การลดของเสียในกระบวนการผลิตการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติก

ฐาปนันดร์ เขียวสังข์

DPU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2555

Defectives Reduction in Vacuum Forming Production Process

Thapanan Kheowsank

DPU

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Engineering Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ ที่คอยดูแลเอาใจใส่ ให้ความรู้ทางทฤษฎีต่างๆ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหาและการให้กำลังใจ ซึ่งผู้วิจัยต้องขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ อาจารย์ณัฐพัชร์ อารีรัชกุลกานต์ และอาจารย์วิโรจน์ ตันติภัทโร ที่ได้ให้ความกรุณาในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณกันตพงศ์ เสกวิจิตรกุล และพนักงานทุกๆ ท่าน ของบริษัท พรประภา แพ็คเกจจิ้ง อินดัสทรี จำกัด ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับการทำการศึกษานี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยทั้งจากการเรียนในห้องเรียน และจากหนังสือหรือเอกสารที่ผู้วิจัยได้อ่าน อันเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ พี่ๆสาขาการจัดการวิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความเอื้ออารี และการสนับสนุนทุกอย่างสำหรับผม

ขอขอบคุณ Miss Jing Xie สำหรับการสนับสนุนต่างๆ และกำลังใจที่ทำให้การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นไปอย่างราบรื่น

ประโยชน์และความดีอันพึงเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่คอยให้การสนับสนุนในทุกด้าน พร้อมทั้งให้ความเข้าใจและเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าตลอดมา

ฐาปนันดร์ เขียวสังข์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ที่มาแคความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา..... 2
1.3 สภาพของปัญหาปัจจุบัน 6
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 8
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 8
1.6 ขอบเขตการวิจัย 8
1.7 ระเบียบวิธีการศึกษา 8
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ 9
1.10 แผนการดำเนินงาน 10
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
2.1 แนวคิดเรื่องคุณภาพ 11
2.2 การลดของเสีย..... 20
2.3 เครื่องมือการควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools)..... 20
2.4 การทดสอบสมมติฐาน..... 43
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46
3. ระเบียบวิธีวิจัย 52
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 52
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล. ……..……..	54
4.	ผลการศึกษา ……..	64
	4.1 วิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปรับปรุง ……...	64
	4.2 สรุปผลการดำเนินงานตามแนวทางการแก้ไขปรับปรุง …….	71
	4.3 สรุปทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุง ด้วยโปรแกรม Minitab……	101
5.	สรุปผลและข้อเสนอแนะ ……..	104
	5.1 สรุปผลการวิจัย ……..	104
	5.2 ข้อเสนอแนะ …….	105
บรรณนุกรม …….		106
ภาคผนวก …….		110
ประวัติผู้เขียน ……...		129

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 รายงานผลการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกช่วงพฤศจิกายน 2553 – เมษายน 2554 6

1.2 รายงานต้นทุนที่เกิดจากของเสียตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2553 – เมษายน 2554 7

1.3 แผนการดำเนินงานวิจัย 10

2.1 การจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงคุณภาพ..... 13

2.2 ตารางรวบรวมข้อมูลของใบตรวจสอบ..... 25

2.3 การคำนวณค่าสะสม..... 26

3.1 ตารางแสดงข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเมษายน พ.ศ. 2554 55

4.1 สรุปวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาและป้องกัน 70

4.2 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุในเดือนพฤศจิกายน 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 72

4.3 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุในเดือนธันวาคม 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 74

4.4 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุในเดือนมกราคม 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 77

4.5 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทุในเดือนกุมภาพันธ์ 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 79

4.6 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุในเดือนมีนาคม 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 82

4.7 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุในเดือนเมษายน 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 85

4.8 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเมษายน 2554 87

4.9 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุในเดือนพฤษภาคม 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง 90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุ ในเดือนมิถุนายน 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง 93

4.11 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุ ในเดือนกรกฎาคม 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง 96

4.12 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุ ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงกรกฎาคม 2554 99

