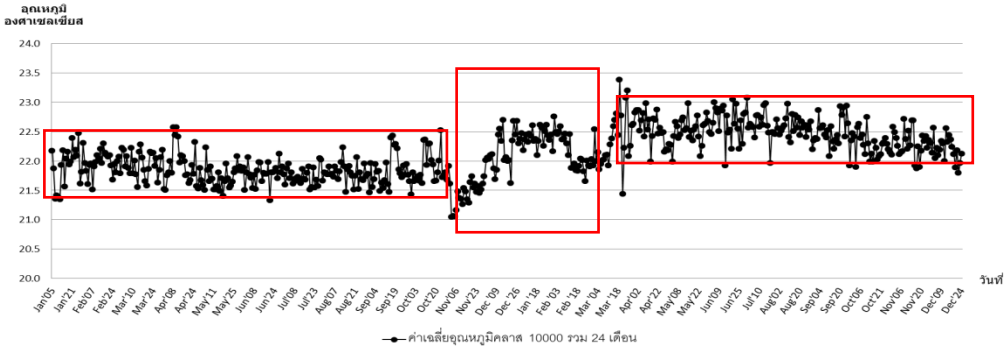
รูปที่ 4-12 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันและระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม 24 เดือน

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 รวม พบว่าค่าระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.00 จึงปริเสธสมมติฐานศูนย์ (H_0) และยอมรับ(H_1) เมื่อผลลัพธ์ของการทดสอบมีค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า 0.05 คือค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กันจริงอย่างมีนัยสำคัญและค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ -0.242 บอกว่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 10000 รวม 24 เดือน

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิคลาส 10000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Excel

เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel แล้วพล๊อตกราฟเส้นผลดังรูปที่ 4-13



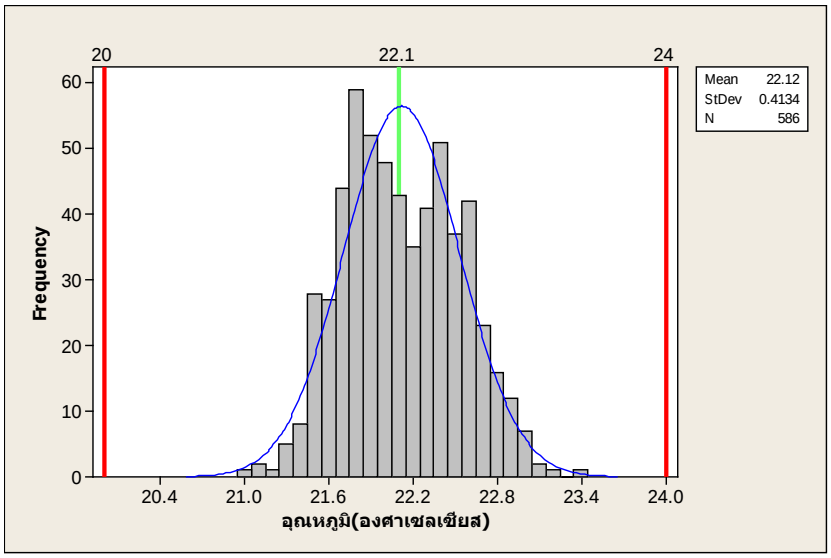
รูปที่ 4-13 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 10000 รวม 24 เดือน

จากการพิจารณาพฤติกรรมค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของคลาส 10000 รวม 24 เดือน นั้นพบว่าการแกว่งของอุณหภูมิมีขึ้นลงแบ่งได้ 3 ช่วงข้อมูลจากกราฟ ช่วงแรกการแกว่งตัวของข้อมูล

ค่อนข้างน้อยเฉลี่ยอยู่ที่ 21.8 องศาเซลเซียส จากนั้นช่วงที่สอง การแกว่งตัวของอุณหภูมิมีการแกว่งตัวเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยจนคงตัวเฉลี่ยอยู่ที่ 22.2 องศาเซลเซียส ในช่วงที่สามการแกว่งตัวของอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ทำให้ค่าเฉลี่ยรวมมีการปรับสูงขึ้นเล็กน้อยอยู่ที่ 22.5 องศาเซลเซียส

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิคลาส 10000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Minitab

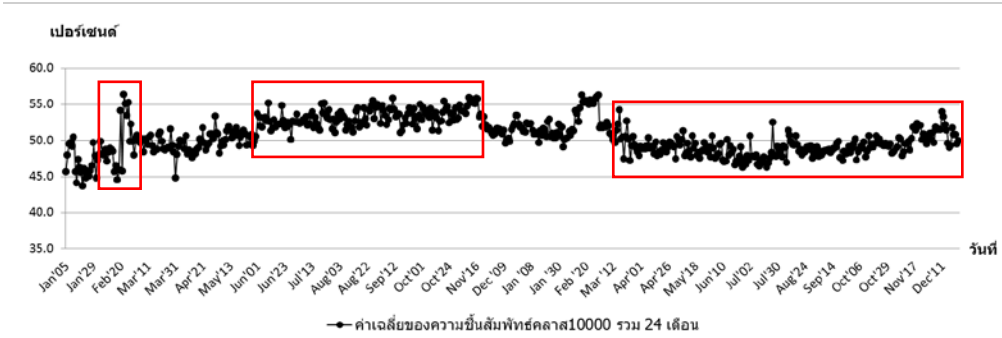
เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab แล้วพล๊อตฮิสโตแกรมดังรูปที่ 4-14



รูปที่ 4-14 ค่าเฉลี่ยรวมอุณหภูมิคลาส 10000 รวม 24 เดือน

จากรูปที่ 4-14 ฮิสโตแกรมแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของคลาส 10000 รวม 24 เดือน เมื่อนำค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ทำการวัดในแต่ละวันมาวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมด 586 ข้อมูล พบว่ามีค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.41 และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรวมจะอยู่ที่ 22.1 องศาเซลเซียสเมื่อนำมาเทียบกับค่าที่กำหนดควบคุมอยู่ที่ 20 – 24 องศาเซลเซียสยังอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

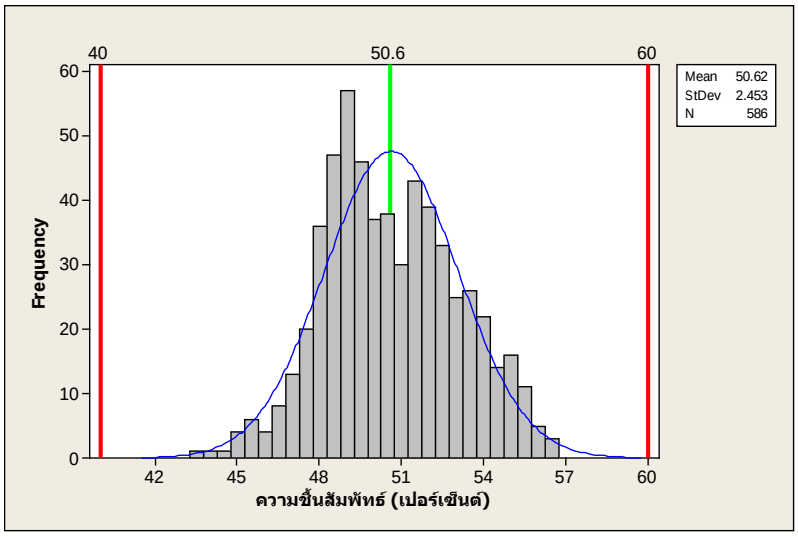
4.5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Excel เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel แล้วพล๊อตกราฟเส้นผลดังรูปที่ 4-15



รูปที่ 4-15 ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 รวม 24 เดือน

จากกราฟเส้นพบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ชัดเจนออกเป็น 3 ช่วงคือช่วง คือในช่วงแรกวัดค่าควมชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 44.6 % จากนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 56.4% ช่วงที่สองค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่โดยรวมอยู่ที่ 53.2 % จากนั้นในช่วงที่สามมีการปรับค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ลดลงโดยรวมอยู่ที่ 49.2 % ยังคงอยู่ในเกณฑ์การควบคุมที่ 40-60%

4.5.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 รวม 24 เดือน ด้วยโปรแกรม Minitab เมื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab แล้วพล๊อตฮิสโตแกรมดังรูปที่ 4-16

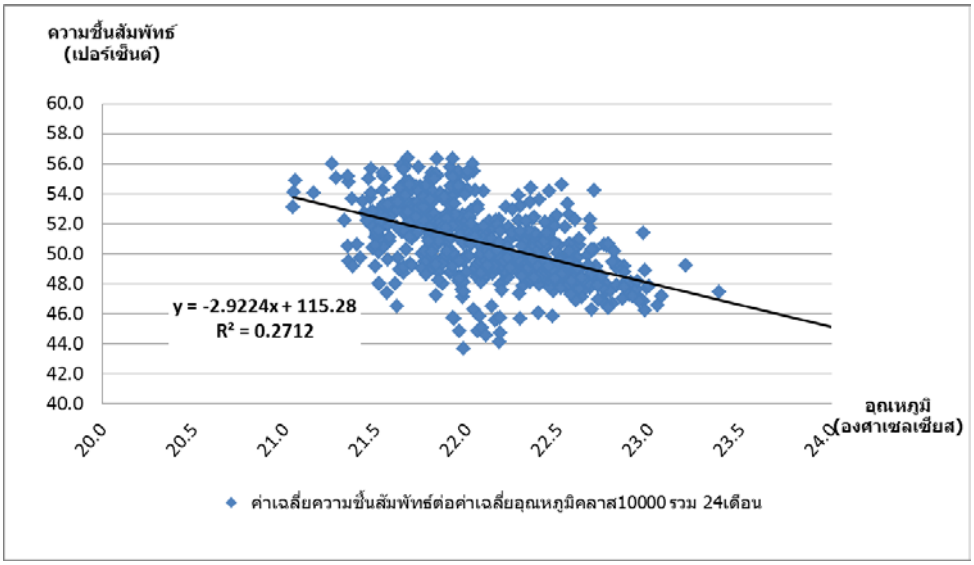


รูปที่ 4-16 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 รวม 24 เดือน

จากฮิสโตแกรมเมื่อนำค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำการวัดในแต่ละวันมาวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมด 586 ข้อมูล พบว่ามีค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยอยู่ที่ 2.45 และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย รวม 24เดือนจะอยู่ที่ 50.6% เมื่อนำมาเทียบกับค่าที่กำหนดควบคุมอยู่ที่ 40-60% ยังอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

4.6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสะอาดคลาส 10000 รวม 24 เดือน

4.6.1 นำข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของคลาส 10000รวม 24 เดือน มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4-17



รูปที่ 4-17 กราฟความสัมพัทธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของคลาส 10000 รวม 24 เดือน

จากภาพวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากสมการการถดถอยเชิงเส้นพบว่า แกน X เป็นตัวแปรต้นคืออุณหภูมิ(X) ส่วน แกน Y เป็นตัวแปรตามคือ ความชื้นสัมพัทธ์ (Y)แปลความจากกราฟได้ว่าความค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของคลาส 10000 รวม 24 เดือน มีความสัมพันธ์กันกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 10000 รวม 24 เดือน ในทางตรงกันข้ามสังเกตจากค่าความชันมีค่าเป็นลบ ดังสมการ ที่ 4-3

$$y = -2.9224x + 115.28 \text{ ----------[4-3]}$$

เมื่อค่าอุณหภูมิ (X)เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์(Y)ลดลง

จากนั้นพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Minitab ให้ สมมติฐานของการทดสอบเป็นดังนี้คือ

H_0: $\rho = 0$ (ตัวแปรX และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

H_1: $\rho \neq 0$ (ตัวแปรX และ Y มีความสัมพันธ์กัน)

ที่ระดับนัยสำคัญคือที่ 0.05 ความเชื่อมั่นที่ 95% ได้ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์และค่านัยสำคัญจากโปรแกรม Minitab ดังรูปที่ 4-18

Correlations: TempCR10000, HumidCR10000

Pearson correlation of TempCR10000 and HumidCR10000 = -0.521
P-Value = 0.000

รูปที่ 4-18 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันและระดับนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 รวม 24 เดือน

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 รวม 24 เดือน พบว่าค่าระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.00 จึงปริเสธสมมติฐานศูนย์(H_0) และยอมรับ(H_1) เมื่อผลลัพธ์ของการทดสอบมีค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า 0.05 คือค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กันจริงอย่างมีนัยสำคัญและค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ -0.521 บอกว่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

4.7 พิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ว่าสามารถปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น 1 องศาได้หรือไม่

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรวม 24 เดือน ได้ผลสรุปดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 สรุปค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์และสมการถดถอยเชิงเส้นอย่าง

คลาส100	**รวม 24 เดือน**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	22.1
ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์	47.7
สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	y = - 4.2553x + 142.11
คลาส1000	**รวม 24 เดือน**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	21.5
ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์	55.3
สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	y = -1.1499x + 80.17
คลาส10000	**รวม 24 เดือน**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	22.1
ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์	50.6
สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	y = -2.9224x + 115.28

จากสมการการถดถอยนำมาพยากรณ์ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไปว่ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุมหรือไม่หากเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส โดยการนำข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิแต่ละปีมาบวกเพิ่ม 1 องศาเซลเซียสจะได้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรวมค่าใหม่ จากนั้นนำไปแทนในสมการการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเพื่อดูค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไป ได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การคำนวณค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์หลังจากปรับอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส

คลาส100	**รวม 24 เดือน**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	22.1+1 = 23.1
สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	y = - 4.2553(23.1) + 142.11
ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ หลังปรับอุณหภูมิขึ้น 1องศาเซลเซียส	43.80%
คลาส1000	**รวม 24 เดือน**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	21.5+1 = 22.5
สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	y = -1.1499(22.5) + 80.17
ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ หลังปรับอุณหภูมิขึ้น 1องศาเซลเซียส	54.20%
คลาส10000	**รวม 24 เดือน**
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	22.1+1 = 23.1
สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	y = -2.9224(23.1) + 115.28
ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ หลังปรับอุณหภูมิขึ้น 1องศาเซลเซียส	47.70%

จากตารางที่ 4-2 นำค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้ใหม่เทียบกับค่าควบคุมของห้องสะอาดที่อุณหภูมิทุกคลาสควบคุมอยู่ที่ 20-24 องศาเซลเซียส และค่าควบคุมของความชื้นสัมพัทธ์ที่ใช้ควบคุมของห้องสะอาดทุกคลาสควบคุมอยู่ที่ 40%-60% พบว่ายังสามารถปรับอุณหภูมิเพิ่มได้อีก 1 องศาเซลเซียส จากผลการคำนวนเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 1 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิใหม่และค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ใหม่ยังอยู่ในเกณฑ์การควบคุมที่ให้งานของห้องสะอาดอยู่ ดังนั้นทุกคลาสสามารถปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้นได้อีก 1 องศาเซลเซียส โดยที่ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ยังอยู่ในเกณฑ์การควบคุม

4.8 คำนวณหาผลประหยัดพลังงานของห้องสะอาดก่อนและหลังการปรับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 ขึ้น 1 องศาเซลเซียส และปรับค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 ขึ้น 1%

จากข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ มีสัดส่วนการให้ปริมาณไฟฟ้าแยกตามระบบพบว่าระบบปรับอากาศฝ่ายผลิตมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 40.35% ในปี 2552 และ มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าคิดเป็น 41.68% ในปี 2553 ดังนั้นหากต้องการทราบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศฝ่ายผลิตที่อยู่ในส่วนของห้องสะอาดนั้นจะต้องทราบปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงานแล้วนำมาหาค่าประมาณของการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศของห้องสะอาด

เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์นี้ได้มีการบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงงานแบบรายเดือนไว้ รวม 24 เดือน ในปี 2552 และ ปี 2553 ไว้ แสดงดังตารางที่ 4-3 และ 4-4 จากนั้นสามารถคำนวณหาปริมาณไฟฟ้าของระบบปรับอากาศฝ่ายผลิต

ตารางที่ 4-3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโรงงานตัวอย่างในปี 2552

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย (บาท)		
ม.ค.	800.40	802.00	766.00	106,397.17	372,954.00	692,918.56	1,224,842.73	3.28
ก.พ.	812.20	799.10	734.30	107,965.75	344,336.00	665,341.19	1,168,673.35	3.39
มี.ค.	748.70	782.50	685.70	99,524.69	464,146.00	840,769.58	1,459,199.53	3.14
เม.ย.	836.90	752.60	717.20	111,249.12	424,323.00	745,693.41	1,337,373.35	3.15
พ.ค.	762.70	755.50	763.40	101,385.71	467,899.00	801,869.56	1,423,473.87	3.04
มิ.ย.	732.80	723.40	691.50	97,411.10	440,533.00	817,063.65	1,414,985.34	3.21
ก.ค.	753.40	741.50	751.20	100,149.46	465,015.00	829,388.18	1,448,607.08	3.12
ส.ค.	736.00	727.60	723.30	97,836.48	479,025.00	839,163.13	1,470,343.62	3.07
ก.ย.	748.50	729.70	713.00	99,498.11	461,387.00	845,006.52	1,460,963.42	3.17
ต.ค.	759.10	819.20	749.70	100,907.16	462,328.00	837,946.34	1,455,881.88	3.15
พ.ย	759.00	754.80	728.40	100,893.87	440,903.00	808,515.94	1,409,932.27	3.20
ธ.ค.	769.10	720.50	741.00	102,236.46	398,382.00	729,512.07	1,284,726.79	3.22
รวม				1,225,455.1	5,221,231.00	9,453,188.13	16,559,003.23	
เฉลี่ย				102,121.26	435,102.58	787,765.68	1,379,916.94	3.18

ตารางที่ 4-4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโรงงานตัวอย่างในปี 2553

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย (บาท)		
ม.ค.	756.00	761.20	743.30	100,495.08	437,456	790,558.03	1,386,877.09	3.17
ก.พ.	765.90	761.70	736.80	101,811.09	428,248	777,087.92	1,346,789.30	3.14
มี.ค.	746.20	731.60	723.90	99,192.37	474,216	868,123.25	1,497,888.38	3.16
เม.ย.	736.10	733.10	711.70	97,849.77	426,833	742,577.71	1,322,187.86	3.10
พ.ค.	758.80	741.90	730.70	100,867.28	451,000	791,327.56	1,395,044.46	3.09
มิ.ย.	740.80	727.20	744.30	98,474.54	449,709	830,864.80	1,426,138.96	3.17
ก.ค.	761.00	743.80	719.20	101,159.73	430,141	773,084.47	1,361,647.62	3.17
ส.ค.	808.80	797.80	768.00	107,513.78	473,817	854,429.73	1,491,820.29	3.15
ก.ย.	778.30	759.20	739.70	103,459.42	470,889	862,828.77	1,493,539.12	3.17
ต.ค.	777.40	781.90	769.00	103,339.78	458,740	829,586.51	1,446,048.91	3.15
พ.ย	836.00	812.40	817.20	111,129.48	474,241	867,360.82	1,507,542.88	3.18
ธ.ค.	777.70	769.70	754.30	103,379.66	430,585	771,857.80	1,364,140.38	3.17
รวม				1,228,671.99	5,405,875.00	9,759,687.37	17,039,665.25	
เฉลี่ย				102,389.33	450,489.58	813,307.28	1,419,972.10	3.15

จากนั้นนำข้อมูลไฟฟ้ามีจาก 23 เดือนมาทำการคำนวณหาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันทำงานของแต่ละเดือน เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์แบบสมการถดถอยพหุคูณ กับตัวแปรอิสระ คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ และ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 ที่เป็นตัวแทนของทุกคลาส เพื่อให้ได้สมการต้นแบบเพื่อพยากรณ์ค่าไฟฟ้าของเดือนที่ 24

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์ได้ดังสมการที่ 4-4 และรูปที่ 4-19

Regression Analysis: ค่าไฟฟ้า versus Temp CR 100, Humid CR 100

The regression equation is
ค่าไฟฟ้า = 258236 - 9696 Temp CR 100 - 415 Humid CR 100

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	258236	95649	2.70	0.014
Temp CR 100	-9696	4107	-2.36	0.029
Humid CR 100	-414.7	215.9	-1.92	0.069

S = 1833.37 R-Sq = 25.1% R-Sq(adj) = 17.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	22480059	11240029	3.34	0.056
Residual Error	20	67224879	3361244		
Total	22	89704938			

Source	DF	Seq SS
Temp CR 100	1	10074636
Humid CR 100	1	12405423

รูปที่ 4-19 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถดถอยแบบพหุคูณ

ค่าไฟฟ้า = 258236 - 9696 Temp CR 100 - 415 Humid CR 100 ------[4-4]

จากนั้นทำการทดสอบสมการต้นแบบโดยการคำนวณแทนค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100ของเดือนที่ 24 และ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 ของเดือนที่ 24 ลงในสมการต้นแบบ ได้ผลดังสมการที่ 4-5

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันของเดือนที่ 24 = 258236-(9696*22.3)-(415*47.4) ----------[4-5]

= 22,344 บาทต่อวัน

เมื่อนำมาเทียบกับค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันในเดือนที่ 24 พบว่าผลการพยากรณ์ค่าไฟฟ้าจากสมการต้นแบบมีความผิดพลาดอยู่ประมาณ 19.8 %

จากนั้นลองแทนค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 ที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส และแทนค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้น 1% ลงในสมการต้นแบบเพื่อพยากรณ์ค่าไฟฟ้าที่จะเปลี่ยนไปในแต่ละเดือน สรุปได้ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 สรุปการพยากรณ์ผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากสมการต้นแบบก่อนและหลังการปรับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและปรับค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ คลาส 100

สมการถดถอยพหุคูณต้นแบบ : ค่าไฟฟ้าต่อวัน = 258236 - 9696 Temp CR 100 - 415 Humid CR 100												
เดือน	ค่าไฟฟ้า (บาท/วัน)	วันทำงาน	Temp (^{o}C) CR 100	Humid CR 100	Temp+1 ^{o}C	Humid+1%	พยากรณ์ค่าไฟฟ้าก่อนปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ขึ้น	diff	%error	พยากรณ์ค่าไฟฟ้าหลังปรับอุณหภูมิและความชื้นขึ้น	อาจจะประหยัดได้ (บาท/วัน)	อาจจะประหยัดได้ (บาท/เดือน)
1	23,534	21	22.3	46.1	23.3	47.1	23,339	195	0.8%	13,228	10,306	216,431
2	20,503	23	22.1	49.0	23.1	50.0	23,612	(3,110)	-15.2%	13,501	7,001	161,031
3	21,028	28	22.2	45.8	23.2	46.8	23,888	(2,860)	-13.6%	13,777	7,251	203,029
4	21,585	25	22.2	45.5	23.2	46.5	23,655	(2,070)	-9.6%	13,544	8,041	201,025
5	22,975	25	22.3	45.6	23.3	46.6	22,790	185	0.8%	12,679	10,296	257,390
6	22,838	25	22.4	48.0	23.4	49.0	21,573	1,265	5.5%	11,462	11,376	284,400
7	21,649	27	22.3	48.8	23.3	49.8	22,068	(419)	-1.9%	11,957	9,692	261,673
8	20,458	29	22.2	50.0	23.2	51.0	22,413	(1,955)	-9.6%	12,302	8,156	236,526
9	21,833	27	22.1	50.3	23.1	51.3	22,896	(1,062)	-4.9%	12,785	9,049	244,315
10	24,477	24	22.3	49.6	23.3	50.6	21,648	2,829	11.6%	11,537	12,940	310,563
11	22,756	25	22.0	49.8	23.0	50.8	24,065	(1,309)	-5.8%	13,954	8,802	220,052
12	27,284	19	21.9	50.3	22.9	51.3	24,611	2,673	9.8%	14,500	12,784	242,888
13	25,133	23	22.1	50.3	23.1	51.3	23,346	1,786	7.1%	13,235	11,897	273,635
14	22,454	25	22.1	51.1	23.1	52.1	22,937	(483)	-2.2%	12,826	9,628	240,704
15	22,297	28	22.1	49.3	23.1	50.3	23,647	(1,350)	-6.1%	13,536	8,761	245,303
16	23,960	23	22.1	47.4	23.1	48.4	24,230	(270)	-1.1%	14,119	9,841	226,349
17	25,281	23	22.2	46.3	23.2	47.3	23,918	1,362	5.4%	13,807	11,473	263,882
18	23,777	25	22.2	45.8	23.2	46.8	23,812	(35)	-0.1%	13,701	10,076	251,899
19	27,025	21	22.2	46.0	23.2	47.0	23,936	3,089	11.4%	13,825	13,200	277,203
20	27,034	23	22.0	46.3	23.0	47.3	25,539	1,495	5.5%	15,428	11,606	266,941
21	23,943	26	22.1	45.3	23.1	46.3	25,093	(1,150)	-4.8%	14,982	8,961	232,978
22	25,113	24	22.2	45.7	23.2	46.7	24,389	724	2.9%	14,278	10,835	260,049
23	25,134	25	22.1	47.3	23.1	48.3	24,337	797	3.2%	14,226	10,908	272,693
24	28,429	20	22.3	47.4	23.3	48.4	22,810	5,619	19.8%	12,699	15,730	314,599
											248,610	**5,965,556**