DPU

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ SLIDE PACK 3
1.2 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ BLISTER PACK 3
1.3 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ CAM SHELL 4
1.4 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ VACUUM TRAY 4
1.5 ตัวอย่างแม่พิมพ์เรซิ่น 5
1.6 ตัวอย่างแม่พิมพ์ทองแดง 5
1.7 ตัวอย่างแม่พิมพ์อลูมิเนียม 6
1.8 กราฟแสดงแนวโน้มร้อยละของเสียที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2553 ถึง เดือนเมษายน 2554 7
2.1 การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต 17
2.2 ความสัมพันธ์ของมาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพ 19
2.3 ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง 21
2.4 ตารางใบตรวจสอบสำหรับการแจกแจงของขบวนการผลิต 22
2.5 ใบตรวจสอบการทำงานและตรวจสอบยืนยัน 23
2.6 ใบตรวจสอบ (Check - sheets) 24
2.7 ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับ Group size ในภัตตาคาร 24
2.8 กราฟแท่งของแต่ละหัว 27
2.9 กราฟแสดงค่าสะสม 28
2.10 แผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องในการพ่นสีรถยนต์นั่ง 29
2.11 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) 29
2.12 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตของปัจจัยในห้องฉุกเฉิน 30
2.13 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) 30
2.14 แสดงสาเหตุต่าง ๆ 31
2.15 การเขียนก้างใหญ่ของแผนผังสาเหตุ 32
2.16 ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผลคำตำหนิของลูกค้าในร้านอาหาร 34
2.17 ตัวอย่างกราฟแท่ง (Bar Chart) 35
2.18 ฮิสโตแกรม (Histogram) 37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.19 ตัวอย่างฮิสโตแกรมของ Hole Diameters 37

2.20 ชนิดของฮิสโตรแกรม 38

2.21 ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram) 40

2.22 ตัวอย่างการกระจายของความพอใจของลูกค้าและเวลาที่รอในร้านอาหาร..... 41

2.23 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) 41

2.24 ชนิดของแผนภูมิควบคุม และลักษณะเฉพาะของแผนภูมิควบคุม 42

2.25 การทดสอบสมมติฐานแบบสองทางและทางเดียวของการแจกแจง Z, t และ χ^2 .. 44

3.1 ภาพแสดงตัวอย่างแบบตรวจสอบและกราฟแท่ง 52

3.2 แผนภาพการไหลของขั้นตอนการดำเนินงาน 53

3.3 แสดงร้อยละของเสียตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเมษายน พ.ศ. 2554..... 54

3.4 แสดงลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดจากการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากพลาสติก..... 55

3.5 ภาพแสดงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติก ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเมษายน พ.ศ. 2554 56

3.6 แผ่นภาพกระบวนการหาปัญหา 57

3.7 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากการแวคไม่สุด 58

3.8 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดรอยพับหรือเป็นหนวด 59

3.9 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากงานทะลุเป็นช่องหรือรูรั่ว 59

3.10 เครื่องขึ้นรูพลาสติกด้วยสุญญากาศ (Vacuum Machine) 60

3.11 ส่วนปรกอบเครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ 60

3.12 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องขึ้นรูปสุญญากาศ 61

3.13 ภาพแสดงเป้าหมายในการลดของเสียในแต่ละเดือนที่กำหนด 62

4.1 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) แสดงการระดมสมองค้นหาสาเหตุของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องด้านแวคไม่สุด 65

4.2 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) แสดงการระดมสมองค้นหาสาเหตุของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องด้านงานเป็นหนวด 65

4.3 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) แสดงการระดมสมองค้นหาสาเหตุของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องด้านงานทะลุ 66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.4 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนพฤศจิกายน 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 74
4.5 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนธันวาคม 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง.. 76
4.6 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนมกรคาคม 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 79
4.7 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนกุมภาพันธ์ 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง 81
4.8 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนมีนาคม 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง…. 84
4.9 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนเมษายน 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง…. 87
4.10 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนพฤษภาคม 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง 92
4.11 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนมิถุนายน 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง.. 95
4.12 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนกรกฎาคม 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง 98
4.13 ผลแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังปรับปรุง…… .. 101
4.14 ผลการวิเคราะห์ทดสอบความแปรปรวนโดยโปรแกรมสำเร็จรูป (Minitab)……... 102
4.15 ผลการวิเคราะห์ทดสอบแตกต่างโดยโปรแกรมสำเร็จรูป (Minitab)……... 103