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ในเชิงสถิตินั้นสามารถทำให้ทราบถึงศักยภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศภายในห้องสะอาดได้โดยการสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของข้อมูลจากกราฟเส้นซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ อีกทั้งจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองสมการการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายนั้นยังสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้นั้นมาเป็นส่วนประกอบในการพิจารณาปรับปรุงการใช้พลังงานในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ และจากสมการถดถอยพหุคูณต้นแบบที่ได้จากความสัมพันธ์ของ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่ปรับขึ้น 1 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ปรับขึ้น 1 % ผลการพยากรณ์ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันโดยรวมจะมีค่าลดลงเมื่อแทนค่าลงในสมการต้นแบบ คำนวณผลที่คาดว่าจะประหยัดได้หลังการปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใน 24 เดือนคือ 5,965,556 บาท

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในตอนแรก และ ได้ประโยชน์จากการนำวิธีการเชิงสถิติมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของข้อมูลได้ง่ายขึ้น และสามารถตรวจจับความผิดปกติของข้อมูลที่บันทึกได้ในระดับหนึ่ง หากนำวิธีการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้จะช่วยให้อุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ อาจจะสามารถลดต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตได้โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นระบบปรับอากาศของห้องสะอาดที่พบว่ามีการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด และจากผลการประหยัดที่ได้จะช่วยให้อุตสาหกรรมผู้ผลิตสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการดำเนินการทางธุรกิจได้โดยเฉพาะเรื่องของราคาต้นทุนของสินค้าที่ต่ำลง ทำให้สามารถแข่งขันทางการตลาดได้ จากการวิจัยนี้มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอยล์ มอเตอร์ ที่มีกระบวนการผลิตในห้องสะอาดที่จะใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมและส่งเสริมเรื่องภาพลักษณ์ของอุตสาหกรรมผลิต วอยซ์ คอย มอเตอร์ ในเรื่องการประหยัดพลังงานได้ต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อมูลบันทึกผลของค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์นั้นเป็นค่าที่เกี่ยวข้องโดยตรงมากที่สุดกับเครื่องปรับอากาศฝ่ายผลิตก่อนนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ควรตรวจสอบข้อมูลให้มั่นใจว่าไม่มีความผิดพลาดจากการพิมพ์ผิดหรือบันทึกค่าที่ผิดเพราะจะมีผลในการแปลผลของข้อมูลผิดเพี้ยนได้ การวิเคราะห์ข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นี้เป็นประโยชน์มากหากนำหลักการเชิงสถิติมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าว เพื่อพิจารณาถึงพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปโดยกราฟควบคุม เพื่อง่ายต่อการตรวจจับความผิดปกติของข้อมูลที่ทำการจดบันทึกไว้ และทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศว่ายังทำงานได้ดี ทำให้ค่าอุณหภูมิคงที่อยู่หรือไม่จากการวิเคราะห์จากกราฟ

การวิจัยนี้เน้นการเก็บข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ในแง่ของความเป็นจริงควรคำนึงถึงเรื่องค่าวัดได้ที่เป็นค่าสุงสุด และ ค่าต่ำสุดด้วยในการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

ในการวิจัยนี้วิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบแยกคลาสเพื่อใช้อ้างอิงและให้เห็นผลที่ชัดเจนมากขึ้นในแต่ละคลาสและในแง่ของขอบเขตนั้นจะเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องของพลังงานเป็นหลักไม่ได้เน้นในเชิงคุณภาพที่อาจจะกระทบต่อผลิตภัณฑ์

จากสมการต้นแบบถดถอยพหุคูณที่ได้จากข้อมูลวิเคราะห์นั้นพบว่ายังมีค่าความผิดพลาดสูงสุดที่ 19.8% ในการพยากรณ์ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย เนื่องจากค่าความชื่อมั่นของสมการต้นแบบที่ได้นั้นมีค่าความชื่อมั้นที่ 17.6% ถือว่าค่อนข้างต่ำเพราะยังมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันนั้นเปลี่ยนไปอีกหลายตัวแปรที่นอกเหนือจาก อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.2553,สาระน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน,สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน.กระทรวงพลังงาน

ทรงศิริ แต้สมบัติ.2541.การวิเคราะห์การถดถอย.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัญชลา สุดตาชาติ.Minitab for Product Quality.[online].2555 . แหล่งที่มา: http://eng.sut.ac.th/neweng/index.php [3 กันยายน 2555].

โซลูชั่น เซ็นเตอร์.Minitab.[online].2555.แหล่งที่มา: http://www.solutioncenterminitab.com/web2010/index.php?option=com_content&view=article&id=3:minitab16&catid=2:products&Itemid=38 [10 กันยายน 2555].

ทวี เวชพฤติ และกิตติพงษ์ เตมียะประดิษฐ์.2531, การออกแบบห้องสะอาด (Design of Clean Room). สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ธิบดินทร์ แสงสว่าง.2555.ความสบายเชิงความร้อน.คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ธีรศักดิ์ สงวนมานะศักดิ์.2554. การศึกษาและเปรียบเทียบห้องสะอาดแบบผนังอ่อนกับห้องสะอาดแบบมาตรฐาน คลาส 100 ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เพื่อการลดต้นทุน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.สาขาวิศวกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วริทธ์ อึ้งภากรณ์.2552,คู่มือการออกแบบห้องสะอาด,โครงการสนับสนุนการเขียนตำรา หนังสือของคณาจารย์ . คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิเชียร ตรีรัตนวณิช.2541.ระบบควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบตามเวลาจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรุติพงศ์.รวมเล่ม SPSS.[online].2555. แหล่งที่มา :http://www.saruthipong.com/port/document/299-705/299-705-4.pdf [15 กันยายน 2555].

ศิริกัลยา สุวจิตรานนท์.2554.เทคโนโลยีการจัดการและอนุรักษ์พลังงาน.พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีสุดา จงสิทธิผล. 2555, การวิเคราะห์การถดถอย, ศูนวิทยบริการกรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศุภกิจ บัณฑิตธรรมกุล,สราวุติ ราชวงษ์,อานนท์ จันตา.2551,เรื่องผลของการปรับอุณหภูมิที่มีต่อความรู้สึกสบายในห้องปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงาน , วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา.Clean room.[online].2555.
แหล่งที่มา:http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_2_001c.asp?info_id=214 [30 กันยายน 2555].

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสุขภาพ.[Online].2555.
แหล่งที่มา : http://intraserver.nurse.cmu.ac.th/mis/download/course/lec_567730_lesson_07.pdf[20 กันยายน 2555].

สถิติแห่งชาติ,สำนักงาน.e-StatLearning.[online].2555.
แหล่งที่มา:http://service.nso.go.th/nso/knowledge/estat/esta1_4.html.[28 กันยายน 2555].

อุมาวดี นุชนิยม.2547.ปัจจัยสำคัญต่อการนำเทคนิคการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมประสงค์ เสนารัตน์.การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ.[online].2555.
แหล่งที่มา:http://www.learners.in.th/blogs/posts/366415[1 ตุลาคม 2555].

ภาษาอังกฤษ

ASHRAE,1992. Standard 55-92,Thermal Environmental Condition for Human Occupancy, American Society of Heating , Refrigerating, and air conditioning Engineers,Atlanta,pp.3-14.

Hinkle,D.E, William, W. and Stephen G.J.1998. Applied Statistics for the Behavior Sciences. 4th ed.New York: Houghton Mifflin.

International Standard ISO 14644-1 Cleanroom and associated controlled environments – Part 1 : Classification of air cleanliness. May 1, 1999.

Jay Devore and Roxy Peck, Statistics : The Expolration and Analysis of Data. Pacific Grove, CA: Duxbury, 2001,p.141).

U.S. Federal Standard 209E, Airborne Particulate Cleanliness Classes in Clean-rooms and Clean Zones, Technical report, General Services Administration, Washington, DC, 1992; withdrawn 29 November 2001.

William Whyte.2010. Secound Edition, Cleanroom Technology : Fundamentals of Design, Test and operation.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 ปี 2552

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคลาส 100 ปี 2552																													
Jan'05	Jan'06	Jan'07	Jan'08	Jan'09	Jan'10	Jan'12	Jan'13	Jan'14	Jan'15	Jan'16	Jan'19	Jan'20	Jan'21	Jan'22	Jan'23	Jan'24	Jan'28	Jan'29	Jan'30	Jan'31									
22.3	22.2	22.1	22.3	22.1	22.2	22.1	22.4	22.4	22.2	22.3	22.2	22.1	22.3	22.1	22.5	22.4	22.2	22.3	22.1	22.5									
Feb'02	Feb'03	Feb'04	Feb'05	Feb'06	Feb'07	Feb'10	Feb'11	Feb'12	Feb'13	Feb'14	Feb'16	Feb'17	Feb'18	Feb'19	Feb'20	Feb'21	Feb'23	Feb'24	Feb'25	Feb'26	Feb'27	Feb'28							
22.3	22.1	22.0	22.3	22.3	22.0	22.3	22.0	22.0	21.9	22.0	22.0	22.1	22.1	21.9	22.4	22.1	22.0	22.1	22.0	22.1	22.1	22.3							
Mar'01	Mar'02	Mar'03	Mar'04	Mar'05	Mar'06	Mar'07	Mar'09	Mar'10	Mar'11	Mar'12	Mar'13	Mar'14	Mar'15	Mar'16	Mar'17	Mar'18	Mar'19	Mar'20	Mar'21	Mar'23	Mar'24	Mar'25	Mar'26	Mar'27	Mar'28	Mar'30	Mar'31		
22.0	22.2	22.5	22.2	22.1	22.2	22.3	22.3	22.2	22.1	22.3	22.2	22.2	22.3	22.2	22.3	22.2	22.2	22.3	22.2	22.3	22.2	22.2	22.3	22.1	22.2	22.2	22.1		
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'10	Apr'11	Apr'16	Apr'17	Apr'18	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'27	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'30					
22.2	22.3	22.3	22.2	22.2	22.2	22.1	22.0	22.3	22.1	22.3	22.2	22.1	22.2	22.4	22.1	22.2	22.4	22.4	22.2	22.2	22.6	22.4	22.3	22.4					
May'02	May'04	May'05	May'06	May'07	May'09	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'16	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'23	May'24	May'25	May'26	May'27	May'28	May'29	May'30					
22.3	22.4	22.4	22.5	22.3	22.3	22.3	22.5	22.4	22.3	22.5	22.5	22.2	22.2	22.2	22.4	22.4	22.5	22.5	22.3	22.3	22.3	22.2	22.1	22.1					
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'06	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'13	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'19	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'27	Jun'29	Jun'30					
22.4	22.4	22.3	22.4	22.4	22.3	22.4	22.4	22.4	22.4	22.6	22.3	22.4	22.1	22.3	22.2	22.3	22.2	22.4	22.5	22.4	22.3	22.4	22.3	22.4					
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'04	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'11	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'17	Jul'18	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'24	Jul'27	Jul'28	Jul'29	Jul'30	Jul'31			
22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.5	22.3	22.4	22.3	22.5	22.3	22.5	22.2	22.3	22.4	22.2	22.3	22.2	22.0	22.2	22.3	22.1	22.1	22.2	22.1	22.0			
Aug'01	Aug'02	Aug'03	Aug'04	Aug'05	Aug'06	Aug'07	Aug'08	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'12	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'22	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'29	Aug'31	
22.1	22.1	22.3	22.3	22.3	22.4	22.1	22.2	22.1	22.3	22.2	22.3	22.2	22.1	22.1	22.2	22.1	22.3	22.0	22.2	22.3	22.1	22.3	22.1	22.1	22.1	22.2	22.1	22.0	
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'12	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'19	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'26	Sep'28	Sep'29	Sep'30			
22.3	22.2	22.2	22.3	22.1	22.0	22.0	22.0	21.9	21.9	22.0	22.0	22.1	22.1	22.3	22.3	22.3	22.4	22.1	22.1	22.1	22.3	21.9	22.2	22.1	22.1	22.0			
Oct'01	Oct'02	Oct'03	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'10	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'24	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30						
22.3	22.1	22.3	22.6	22.6	22.4	22.7	22.6	22.8	22.1	22.4	22.2	22.5	22.3	22.4	22.0	22.4	22.0	21.9	22.1	22.1	22.0	22.0	22.0						
Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'14	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'26	Nov'27	Nov'28	Nov'29	Nov'30					
22.3	22.1	22.1	22.1	22.0	22.2	22.1	22.2	22.2	22.1	22.3	22.1	22.0	22.3	21.8	21.9	21.6	21.9	21.8	21.8	21.8	21.9	22.0	22.0	22.0					
Dec '01	Dec '02	Dec '03	Dec '04	Dec '08	Dec '09	Dec '11	Dec '12	Dec '14	Dec '15	Dec '16	Dec '17	Dec '18	Dec '21	Dec '22	Dec '23	Dec '24	Dec '25	Dec '26											
21.9	21.9	21.9	21.7	21.8	22.0	22.0	22.0	21.9	22.0	22.0	22.0	22.0	21.8	22.1	21.9	22.0	22.0	22.2											

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 1000 ปี 2552

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคลาส 1000 ปี 2552																														
Jan'05	Jan'06	Jan'07	Jan'08	Jan'09	Jan'10	Jan'12	Jan'13	Jan'14	Jan'15	Jan'16	Jan'19	Jan'20	Jan'21	Jan'22	Jan'23	Jan'24	Jan'28	Jan'29	Jan'30	Jan'31										
21.5	22.0	21.4	20.6	21.7	21.3	21.4	22.2	21.1	21.8	22.6	22.3	22.1	21.8	21.6	21.5	21.1	21.8	21.8	21.6	21.3										
Feb'02	Feb'03	Feb'04	Feb'05	Feb'06	Feb'07	Feb'10	Feb'11	Feb'12	Feb'13	Feb'14	Feb'16	Feb'17	Feb'18	Feb'19	Feb'20	Feb'21	Feb'23	Feb'24	Feb'25	Feb'26	Feb'26	Feb'26	Feb'27	Feb'28						
21.8	21.5	21.1	21.2	21.3	21.8	21.7	22.8	22.7	22.3	21.9	21.9	22.4	22.0	21.8	22.1	21.6	22.2	22.2	22.4	21.7	21.2	21.9	21.4	22.1						
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'10	Apr'11	Apr'16	Apr'16	Apr'17	Apr'18	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'29	Apr'30					
21.4	21.6	21.7	21.2	21.3	21.4	21.3	21.3	21.2	21.9	21.8	21.8	21.4	21.3	21.2	21.2	21.1	21.3	21.2	21.2	21.6	21.8	21.3	21.6	22.1	21.6					
May'02	May'04	May'05	May'06	May'07	May'09	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'16	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'23	May'24	May'25	May'26	May'27	May'28	May'29	May'29	May'30					
21.2	21.5	21.5	21.2	21.7	21.5	21.2	21.2	21.2	21.4	21.5	21.3	21.3	21.5	21.3	21.2	21.5	21.2	21.3	21.4	21.2	21.4	21.3	21.4	21.3	21.4					
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'06	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'13	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'19	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'27	Jun'29	Jun'30						
21.2	21.2	21.4	21.4	21.3	21.3	21.5	21.3	21.4	21.4	21.8	21.6	21.6	21.5	21.7	21.8	21.1	21.8	21.9	21.8	21.7	21.7	22.0	21.6	21.5						
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'04	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'11	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'17	Jul'18	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'24	Jul'27	Jul'28	Jul'29	Jul'30	Jul'31				
21.7	21.3	21.7	21.8	21.8	21.4	21.4	21.4	21.6	21.5	21.8	21.1	21.8	21.0	21.0	21.0	21.8	21.1	21.1	21.1	21.2	21.1	21.1	21.1	21.4	21.2	21.4				
Aug'01	Aug'02	Aug'03	Aug'04	Aug'05	Aug'06	Aug'07	Aug'08	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'12	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'22	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'29	Aug'31		
21.1	21.1	21.1	21.1	21.2	21.2	21.1	21.1	21.7	21.1	21.0	21.2	21.0	21.2	21.7	21.1	21.2	21.2	21.1	21.1	21.1	22.3	21.1	21.5	21.2	21.2	21.1	21.1	21.0		
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'12	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'19	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'26	Sep'28	Sep'29	Sep'30				
21.2	21.2	21.1	21.1	21.1	21.2	21.2	21.5	21.2	21.2	21.3	21.1	21.1	21.0	21.7	21.3	21.3	21.4	21.5	21.6	21.3	21.3	21.4	21.7	21.1	21.5	21.2				
Oct'01	Oct'02	Oct'03	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'10	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'24	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30							
21.8	21.6	21.9	21.5	21.7	21.5	21.5	22.7	21.6	21.7	21.9	21.5	21.9	21.6	21.4	21.3	21.4	21.4	22.2	21.5	21.1	21.2	21.7	21.8							
Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'14	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'26	Nov'27	Nov'28	Nov'29	Nov'30						
22.0	20.9	21.2	21.3	21.4	21.5	21.5	21.2	21.5	21.7	21.2	21.4	21.2	21.1	21.1	21.4	21.1	21.0	21.1	21.2	21.1	21.2	21.1	21.0	21.6						
Dec '01	Dec '02	Dec '03	Dec '04	Dec '08	Dec '09	Dec '11	Dec '12	Dec '14	Dec '15	Dec '16	Dec '17	Dec '18	Dec '21	Dec '22	Dec '23	Dec '24	Dec '25	Dec '26												
21.9	22.2	22.1	21.4	21.8	21.8	22.3	22.1	21.5	22.2	21.7	22.0	22.3	22.0	21.8	22.3	22.8	22.3	22.3												

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 10000 ปี 2552

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคลาส 10000 ปี 2552																																
Jan'05	Jan'06	Jan'07	Jan'08	Jan'09	Jan'10	Jan'12	Jan'13	Jan'14	Jan'15	Jan'16	Jan'19	Jan'20	Jan'21	Jan'22	Jan'23	Jan'24	Jan'28	Jan'29	Jan'30	Jan'31												
22.2	21.9	21.4	21.4	21.4	21.3	21.9	22.2	21.6	22.0	22.2	21.9	22.0	22.4	22.1	22.2	22.1	22.5	21.6	21.8	22.3												
Feb'02	Feb'03	Feb'04	Feb'05	Feb'06	Feb'07	Feb'10	Feb'11	Feb'12	Feb'13	Feb'14	Feb'16	Feb'17	Feb'18	Feb'19	Feb'20	Feb'21	Feb'23	Feb'24	Feb'25	Feb'26	Feb'27	Feb'28										
22.0	21.8	21.6	21.9	22.0	21.5	21.9	22.0	22.1	22.0	22.2	22.0	22.3	22.1	22.1	22.1	22.1	21.9	21.7	21.9	21.8	22.0	22.1										
Mar'01	Mar'02	Mar'03	Mar'04	Mar'05	Mar'06	Mar'07	Mar'09	Mar'09	Mar'10	Mar'11	Mar'12	Mar'13	Mar'14	Mar'15	Mar'16	Mar'17	Mar'18	Mar'19	Mar'20	Mar'21	Mar'23	Mar'24	Mar'25	Mar'26	Mar'27	Mar'28	Mar'30	Mar'31	Mar'31			
21.8	22.2	22.2	21.9	22.1	21.9	21.8	24.3	22.2	21.8	22.0	21.8	21.6	22.2	22.3	22.1	21.8	21.7	21.6	21.9	22.2	22.1	22.1	21.9	22.0	21.6	21.8	22.1	24.8	22.2			
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'10	Apr'11	Apr'16	Apr'16	Apr'17	Apr'18	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'29	Apr'30								
21.5	21.5	21.8	21.8	22.0	21.8	22.6	22.4	22.6	22.4	22.0	22.1	22.1	22.0	21.8	21.8	21.6	21.7	21.9	21.8	22.3	21.6	21.5	21.9	21.7	21.6							
May'02	May'04	May'05	May'06	May'07	May'09	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'16	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'23	May'24	May'25	May'26	May'27	May'28	May'29	May'29	May'30							
21.5	22.2	21.8	21.7	21.9	21.7	21.5	21.5	21.6	21.8	21.5	21.7	21.4	21.7	22.0	21.7	21.5	21.6	21.6	21.8	21.9	22.1	21.8	21.9	21.8	21.9							
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'06	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'13	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'19	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'27	Jun'29	Jun'30								
21.5	21.8	22.1	21.8	21.7	21.5	21.8	21.5	21.8	22.0	22.0	21.7	21.8	21.8	21.8	22.0	21.3	21.8	21.8	21.8	21.9	21.7	22.1	21.8	21.9								
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'04	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'11	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'17	Jul'18	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'24	Jul'27	Jul'28	Jul'29	Jul'30	Jul'31						
21.8	21.6	21.9	22.0	21.7	21.8	21.6	21.7	21.7	21.7	21.7	21.6	21.9	21.7	21.7	21.8	21.9	21.5	21.6	21.9	21.5	21.7	21.6	22.0	22.0	21.7	21.8						
Aug'01	Aug'02	Aug'03	Aug'04	Aug'05	Aug'06	Aug'07	Aug'08	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'12	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'22	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'29	Aug'31				
21.8	21.8	21.9	21.8	21.8	21.7	21.9	21.8	21.7	21.8	22.0	22.2	21.9	21.5	21.9	21.9	21.8	21.7	21.5	21.7	22.1	21.5	21.8	21.7	21.7	22.0	21.7	21.8	21.5				
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'12	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'19	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'26	Sep'28	Sep'29	Sep'30						
22.0	21.6	21.7	21.9	21.8	21.8	21.5	21.6	21.5	21.7	22.0	21.6	21.5	22.4	22.4	22.3	22.3	22.2	21.9	21.8	21.7	21.9	21.8	21.9	21.8	21.7	21.4						
Oct'01	Oct'02	Oct'03	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'10	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'24	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30									
21.8	21.7	21.7	21.7	21.7	21.8	21.6	22.4	22.4	21.9	22.3	22.3	22.0	21.9	21.7	21.7	21.8	22.0	22.5	21.7	21.8	21.8	21.7	21.9									
Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'14	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'26	Nov'27	Nov'28	Nov'29	Nov'30								
21.6	21.0	21.1	21.1	21.2	21.5	21.4	21.4	21.3	21.5	21.5	21.3	21.3	21.6	21.7	21.5	21.6	21.5	21.6	21.5	21.5	21.6	21.7	22.0	22.1								
Dec '01	Dec '02	Dec '03	Dec '04	Dec '08	Dec '09	Dec '11	Dec '12	Dec '14	Dec '15	Dec '16	Dec '17	Dec '18	Dec '21	Dec '22	Dec '23	Dec '24	Dec '25	Dec '26														
22.0	22.1	22.1	21.9	21.7	21.8	22.4	22.5	22.3	22.7	22.0	22.1	22.0	22.0	21.6	22.3	22.7	22.4	22.7														

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 100 ปี 2553

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคลาส 100 ปี 2553																													
Jan'04	Jan '05	Jan '06	Jan '07	Jan '08	Jan '09	Jan '11	Jan '12	Jan '13	Jan '14	Jan '15	Jan '16	Jan '18	Jan '19	Jan '20	Jan '21	Jan '22	Jan '25	Jan '26	Jan '27	Jan '28	Jan '29	Jan '30					
22.3	21.8	21.9	22.2	22.1	22.1	22.0	22.1	22.2	22.1	22.0	22.3	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.2	22.2	22.1	22.0	21.9	22.0					
Feb '01	Feb '02	Feb '03	Feb '04	Feb '05	Feb '06	Feb '08	Feb '09	Feb '10	Feb '11	Feb '12	Feb '13	Feb '15	Feb '16	Feb '17	Feb '18	Feb '19	Feb '20	Feb '22	Feb '23	Feb '24	Feb '25	Feb '26	Feb '27	Feb '28					
21.9	22.0	22.1	22.0	22.0	22.1	22.2	22.0	22.1	22.1	22.1	22.1	22.3	22.1	22.1	22.2	22.0	22.1	21.8	22.0	22.0	22.1	22.1	22.2	22.2					
Mar '01	Mar '02	Mar '03	Mar '04	Mar '05	Mar '06	Mar '08	Mar '09	Mar '10	Mar '11	Mar '12	Mar '13	Mar '14	Mar '15	Mar '16	Mar '17	Mar '18	Mar '19	Mar '20	Mar '22	Mar '23	Mar '24	Mar '25	Mar '26	Mar '27	Mar '29	Mar '30	Mar '31		
22.1	22.0	22.0	22.1	22.0	22.0	22.0	22.0	22.1	22.0	22.0	22.1	22.0	22.0	21.8	22.2	22.1	22.0	22.0	22.4	22.1	22.5	22.1	22.1	22.3	22.1	22.2	22.0		
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'05	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'16	Apr'17	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'26	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'30							
22.1	22.3	22.0	22.2	22.2	22.2	21.9	22.0	22.2	22.1	22.1	22.2	22.2	22.0	21.9	22.2	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1							
May'04	May'05	May'06	May'07	May'08	May'09	May'10	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'17	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'24	May'25	May'26	May'27	May'31							
21.9	22.0	22.4	22.3	22.3	22.3	22.5	22.3	22.1	22.1	22.4	22.3	22.1	22.0	22.1	22.2	22.1	22.2	22.1	22.3	22.1	22.2	22.0							
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'07	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'14	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'21	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'28	Jun'29	Jun'30					
21.9	22.0	22.1	22.4	22.1	22.2	22.2	22.0	22.2	22.2	22.1	22.1	22.1	22.0	22.1	22.0	22.6	22.6	22.4	22.6	22.5	22.6	22.3	22.1	22.0					
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'12	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'19	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'30	Jul'31									
22.1	22.0	22.1	22.0	22.2	22.0	21.9	22.1	22.1	22.3	22.3	22.3	22.5	22.3	22.4	22.5	22.4	22.5	22.3	21.8	21.9									
Aug'02	Aug'04	Aug'06	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'16	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'30	Aug'31							
22.1	21.9	22.1	22.3	21.6	22.4	21.6	22.0	21.8	21.9	21.8	22.1	21.9	22.2	22.1	22.0	22.0	22.1	22.1	22.1	22.3	21.9	22.0							
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'06	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'27	Sep'28	Sep'29	Sep'30				
21.9	22.1	22.1	22.0	22.6	22.1	22.3	22.2	22.2	22.1	22.0	22.0	22.0	22.2	22.1	21.9	22.1	22.1	22.3	22.2	22.1	22.0	22.2	21.9	22.0	22.1				
Oct'01	Oct'04	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'11	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'18	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30	Oct'31						
22.2	22.6	22.4	22.3	22.3	22.4	22.3	22.0	22.0	22.2	22.1	22.0	22.2	22.1	22.1	22.2	22.1	22.1	22.0	22.0	22.1	22.0	22.3	22.1						
Nov'01	Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'08	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'15	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'22	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'29	Nov'30					
22.2	22.1	22.2	22.1	22.0	22.0	22.1	22.1	22.0	22.1	22.1	22.0	22.0	22.0	22.2	22.0	22.1	22.2	22.1	22.2	22.1	22.2	22.1	22.1	21.9					
Dec'01	Dec'02	Dec'03	Dec'04	Dec'07	Dec'08	Dec'09	Dec'10	Dec'11	Dec'13	Dec'14	Dec'15	Dec'16	Dec'17	Dec'18	Dec'20	Dec'21	Dec'22	Dec'23	Dec'24										
22.1	22.1	22.2	22.1	22.3	22.3	22.3	22.4	22.3	22.0	22.5	22.4	22.4	22.5	22.5	22.1	22.3	22.1	22.1	22.1										

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 1000 ปี 2553

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคลาส 1000 ปี 2553																													
Jan'04	Jan '05	Jan '06	Jan '07	Jan '08	Jan '09	Jan '11	Jan '12	Jan '13	Jan '14	Jan '15	Jan '16	Jan '18	Jan '19	Jan '20	Jan '21	Jan '22	Jan '25	Jan '26	Jan '27	Jan '28	Jan '29	Jan '30					
21.1	21.3	22.2	21.9	21.7	21.8	20.9	21.3	21.3	22.1	21.6	21.2	22.2	21.6	21.9	22.5	21.8	21.7	21.6	21.9	22.0	22.3	21.3					
Feb '01	Feb '02	Feb '03	Feb '04	Feb '05	Feb '06	Feb '08	Feb '09	Feb '10	Feb '11	Feb '12	Feb '13	Feb '15	Feb '16	Feb '17	Feb '18	Feb '19	Feb '20	Feb '22	Feb '23	Feb '24	Feb '25	Feb '26	Feb '27	Feb '28			
22.2	21.6	22.1	21.7	21.8	21.9	22.3	22.3	22.2	22.1	22.3	22.3	22.3	21.9	22.0	22.2	22.2	21.8	21.4	22.4	22.6	22.4	22.4	23.2	23.3			
Mar '01	Mar '02	Mar '03	Mar '04	Mar '05	Mar '06	Mar '08	Mar '09	Mar '10	Mar '11	Mar '12	Mar '13	Mar '14	Mar '15	Mar '16	Mar '17	Mar '18	Mar '19	Mar '20	Mar '22	Mar '23	Mar '24	Mar '25	Mar '26	Mar '27	Mar '29	Mar '30	Mar '31
22.5	22.1	22.1	22.5	22.6	22.5	22.6	22.5	22.2	22.2	21.7	21.7	21.7	22.1	22.7	21.5	21.8	21.7	21.4	21.5	20.9	22.6	21.9	20.9	20.6	21.1	21.4	21.3
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'05	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'16	Apr'17	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'26	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'30					
21.8	21.0	20.2	21.3	21.8	22.3	22.0	21.6	21.2	21.9	22.2	22.2	22.0	22.2	21.7	22.1	21.6	21.7	21.7	21.8	21.7	21.6	21.5					
May'04	May'05	May'06	May'07	May'08	May'09	May'10	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'17	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'24	May'25	May'26	May'27	May'31					
21.8	21.7	21.2	21.7	21.5	21.2	21.9	22.4	22.1	21.8	21.8	21.6	22.0	21.5	21.4	21.9	21.7	21.6	20.9	20.6	21.1	21.4	21.3					
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'07	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'14	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'21	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'28	Jun'29	Jun'30			
22.2	21.6	22.1	21.6	21.7	21.8	21.9	21.8	21.5	21.8	21.3	21.0	21.1	21.4	21.6	21.7	21.5	21.8	22.1	22.0	21.7	21.8	20.4	21.5	21.3			
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'12	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'19	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'30	Jul'31							
21.5	21.6	21.5	21.6	21.6	21.2	21.4	21.3	21.4	21.7	21.8	22.2	21.5	21.5	22.3	21.7	22.5	22.0	21.7	22.3	21.1							
Aug'02	Aug'04	Aug'06	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'16	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'30	Aug'31					
21.3	21.5	21.7	22.3	20.4	22.7	22.2	22.0	21.6	22.3	21.4	20.9	21.1	20.9	21.4	21.5	21.3	21.9	21.8	21.9	21.6	21.4	21.5					
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'06	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'27	Sep'28	Sep'29	Sep'30		
22.0	22.3	22.3	22.3	22.2	22.1	21.9	22.1	21.4	21.5	21.7	21.1	20.9	21.4	21.3	21.2	21.3	20.6	21.1	21.6	21.2	21.0	21.1	21.2	21.0	20.9		
Oct'01	Oct'04	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'11	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'18	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30	Oct'31				
21.0	21.2	20.9	21.4	21.0	21.0	20.9	21.5	21.1	21.8	21.4	21.3	21.0	21.4	21.9	22.1	21.3	22.1	21.3	21.5	21.8	22.0	21.5	21.3				
Nov'01	Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'08	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'15	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'22	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'29	Nov'30			
21.7	21.3	21.4	21.7	20.9	21.6	21.4	21.5	21.2	21.2	21.6	21.6	21.5	22.1	21.7	22.0	21.8	21.6	21.5	22.0	21.5	21.7	21.7	21.0	21.2			
Dec'01	Dec'02	Dec'03	Dec'04	Dec'07	Dec'08	Dec'09	Dec'10	Dec'11	Dec'13	Dec'14	Dec'15	Dec'16	Dec'17	Dec'18	Dec'20	Dec'21	Dec'22	Dec'23	Dec'24								
21.3	21.4	21.8	21.2	21.9	21.5	21.8	22.0	21.9	22.4	22.3	22.2	22.2	21.6	21.6	21.5	22.1	21.9	21.5	21.6								

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคลาส 10000 ปี 2553

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิคลาส 10000 ปี 2553																													
Jan'04	Jan '05	Jan '06	Jan '07	Jan '08	Jan '09	Jan '11	Jan '12	Jan '13	Jan '14	Jan '15	Jan '16	Jan '18	Jan '19	Jan '20	Jan '21	Jan '22	Jan '25	Jan '26	Jan '27	Jan '28	Jan '29	Jan '30					
22.3	22.4	22.5	22.2	22.4	22.4	22.3	22.5	22.4	22.6	22.3	22.4	22.1	22.3	22.6	22.6	22.3	22.5	22.6	22.4	22.4	22.4	22.2					
Feb '01	Feb '02	Feb '03	Feb '04	Feb '05	Feb '06	Feb '08	Feb '09	Feb '10	Feb '11	Feb '12	Feb '13	Feb '15	Feb '16	Feb '17	Feb '18	Feb '19	Feb '20	Feb '22	Feb '23	Feb '24	Feb '25	Feb '26	Feb '27	Feb '28					
22.8	22.5	22.5	22.5	22.6	22.4	22.4	22.5	22.3	22.1	22.5	21.9	21.9	22.0	21.8	21.8	21.9	22.0	22.0	21.8	21.7	22.0	21.9	21.9	22.0					
Mar '01	Mar '02	Mar '03	Mar '04	Mar '05	Mar '06	Mar '08	Mar '09	Mar '10	Mar '11	Mar '12	Mar '13	Mar '14	Mar '15	Mar '16	Mar '17	Mar '18	Mar '19	Mar '20	Mar '22	Mar '23	Mar '24	Mar '25	Mar '26	Mar '27	Mar '29	Mar '30	Mar '31		
21.9	22.5	22.0	22.1	21.9	21.9	22.0	22.0	22.1	22.1	21.9	22.3	22.4	22.6	22.7	22.8	22.4	23.4	22.8	21.4	22.2	23.1	23.2	22.1	22.3	22.6	22.6	22.8		
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'05	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'16	Apr'17	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'26	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'30							
22.9	22.9	22.5	22.7	22.8	22.4	23.0	22.5	22.7	22.0	22.4	22.7	22.7	22.9	22.5	22.6	22.5	22.5	22.2	22.2	22.2	22.3	22.3							
May'04	May'05	May'06	May'07	May'08	May'09	May'10	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'17	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'24	May'25	May'26	May'27	May'31							
22.0	22.4	22.7	22.6	22.4	22.4	22.7	22.7	22.5	22.6	23.0	22.4	22.5	22.3	22.5	22.6	22.8	22.4	22.1	22.3	22.6	22.6	22.8							
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'07	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'14	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'21	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'28	Jun'29	Jun'30					
22.7	22.5	22.5	22.6	23.0	22.9	22.8	22.5	22.9	22.9	22.9	21.9	22.8	22.5	22.5	22.2	23.0	22.6	23.0	22.5	22.2	22.7	22.3	22.8	22.8					
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'12	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'19	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'30	Jul'31									
23.1	22.6	22.6	22.6	22.6	22.4	22.8	22.8	22.6	22.7	22.6	22.9	23.0	22.6	22.5	22.0	22.5	22.5	22.5	22.7	22.6									
Aug'02	Aug'04	Aug'06	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'16	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'30	Aug'31							
22.4	22.5	22.6	22.6	22.7	23.0	22.4	22.3	22.8	22.5	22.8	22.6	22.7	22.4	22.7	22.6	22.6	22.4	22.6	22.5	22.7	22.2	22.3							
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'06	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'27	Sep'28	Sep'29	Sep'30				
22.4	22.4	22.9	22.6	22.6	22.6	22.4	22.4	22.5	22.1	22.6	22.3	22.2	22.4	22.4	22.3	22.9	22.8	22.9	22.4	22.9	22.6	21.9	22.3	22.5	22.4				
Oct'01	Oct'04	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'11	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'18	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30	Oct'31						
21.9	22.6	22.6	22.4	22.4	22.3	22.1	22.7	22.3	22.0	22.1	22.0	22.3	22.2	22.0	22.1	22.1	22.3	22.3	22.4	22.3	22.2	22.1	22.1						
Nov'01	Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'08	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'15	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'22	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'29	Nov'30					
22.6	22.5	22.4	22.3	22.1	22.1	22.2	22.7	22.4	22.2	22.5	22.3	22.7	22.7	21.9	21.9	22.2	21.9	22.2	22.4	22.3	22.4	22.2	22.4	22.3					
Dec'01	Dec'02	Dec'03	Dec'04	Dec'07	Dec'08	Dec'09	Dec'10	Dec'11	Dec'13	Dec'14	Dec'15	Dec'16	Dec'17	Dec'18	Dec'20	Dec'21	Dec'22	Dec'23	Dec'24										
22.1	22.6	22.0	22.2	22.1	22.2	22.3	22.3	22.0	22.6	22.3	22.4	22.4	22.2	22.1	21.9	22.2	21.8	22.0	22.1										

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100ปี 2552

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 ปี2552																													
Jan'05	Jan'06	Jan'07	Jan'08	Jan'09	Jan'10	Jan'12	Jan'13	Jan'14	Jan'15	Jan'16	Jan'19	Jan'20	Jan'21	Jan'22	Jan'23	Jan'24	Jan'28	Jan'29	Jan'30	Jan'31									
46.3	47.9	48.0	46.9	47.5	46.3	43.6	44.3	45.4	46.9	46.6	44.9	45.5	45.4	45.6	44.9	45.8	47.1	47.8	47.8	43.9									
Feb'02	Feb'03	Feb'04	Feb'05	Feb'06	Feb'07	Feb'10	Feb'11	Feb'12	Feb'13	Feb'14	Feb'16	Feb'17	Feb'18	Feb'19	Feb'20	Feb'21	Feb'23	Feb'24	Feb'25	Feb'26	Feb'27	Feb'28							
46.5	48.5	48.7	47.2	47.5	47.3	45.3	49.6	51.2	51.1	48.8	49.3	50.2	52.2	51.4	51.8	45.6	50.8	50.5	48.9	48.6	47.2	48.1							
Mar'01	Mar'02	Mar'03	Mar'04	Mar'05	Mar'06	Mar'07	Mar'09	Mar'10	Mar'11	Mar'12	Mar'13	Mar'14	Mar'15	Mar'16	Mar'17	Mar'18	Mar'19	Mar'20	Mar'21	Mar'23	Mar'24	Mar'25	Mar'26	Mar'27	Mar'28	Mar'30	Mar'31		
46.6	45.8	45.7	47.0	46.0	46.1	46.2	46.9	46.2	45.9	45.4	45.3	45.7	45.0	45.8	43.6	46.2	45.5	45.6	45.2	45.9	45.9	45.5	45.8	45.9	45.8	45.5	45.4		
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'10	Apr'11	Apr'16	Apr'16	Apr'17	Apr'18	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'27	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'29	Apr'30			
46.0	45.1	45.7	46.1	46.0	45.3	46.5	46.4	46.2	46.5	43.5	44.6	45.4	45.9	45.3	45.1	46.9	45.5	43.9	44.6	47.2	45.2	44.8	44.9	43.9	47.9	44.9			
May'02	May'04	May'05	May'06	May'07	May'09	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'16	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'23	May'24	May'25	May'26	May'27	May'28	May'29	May'29	May'30				
45.3	44.9	44.6	44.5	44.6	45.2	46.6	45.9	46.0	46.2	45.7	45.0	45.8	45.5	46.3	46.1	46.1	45.6	45.0	46.2	46.1	45.4	45.9	45.7	45.8	46.3				
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'06	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'13	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'19	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'27	Jun'29	Jun'30					
48.5	49.5	48.2	47.8	47.8	48.3	48.7	49.0	48.2	48.3	47.2	47.8	47.5	47.9	48.4	48.7	48.1	48.6	47.1	46.8	47.3	48.0	46.6	47.7	48.0					
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'04	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'11	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'17	Jul'18	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'24	Jul'27	Jul'28	Jul'29	Jul'30	Jul'31			
48.0	47.7	48.5	48.7	46.8	47.3	47.5	47.6	47.6	47.8	48.1	48.5	47.8	49.6	48.8	48.2	48.4	50.5	50.0	51.6	50.1	49.9	50.4	50.4	49.4	49.2	48.6			
Aug'01	Aug'02	Aug'03	Aug'04	Aug'05	Aug'06	Aug'07	Aug'08	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'12	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'22	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'29	Aug'31	
52.0	50.2	49.1	49.9	49.8	49.4	50.0	49.5	49.6	48.8	49.8	48.7	50.3	50.0	52.1	48.9	49.4	48.8	51.0	49.6	48.7	50.1	50.6	51.1	51.3	50.3	50.7	50.8	51.0	
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'12	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'19	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'26	Sep'28	Sep'29	Sep'30			
50.3	50.0	50.0	49.6	49.3	50.1	50.6	51.3	52.3	52.8	50.9	51.1	50.1	51.0	49.6	50.8	50.8	49.5	50.8	50.8	50.0	49.6	50.0	49.3	48.2	50.0	50.0			
Oct'01	Oct'02	Oct'03	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'10	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'24	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30						
48.2	50.1	49.4	48.6	48.3	48.2	48.0	48.4	48.7	50.4	50.3	49.0	49.0	48.9	49.3	51.9	50.2	50.8	52.6	50.1	50.5	48.8	50.6	50.1						
Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'14	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'26	Nov'27	Nov'28	Nov'29	Nov'30					
48.1	49.1	48.4	48.8	49.3	48.6	50.2	51.0	50.5	50.9	48.7	50.6	50.9	50.0	49.9	49.3	49.6	50.0	50.3	50.5	50.4	50.1	50.1	50.3	50.4					
Dec '01	Dec '02	Dec '03	Dec '04	Dec '08	Dec '09	Dec '11	Dec '12	Dec '14	Dec '15	Dec '16	Dec '17	Dec '18	Dec '21	Dec '22	Dec '23	Dec '24	Dec '25	Dec '26											
51.7	51.6	51.7	51.6	51.2	50.4	48.5	49.9	49.8	49.3	48.4	49.0	49.8	51.4	50.3	50.7	50.6	49.9	49.9											

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000ปี 2552

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 ปี2552																													
Jan'05	Jan'06	Jan'07	Jan'08	Jan'09	Jan'10	Jan'12	Jan'13	Jan'14	Jan'15	Jan'16	Jan'19	Jan'20	Jan'21	Jan'22	Jan'23	Jan'24	Jan'28	Jan'29	Jan'30	Jan'31									
51.1	50.5	51.7	54.6	51.9	53.8	50.5	47.5	52.0	49.6	47.0	42.7	49.1	49.9	50.3	51.1	53.0	52.9	54.3	53.1	50.5									
Feb'02	Feb'03	Feb'04	Feb'05	Feb'06	Feb'07	Feb'10	Feb'11	Feb'12	Feb'13	Feb'14	Feb'16	Feb'17	Feb'18	Feb'19	Feb'20	Feb'21	Feb'23	Feb'24	Feb'25	Feb'26	Feb'26	Feb'26	Feb'27	Feb'28					
52.2	52.3	55.0	54.9	56.1	53.4	44.8	47.1	55.8	54.8	53.6	51.8	52.9	55.1	55.1	56.5	50.3	57.4	58.1	57.7	63.7	62.7	56.8	57.6	58.5					
Mar'01	Mar'02	Mar'03	Mar'04	Mar'05	Mar'06	Mar'07	Mar'09	Mar'10	Mar'11	Mar'12	Mar'13	Mar'14	Mar'15	Mar'16	Mar'17	Mar'18	Mar'19	Mar'20	Mar'21	Mar'23	Mar'24	Mar'25	Mar'26	Mar'27	Mar'28	Mar'30	Mar'31		
53.7	52.5	54.8	55.5	57.0	56.2	54.7	55.5	55.5	54.7	56.2	53.8	57.2	57.4	54.2	55.4	56.1	56.8	56.4	54.8	55.8	56.2	55.2	55.3	57.5	55.7	55.5	54.7		
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'10	Apr'11	Apr'16	Apr'16	Apr'17	Apr'18	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'29	Apr'30				
54.9	54.5	53.8	56.4	54.5	56.8	55.0	56.1	56.5	53.5	51.6	51.9	56.0	55.6	57.4	57.5	58.4	56.8	56.7	58.3	58.1	55.5	57.4	56.5	56.5	57.2				
May'02	May'04	May'05	May'06	May'07	May'09	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'16	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'23	May'24	May'25	May'26	May'27	May'28	May'29	May'29	May'30				
57.9	56.5	54.9	55.6	56.4	55.7	55.8	57.4	57.0	56.8	55.4	58.2	56.8	58.0	57.0	58.0	57.0	58.7	57.1	57.0	56.2	56.7	57.8	53.8	56.7	57.8				
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'06	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'13	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'19	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'27	Jun'29	Jun'30					
58.4	57.9	58.3	57.2	58.5	58.4	57.6	58.8	58.6	56.1	55.6	57.1	56.4	57.3	56.8	57.1	57.5	56.5	55.2	56.1	55.7	56.7	53.9	57.3	57.0					
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'04	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'11	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'17	Jul'18	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'24	Jul'27	Jul'28	Jul'29	Jul'30	Jul'31			
56.2	57.1	56.3	55.1	56.3	56.5	55.8	56.3	56.9	57.1	56.1	56.5	53.3	57.0	56.8	57.6	55.1	57.1	56.6	58.2	57.0	56.9	57.1	57.1	55.9	56.5	53.3			
Aug'01	Aug'02	Aug'03	Aug'04	Aug'05	Aug'06	Aug'07	Aug'08	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'12	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'22	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'29	Aug'31	
56.9	56.2	56.7	57.0	56.3	56.1	56.4	56.8	53.7	56.2	57.3	57.5	55.9	56.3	55.4	57.2	57.0	56.0	57.1	57.3	56.9	52.5	57.7	57.4	57.6	57.8	57.6	58.2	57.9	
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'12	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'19	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'26	Sep'28	Sep'29	Sep'30			
56.1	56.9	57.2	57.8	56.6	55.9	55.8	55.4	57.8	57.4	57.4	57.6	56.5	58.6	54.7	57.3	58.1	57.7	55.8	56.4	56.4	56.5	58.3	57.0	55.9	57.1	58.9			
Oct'01	Oct'02	Oct'03	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'10	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'24	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30						
56.1	56.0	55.8	54.3	56.4	56.8	55.4	56.3	53.5	56.3	56.1	55.2	53.6	57.3	56.5	58.7	57.4	58.1	55.3	56.0	57.8	56.9	54.1	55.3						
Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'14	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'26	Nov'27	Nov'28	Nov'29	Nov'30					
54.1	57.3	56.4	55.7	56.1	56.6	55.0	56.5	55.7	54.8	57.2	56.6	57.9	59.2	57.9	54.6	55.2	56.5	55.7	55.5	54.1	51.5	51.8	51.5	51.3					
Dec '01	Dec '02	Dec '03	Dec '04	Dec '08	Dec '09	Dec '11	Dec '12	Dec '14	Dec '15	Dec '16	Dec '17	Dec '18	Dec '21	Dec '22	Dec '23	Dec '24	Dec '25	Dec '26											
51.3	51.5	51.7	50.3	50.9	50.3	52.3	53.4	53.0	54.7	55.9	53.4	54.5	56.7	55.6	55.8	55.5	56.8	56.6											

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000ปี 2552

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 ปี2552																															
Jan'06	Jan'07	Jan'08	Jan'09	Jan'10	Jan'12	Jan'13	Jan'14	Jan'15	Jan'16	Jan'19	Jan'19	Jan'20	Jan'21	Jan'22	Jan'23	Jan'24	Jan'28	Jan'29	Jan'30	Jan'31											
48.0	49.5	49.7	49.2	50.5	45.7	44.1	47.4	46.3	45.5	39.1	43.7	46.1	44.8	45.7	45.1	45.8	46.5	49.7	47.9	44.8											
Feb'02	Feb'03	Feb'04	Feb'05	Feb'06	Feb'07	Feb'10	Feb'11	Feb'12	Feb'13	Feb'14	Feb'16	Feb'17	Feb'18	Feb'19	Feb'20	Feb'21	Feb'23	Feb'24	Feb'25	Feb'26	Feb'27	Feb'28									
47.2	48.0	49.8	48.2	48.0	48.7	47.1	48.4	48.9	48.7	48.5	45.7	46.5	44.6	45.9	54.2	45.7	56.4	55.1	53.4	55.2	49.8	52.2									
Mar'01	Mar'02	Mar'03	Mar'04	Mar'05	Mar'06	Mar'07	Mar'09	Mar'09	Mar'10	Mar'11	Mar'12	Mar'13	Mar'14	Mar'15	Mar'16	Mar'17	Mar'18	Mar'19	Mar'20	Mar'21	Mar'23	Mar'24	Mar'25	Mar'26	Mar'27	Mar'28	Mar'30	Mar'31	Mar'31		
49.8	47.9	50.2	50.7	49.8	49.7	50.2	48.4	50.2	49.9	49.4	50.6	50.7	49.2	48.4	48.8	48.7	50.8	51.2	49.9	48.8	48.7	48.8	49.0	48.9	51.6	49.4	48.4	44.8	48.0		
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'10	Apr'11	Apr'16	Apr'16	Apr'17	Apr'18	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'29	Apr'30						
49.2	50.0	49.8	49.8	48.8	50.6	48.1	48.7	48.3	47.6	48.4	48.1	48.8	49.0	50.2	49.7	51.7	49.7	48.6	49.3	49.6	50.9	50.8	50.3	53.4	51.1						
May'02	May'04	May'05	May'06	May'07	May'09	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'16	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'23	May'24	May'25	May'26	May'27	May'28	May'29	May'29	May'30						
50.8	48.2	49.1	49.9	49.3	50.1	51.3	51.9	51.3	50.4	51.0	50.6	51.7	51.0	49.2	50.4	51.1	51.4	50.9	49.4	49.4	50.5	50.8	49.3	49.9	50.6						
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'06	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'13	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'19	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'27	Jun'29	Jun'30							
53.7	53.2	52.0	51.8	53.1	53.2	52.7	55.2	52.6	51.3	51.7	52.9	51.8	52.2	52.3	52.2	54.8	52.8	51.7	51.8	52.5	52.1	50.1	52.7	52.6							
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'04	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'11	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'17	Jul'18	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'24	Jul'27	Jul'28	Jul'29	Jul'30	Jul'31					
52.5	53.6	52.5	52.3	52.5	52.9	52.8	53.3	52.1	52.4	53.4	54.0	51.8	53.2	52.4	51.7	51.4	55.1	53.8	55.1	53.5	53.1	54.2	52.9	51.6	52.9	51.0					
Aug'01	Aug'02	Aug'03	Aug'04	Aug'05	Aug'06	Aug'07	Aug'08	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'12	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'22	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'29	Aug'31			
52.5	53.6	52.9	54.0	53.4	53.2	51.4	52.1	52.7	51.9	51.8	51.1	52.7	54.1	54.5	51.8	52.5	52.2	54.5	53.0	52.1	54.2	54.1	54.8	55.5	53.0	54.6	55.0	54.6			
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'12	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'19	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'26	Sep'28	Sep'29	Sep'30					
52.4	54.8	54.1	53.5	52.1	52.8	54.4	54.2	55.8	54.3	53.3	53.7	53.6	51.0	51.3	52.2	53.1	52.3	53.7	54.5	53.8	52.2	54.4	53.1	51.5	53.5	55.0					
Oct'01	Oct'02	Oct'03	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'10	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'24	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30								
52.9	54.6	54.2	53.6	53.8	53.2	54.4	51.4	53.3	53.9	53.1	51.3	52.6	52.7	53.9	55.4	54.3	54.6	52.4	53.8	53.6	52.8	54.5	52.9								
Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'14	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'26	Nov'27	Nov'28	Nov'29	Nov'30							
53.1	54.9	54.1	54.0	54.0	53.7	54.8	56.0	55.4	55.6	55.1	55.1	55.8	55.8	53.3	53.6	51.9	53.3	52.2	51.5	51.8	51.4	50.9	50.7	50.9							
Dec '01	Dec '02	Dec '03	Dec '04	Dec '08	Dec '09	Dec '11	Dec '12	Dec '14	Dec '15	Dec '16	Dec '17	Dec '18	Dec '21	Dec '22	Dec '23	Dec '24	Dec '25	Dec '26													
51.6	51.6	51.6	51.1	50.8	51.4	49.6	50.1	50.3	49.9	51.5	51.9	52.3	53.4	53.5	52.3	51.8	51.7	51.3													

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100ปี 2553

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 100 ปี2553																													
Jan'04	Jan '05	Jan '06	Jan '07	Jan '08	Jan '09	Jan '11	Jan '12	Jan '13	Jan '14	Jan '15	Jan '16	Jan '18	Jan '19	Jan '20	Jan '21	Jan '22	Jan '25	Jan '26	Jan '27	Jan '28	Jan '29	Jan '30					
49.9	51.4	52.1	50.0	50.7	49.8	50.0	50.1	50.2	50.0	50.5	49.7	51.6	50.5	50.8	51.7	52.0	49.6	48.9	48.9	49.3	50.1	50.9					
Feb '01	Feb '02	Feb '03	Feb '04	Feb '05	Feb '06	Feb '08	Feb '09	Feb '10	Feb '11	Feb '12	Feb '13	Feb '15	Feb '16	Feb '17	Feb '18	Feb '19	Feb '20	Feb '22	Feb '23	Feb '24	Feb '25	Feb '26	Feb '27	Feb '28			
50.2	50.4	48.3	48.8	49.4	48.8	50.6	49.9	50.0	49.7	52.0	52.6	51.0	51.8	52.8	52.4	52.5	52.5	53.2	52.6	51.7	50.8	51.8	52.5	52.2			
Mar '01	Mar '02	Mar '03	Mar '04	Mar '05	Mar '06	Mar '08	Mar '09	Mar '10	Mar '11	Mar '12	Mar '13	Mar '14	Mar '15	Mar '16	Mar '17	Mar '18	Mar '19	Mar '20	Mar '22	Mar '23	Mar '24	Mar '25	Mar '26	Mar '27	Mar '29	Mar '30	Mar '31
52.9	51.3	51.3	50.6	49.3	50.3	51.5	51.3	50.0	50.1	49.4	49.6	49.8	50.1	52.4	48.7	47.9	47.8	48.6	46.8	48.3	46.7	48.6	47.5	47.8	46.7	46.6	47.3
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'05	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'16	Apr'17	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'26	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'30					
47.9	47.4	47.2	47.4	48.3	47.9	49.4	48.5	48.6	45.5	46.7	47.1	47.2	46.7	48.0	46.7	47.1	47.1	46.1	47.4	47.5	47.3	47.1					
May'04	May'05	May'06	May'07	May'08	May'09	May'10	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'17	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'24	May'25	May'26	May'27	May'31					
46.7	46.6	45.3	46.0	45.5	46.8	45.5	45.7	47.1	46.6	45.8	45.1	46.6	46.6	45.7	46.0	46.0	46.3	48.0	46.7	47.1	47.1	46.1					
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'07	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'14	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'21	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'28	Jun'29	Jun'30			
45.8	45.1	46.6	45.0	48.0	46.9	46.9	47.3	46.4	45.6	45.6	46.7	46.3	46.4	45.9	46.2	44.1	44.9	45.3	44.9	45.4	43.9	44.3	45.6	47.1			
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'12	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'19	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'30	Jul'31							
47.2	45.2	46.6	46.2	45.6	46.0	45.8	45.5	45.9	45.9	45.6	46.1	45.0	45.8	45.8	44.5	49.2	45.3	45.8	47.0	46.1							
Aug'02	Aug'04	Aug'06	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'16	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'30	Aug'31					
45.4	46.6	46.7	45.6	47.4	49.6	48.3	47.2	48.2	47.1	45.8	46.0	45.8	45.4	45.8	45.9	46.6	46.2	44.3	45.7	44.9	45.6	45.3					
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'06	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'27	Sep'28	Sep'29	Sep'30		
44.9	45.7	45.7	45.9	44.2	45.9	44.5	45.2	45.1	45.1	45.3	45.4	45.3	44.5	45.0	46.1	45.2	45.0	44.9	46.3	45.7	45.4	45.2	45.4	45.7	46.0		
Oct'01	Oct'04	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'11	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'18	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30	Oct'31				
45.1	43.2	44.5	44.7	45.6	44.5	44.7	45.5	45.7	45.5	45.9	45.1	45.8	46.4	46.3	46.2	46.3	46.3	46.4	46.4	47.1	46.2	46.2	46.1				
Nov'01	Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'08	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'15	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'22	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'29	Nov'30			
46.1	46.2	47.6	46.3	46.6	47.0	46.8	46.0	46.0	46.4	47.2	47.4	47.5	47.9	48.1	47.6	48.3	47.3	47.8	49.4	48.5	47.8	47.3	47.1	48.1			
Dec'01	Dec'02	Dec'03	Dec'04	Dec'07	Dec'08	Dec'09	Dec'10	Dec'11	Dec'13	Dec'14	Dec'15	Dec'16	Dec'17	Dec'18	Dec'20	Dec'21	Dec'22	Dec'23	Dec'24								
47.3	47.9	46.9	46.8	48.5	47.2	46.6	47.0	48.8	51.6	48.9	48.9	45.1	45.5	45.6	47.7	47.2	46.7	46.4	46.6								

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000ปี 2553

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 1000 ปี2553																													
Jan'04	Jan '05	Jan '06	Jan '07	Jan '08	Jan '09	Jan '11	Jan '12	Jan '13	Jan '14	Jan '15	Jan '16	Jan '18	Jan '19	Jan '20	Jan '21	Jan '22	Jan '25	Jan '26	Jan '27	Jan '28	Jan '29	Jan '30							
57.5	57.6	54.4	54.6	55.6	54.1	58.5	56.7	57.2	53.1	56.3	56.6	51.5	56.3	54.9	57.5	55.4	53.9	55.5	54.8	53.5	53.1	56.1							
Feb '01	Feb '02	Feb '03	Feb '04	Feb '05	Feb '06	Feb '08	Feb '09	Feb '10	Feb '11	Feb '12	Feb '13	Feb '15	Feb '16	Feb '17	Feb '18	Feb '19	Feb '20	Feb '22	Feb '23	Feb '24	Feb '25	Feb '26	Feb '27	Feb '28					
53.6	56.2	53.0	54.4	54.9	53.7	54.0	53.8	54.3	53.9	54.2	53.2	54.4	55.9	54.0	54.5	56.3	58.4	57.1	53.5	54.6	55.2	55.2	53.2	53.1					
Mar '01	Mar '02	Mar '03	Mar '04	Mar '05	Mar '06	Mar '08	Mar '09	Mar '10	Mar '11	Mar '12	Mar '13	Mar '14	Mar '15	Mar '16	Mar '17	Mar '18	Mar '19	Mar '20	Mar '22	Mar '23	Mar '24	Mar '25	Mar '26	Mar '27	Mar '29	Mar '30	Mar '31		
57.1	55.8	57.4	55.1	54.7	52.7	52.1	54.2	52.5	52.7	50.7	53.2	55.3	55.9	57.4	55.8	54.3	54.7	57.7	54.8	54.9	52.3	56.4	57.3	57.3	57.3	55.5	51.6		
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'05	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'16	Apr'17	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'26	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'30							
55.3	57.5	59.2	55.7	56.0	54.1	54.6	54.5	56.9	49.9	54.0	53.4	54.5	53.7	54.1	54.3	55.4	54.1	53.1	54.5	54.8	54.2	54.9							
May'04	May'05	May'06	May'07	May'08	May'09	May'10	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'17	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'24	May'25	May'26	May'27	May'31							
52.7	53.2	55.6	56.4	55.7	55.8	53.5	53.5	54.8	56.3	56.1	56.2	54.5	54.5	55.4	55.2	53.7	55.2	54.1	54.3	55.4	54.1	53.1							
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'07	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'14	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'21	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'28	Jun'29	Jun'30					
56.1	56.2	54.5	55.5	54.8	55.5	56.6	56.2	56.5	55.5	57.2	57.1	57.4	56.4	55.4	55.0	54.1	53.4	52.5	53.3	54.6	51.8	53.7	53.8	53.8					
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'12	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'19	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'30	Jul'31									
56.1	56.2	55.2	54.3	54.2	55.2	54.4	54.9	53.8	55.6	53.3	53.0	51.5	50.2	50.2	51.1	52.4	49.4	52.3	55.2	55.3									
Aug'02	Aug'04	Aug'06	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'16	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'30	Aug'31							
55.5	52.0	56.2	54.4	53.8	55.1	57.4	56.0	55.6	53.8	54.4	58.3	55.2	56.2	56.1	55.3	55.5	55.4	53.7	54.7	53.4	54.2	53.8							
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'06	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'27	Sep'28	Sep'29	Sep'30				
53.7	54.5	53.1	52.5	53.5	54.8	53.4	54.3	55.0	55.0	55.9	56.0	57.0	56.5	57.5	56.5	56.8	57.9	57.4	55.2	56.7	57.0	56.2	56.1	57.5	58.0				
Oct'01	Oct'04	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'11	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'18	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30	Oct'31						
57.5	55.6	57.6	56.2	57.7	56.8	56.5	54.8	53.2	55.2	56.0	55.9	56.1	54.7	54.5	53.8	55.5	54.4	55.8	54.9	55.0	54.9	54.8	55.2						
Nov'01	Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'08	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'15	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'22	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'29	Nov'30					
55.6	55.8	54.9	54.2	55.4	55.8	56.9	53.8	55.4	56.4	56.0	56.9	54.2	56.1	57.4	54.6	56.3	56.8	58.0	57.0	57.0	56.5	55.2	55.4	56.5					
Dec'01	Dec'02	Dec'03	Dec'04	Dec'07	Dec'08	Dec'09	Dec'10	Dec'11	Dec'13	Dec'14	Dec'15	Dec'16	Dec'17	Dec'18	Dec'20	Dec'21	Dec'22	Dec'23	Dec'24										
55.8	56.0	56.1	54.9	55.7	55.8	56.4	56.3	57.0	56.8	55.2	54.7	55.6	56.4	56.2	57.2	55.5	55.7	55.7	55.5										

ตารางการจดบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000ปี 2553

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์คลาส 10000 ปี2553																												
Jan'04	Jan '05	Jan '06	Jan '07	Jan '08	Jan '09	Jan '11	Jan '12	Jan '13	Jan '14	Jan '15	Jan '16	Jan '18	Jan '19	Jan '20	Jan '21	Jan '22	Jan '25	Jan '26	Jan '27	Jan '28	Jan '29	Jan '30					
51.1	52.5	52.2	52.3	52.3	51.4	50.8	51.0	50.9	49.7	51.3	50.7	51.6	51.3	50.5	52.6	52.9	50.5	51.0	50.3	50.4	51.1	52.2					
Feb '01	Feb '02	Feb '03	Feb '04	Feb '05	Feb '06	Feb '08	Feb '09	Feb '10	Feb '11	Feb '12	Feb '13	Feb '15	Feb '16	Feb '17	Feb '18	Feb '19	Feb '20	Feb '22	Feb '23	Feb '24	Feb '25	Feb '26	Feb '27	Feb '28				
50.6	51.8	49.1	50.1	50.2	50.4	51.3	50.7	51.5	51.3	54.1	53.7	52.6	54.5	56.3	55.3	55.3	55.5	55.4	55.0	55.6	55.5	55.1	55.7	56.0				
Mar '01	Mar '02	Mar '03	Mar '04	Mar '05	Mar '06	Mar '08	Mar '09	Mar '10	Mar '11	Mar '12	Mar '13	Mar '14	Mar '15	Mar '16	Mar '17	Mar '18	Mar '19	Mar '20	Mar '22	Mar '23	Mar '24	Mar '25	Mar '26	Mar '27	Mar '29	Mar '30	Mar '31	
56.3	51.8	52.2	51.7	52.1	51.8	52.5	52.0	51.0	50.7	50.1	49.7	51.4	52.3	54.2	50.2	50.4	47.4	50.5	52.7	50.2	47.2	49.2	50.5	49.4	48.9	48.4	47.9	
Apr'01	Apr'02	Apr'03	Apr'04	Apr'05	Apr'06	Apr'07	Apr'08	Apr'09	Apr'16	Apr'17	Apr'19	Apr'20	Apr'21	Apr'22	Apr'23	Apr'24	Apr'25	Apr'26	Apr'27	Apr'28	Apr'29	Apr'30						
49.2	48.8	48.9	48.8	49.3	50.3	48.9	49.2	49.1	48.1	49.8	47.9	48.4	48.1	48.6	49.7	48.8	48.4	49.1	49.7	49.7	49.3	49.1						
May'04	May'05	May'06	May'07	May'08	May'09	May'10	May'11	May'12	May'13	May'14	May'15	May'17	May'18	May'19	May'20	May'21	May'22	May'24	May'25	May'26	May'27	May'31						
47.4	50.5	49.9	49.3	50.1	51.3	47.9	48.2	49.6	48.6	47.7	50.6	48.9	49.6	48.0	48.3	47.5	48.5	48.6	49.7	48.8	48.4	49.1						
Jun'01	Jun'02	Jun'03	Jun'04	Jun'05	Jun'07	Jun'08	Jun'09	Jun'10	Jun'11	Jun'12	Jun'14	Jun'15	Jun'16	Jun'17	Jun'18	Jun'21	Jun'22	Jun'23	Jun'24	Jun'25	Jun'26	Jun'28	Jun'29	Jun'30				
47.7	50.6	48.9	47.5	47.8	48.1	49.4	49.6	47.3	47.0	47.1	50.1	47.9	49.2	48.3	48.7	46.6	47.1	46.8	47.8	49.1	46.3	47.3	46.7	47.9				
Jul'01	Jul'02	Jul'03	Jul'05	Jul'06	Jul'07	Jul'08	Jul'09	Jul'10	Jul'12	Jul'13	Jul'14	Jul'15	Jul'16	Jul'19	Jul'20	Jul'21	Jul'22	Jul'23	Jul'30	Jul'31								
47.2	50.6	47.8	47.8	47.7	47.9	46.7	46.4	47.3	46.9	47.7	46.8	46.2	46.9	47.5	48.3	52.5	48.0	47.8	49.1	48.7								
Aug'02	Aug'04	Aug'06	Aug'09	Aug'10	Aug'11	Aug'13	Aug'14	Aug'15	Aug'16	Aug'17	Aug'18	Aug'19	Aug'20	Aug'21	Aug'23	Aug'24	Aug'25	Aug'26	Aug'27	Aug'28	Aug'30	Aug'31						
48.3	47.7	49.2	49.0	46.9	51.4	50.7	49.8	49.4	49.4	50.6	49.5	48.5	48.7	48.0	48.2	48.4	49.0	49.1	48.7	49.2	47.5	48.1						
Sep'01	Sep'02	Sep'03	Sep'04	Sep'06	Sep'07	Sep'08	Sep'09	Sep'10	Sep'11	Sep'13	Sep'14	Sep'15	Sep'16	Sep'17	Sep'18	Sep'20	Sep'21	Sep'22	Sep'23	Sep'24	Sep'25	Sep'27	Sep'28	Sep'29	Sep'30			
49.0	49.0	47.8	48.4	47.9	48.3	48.5	48.6	48.6	48.7	48.3	48.7	48.9	49.0	49.6	49.8	47.6	47.5	47.2	48.5	48.2	48.2	49.1	48.3	48.9	49.5			
Oct'01	Oct'04	Oct'05	Oct'06	Oct'07	Oct'08	Oct'09	Oct'11	Oct'12	Oct'13	Oct'14	Oct'15	Oct'16	Oct'18	Oct'19	Oct'20	Oct'21	Oct'22	Oct'26	Oct'27	Oct'28	Oct'29	Oct'30	Oct'31					
50.2	47.3	48.4	48.8	49.2	48.9	49.7	47.7	48.5	50.6	49.0	49.5	49.0	49.5	50.6	50.0	50.2	49.5	49.6	49.2	49.6	49.2	49.1	49.5					
Nov'01	Nov'02	Nov'03	Nov'04	Nov'05	Nov'06	Nov'07	Nov'08	Nov'09	Nov'10	Nov'11	Nov'12	Nov'13	Nov'15	Nov'16	Nov'17	Nov'18	Nov'19	Nov'20	Nov'22	Nov'23	Nov'24	Nov'25	Nov'29	Nov'30				
48.2	48.3	48.4	48.9	49.1	50.3	50.2	47.9	48.4	49.5	49.5	49.8	48.6	50.3	51.8	51.8	51.4	52.3	52.0	52.1	50.1	50.8	50.4	49.5	50.5				
Dec'01	Dec'02	Dec'03	Dec'04	Dec'07	Dec'08	Dec'09	Dec'10	Dec'11	Dec'13	Dec'14	Dec'15	Dec'16	Dec'17	Dec'18	Dec'20	Dec'21	Dec'22	Dec'23	Dec'24									
51.0	50.2	51.1	49.7	51.8	51.5	51.6	51.5	53.9	53.3	52.1	51.4	49.6	49.0	49.2	51.7	50.8	50.8	49.5	49.9									

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2552

หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า บริษัท ยิสาชิ เมทัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด **หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า** 77 057 971

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย (บาท)		
ม.ค.	800.40	802.00	766.00	106,397.17	372,954.00	692,918.56	1,224,842.73	3.28
ก.พ.	812.20	799.10	734.30	107,965.75	344,336.00	665,341.19	1,168,673.35	3.39
มี.ค.	748.70	782.50	685.70	99,524.69	464,146.00	840,769.58	1,459,199.53	3.14
เม.ย.	836.90	752.60	717.20	111,249.12	424,323.00	745,693.41	1,337,373.35	3.15
พ.ค.	762.70	755.50	763.40	101,385.71	467,899.00	801,869.56	1,423,473.87	3.04
มิ.ย.	732.80	723.40	691.50	97,411.10	440,533.00	817,063.65	1,414,985.34	3.21
ก.ค.	753.40	741.50	751.20	100,149.46	465,015.00	829,388.18	1,448,607.08	3.12
ส.ค.	736.00	727.60	723.30	97,836.48	479,025.00	839,163.13	1,470,343.62	3.07
ก.ย.	748.50	729.70	713.00	99,498.11	461,387.00	845,006.52	1,460,963.42	3.17
ต.ค.	759.10	819.20	749.70	100,907.16	462,328.00	837,946.34	1,455,881.88	3.15
พ.ย	759.00	754.80	728.40	100,893.87	440,903.00	808,515.94	1,409,932.27	3.20
ธ.ค.	769.10	720.50	741.00	102,236.46	398,382.00	729,512.07	1,284,726.79	3.22
รวม				1,225,455.1	5,221,231.00	9,453,188.13	16,559,003.23	
เฉลี่ย				102,121.26	435,102.58	787,765.68	1,379,916.94	3.18

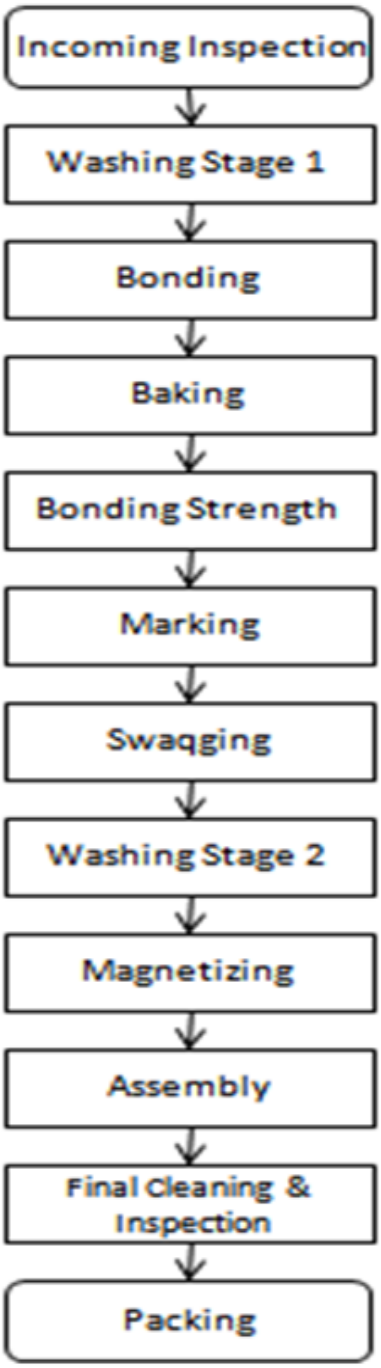
ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี..2553...

หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า Rev. No. 05 (19/10/00) **หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า** 77 057 971

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	(บาท)	(บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
ม.ค.	756.00	761.20	743.30	100,495.08	437,456	790,558.03	1,386,877.09	3.17
ก.พ.	765.90	761.70	736.80	101,811.09	428,248	777,087.92	1,346,789.30	3.14
มี.ค.	746.20	731.60	723.90	99,192.37	474,216	868,123.25	1,497,888.38	3.16
เม.ย.	736.10	733.10	711.70	97,849.77	426,833	742,577.71	1,322,187.86	3.10
พ.ค.	758.80	741.90	730.70	100,867.28	451,000	791,327.56	1,395,044.46	3.09
มิ.ย.	740.80	727.20	744.30	98,474.54	449,709	830,864.80	1,426,138.96	3.17
ก.ค.	761.00	743.80	719.20	101,159.73	430,141	773,084.47	1,361,647.62	3.17
ส.ค.	808.80	797.80	768.00	107,513.78	473,817	854,429.73	1,491,820.29	3.15
ก.ย.	778.30	759.20	739.70	103,459.42	470,889	862,828.77	1,493,539.12	3.17
ต.ค.	777.40	781.90	769.00	103,339.78	458,740	829,586.51	1,446,048.91	3.15
พ.ย	836.00	812.40	817.20	111,129.48	474,241	867,360.82	1,507,542.88	3.18
ธ.ค.	777.70	769.70	754.30	103,379.66	430,585	771,857.80	1,364,140.38	3.17
รวม				1,228,671.99	5,405,875.00	9,759,687.37	17,039,665.25	
เฉลี่ย				102,389.33	450,489.58	813,307.28	1,419,972.10	3.15

ภาคผนวก ค

Process Flow of VCM



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ สกุล	นางสาวเกศินี พรมธิ
วันเดือนปีเกิด	27 เมษายน พ.ศ.2524
สถานที่เกิด	บ้านเลขที่ 114 หมู่ 4 ตำบลแม่กัวะ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง 52170
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	หมู่บ้านมณีรินทร์ เลค แอนด์ พาร์ค 72/20 หมู่11 ถนน 345 ตำบลบางคูวัด อำเภอเมือง ปทุมธานี 12000

ประวัติการศึกษา

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสบปราบพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง สาขาอิเล็กทรอนิกส์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ สาขา อิเล็กทรอนิกส์สื่อสาร
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์