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียในกระบวนการผลิตการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติก
ชื่อผู้เขียน	ฐาปนันดร์ เขียวสังข์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tool) ในการค้นหาสาเหตุและเพื่อการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2553 ถึง เดือนกรกฎาคม 2554 ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ทำการสำรวจสภาพของเสีย และเก็บข้อมูลจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตจากแผนกตรวจสอบ จากนั้นแจกแจงปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) และแสดงความถี่ของปัญหา เพื่อแยกความสำคัญตามลำดับด้วย กฎ 80:20 ในการเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ปัญหานั้นด้วยแผนภูมิก้างปลา (Fish-Bone Diagram) เพื่อวางมาตรการณ์แก้ไขปัญหาจากการระดมความคิด (Brainstorms)

ผลการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดการเกิดปัญหาของเสียจากเดิม 1.53 % ลดลงเป็น 0.53 % และคิดเป็นมูลค่าสามารถลดได้ถึง 74,862 บาทต่อปี

Thesis Title	Defectives Reduction in Vacuum Forming Production Process
Author	Thapanan Kheowsank
Thesis Advisor	Associate Professor. Dr. Suparatchai Vorarat
Department	Engineering Management
Academic Year	2011

ABSTRACT

The objective of this research was to reduce wastes from the plastic container production process by adopting the quality control tool to analyze and indicate the cause of such problem and to improve the production quality from November 2010 to July 2011. A check sheet was employed in the inspection and data collection of wastes during the production process from the Department of Quality Audit. Then, a Pareto chart was used to represent and analyze the collected data. In this process, the frequency of problem occurrence was indicated and later prioritized under the 80:20 Theory to determine and solve the problem in the part with largest number of wastes. The outcome data was further analyzed by using the Fishbone Diagram in order for the researcher to brainstorm and develop a measure to solve the problem.

Upon the implementation of the developed measure, it was found that wastes were reduced from 1.53% to 0.53%, or equal to cost reduction of 74,862 Baht per year.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สภาวการณ์ทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในช่วง 2 ปี ที่ผ่านมา อยู่ในภาวะถดถอยทำให้ผู้ประกอบการที่ประกอบธุรกิจต่างๆ มีความระมัดระวังในการลงทุน หรือออกผลิตภัณฑ์ใหม่ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ผลิตออกสู่ตลาดเพื่อจำหน่ายนั้นมีการแข่งขันทางการตลาดสูงในทุกๆ ผลิตภัณฑ์ไม่ว่าจะเป็นสินค้าอุปโภคหรือสินค้าบริโภค จึงมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงทางด้านการพัฒนาสินค้า และลดต้นทุนการผลิต เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในตลาดเศรษฐกิจและบรรจุภัณฑ์ก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ผู้ประกอบการต่างให้ความใส่ใจ เพื่อสร้างความโดดเด่น และสร้างเป็นเอกลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ของบริษัทก่อนที่จะปล่อยสินค้าออกสู่ตลาด การสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันด้านธุรกิจบรรจุภัณฑ์นี้นอกจากความโดดเด่นและเป็นเอกลักษณ์ของตัวผลิตภัณฑ์แล้ว ยังต้องลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย การลดของเสียก็เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิต

การลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์ (Zero Defect) หรือให้มีปริมาณที่น้อยที่สุดเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับธุรกิจเกือบทุกประเภท เพราะของที่เสียไปนั้นจัดเป็นวัตถุดิบ ซึ่งธุรกิจพึงมีไว้เพื่อการผลิต แต่การมีของเสียในการผลิตมากเกิน (Over Defect)ไปธุรกิจก็จะเกิดปัญหาด้านต้นทุน (Direct Costs) วัตถุดิบที่สูงขึ้น และมีต้นทุนการเก็บรักษาที่สูงขึ้นพร้อมทั้งขาดกำไรและรายได้จากการผลิต นอกจากนี้ ยังทำให้สูญเสียโอกาสกับต้นทุนที่จมอยู่กับวัตถุดิบที่เป็นของเสียเหล่านั้นอย่างไร้ประโยชน์ โดยในทางตรงกันข้าม ถ้าธุรกิจสามารถลดของเสียให้ที่มีปริมาณที่น้อยที่สุด ก็จะเป็นการเพิ่มผลผลิตในทางอ้อม และสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อีกทางหนึ่ง ผู้ประกอบธุรกิจย่อมมีกำไรเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้ประกอบการ ที่จะมองเห็นปัญหาในการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของธุรกิจของตนให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุด เพื่อที่จะไม่ให้สร้างผลกระทบต่อสภาพคล่องของธุรกิจและสร้างผลกำไรได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย กลุ่มธุรกิจบรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่ก็ประสบปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเช่นกัน

บริษัท พรประภา แพ็คเกจจิ้ง อินดัสทรี ประกอบธุรกิจผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก การผลิตในแต่ละวันมีปริมาณมาก และมีของเสียเกิดขึ้นประจำ ซึ่งของเสียจากกระบวนการผลิตส่วนหนึ่ง เกิดจากผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตพบเห็นอยู่เป็นประจำจนเกิดความเคยชิน ซึ่งบริษัทผู้ประกอบการก็รับรู้ และได้ศึกษาสาเหตุที่เกิดขึ้น แต่ยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนยิ่งปล่อยทิ้งไว้นานผลเสียที่เกิดขึ้นก็มีมากมายหลายสาเหตุยากแก่การแก้ไข จึงก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งวัตถุดิบ เวลา ค่าแรง รวมไปถึงกระบวนการในด้านอื่นๆ ด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา หาวิธีดำเนินการแก้ไขของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ผ่านข้อกำหนดการตรวจสอบของบริษัทพรประภา แพ็คเกจจิ้ง อินดัสทรี

1.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัท พรประภา แพ็คเกจจิ้ง อินดัสทรี เริ่มดำเนินกิจการเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2550 จนถึงปัจจุบัน ด้วยเนื้อที่ทั้งหมด 200 ตารางวา เป็นบริษัทประกอบธุรกิจด้านการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum forming) ด้วยวัตถุดิบที่เป็นพลาสติกทั้งแบบโปร่งแสง และไม่โปร่งแสง ซึ่งบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ใช้เพื่อบรรจุสินค้าอุปโภค และสินค้าบริโภค รูปแบบกระบวนการผลิตเป็นการทำตามคำสั่งของลูกค้า (Made To Order) ทั้งมีแม่แบบ และไม่มีแม่แบบ วัตถุดิบของโรงงานที่ใช้ มี 3 ชนิด ได้แก่ PS (Polystyrene) คุณสมบัติบางเปราะมี 2 สี แบบใสและแบบผสมสี PVC (Polyvinyl Chloride) คุณสมบัติมีความแข็ง แต่แตกง่าย มีสีฟ้า PET (Polyethylene Terephralate) คุณสมบัติมีความเหนียว มีสีขาวใส ผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ตัวอย่างที่ขึ้นรูปด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum forming) ด้วยวัตถุดิบที่เป็นพลาสติกมีทั้งแบบโปร่งแสง และไม่โปร่งแสง ดังภาพที่ 1.1, 1.2, 1.3 และ 1.4

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ SLIDE PACK

ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ BLISTER PACK

ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ CAM SHELL

ภาพที่ 1.4 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ VACUUM TRAY

วัสดุที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์ มี 3 ชนิด ได้แก่ เรซิ่น ทองแดง และอลูมิเนียม โดยขนาดวัสดุของแม่พิมพ์ขึ้นอยู่กับรูปร่างและรูปแบบของสินค้าที่ลูกค้ากำหนด ดังภาพที่ 1.5 1.6 และ 1.7 จะเห็นได้ว่ารูปร่างและขนาดของแม่พิมพ์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน

ภาพที่ 1.5 ตัวอย่างแม่พิมพ์เรซิ่น

ภาพที่ 1.6 ตัวอย่างแม่พิมพ์ทองแดง

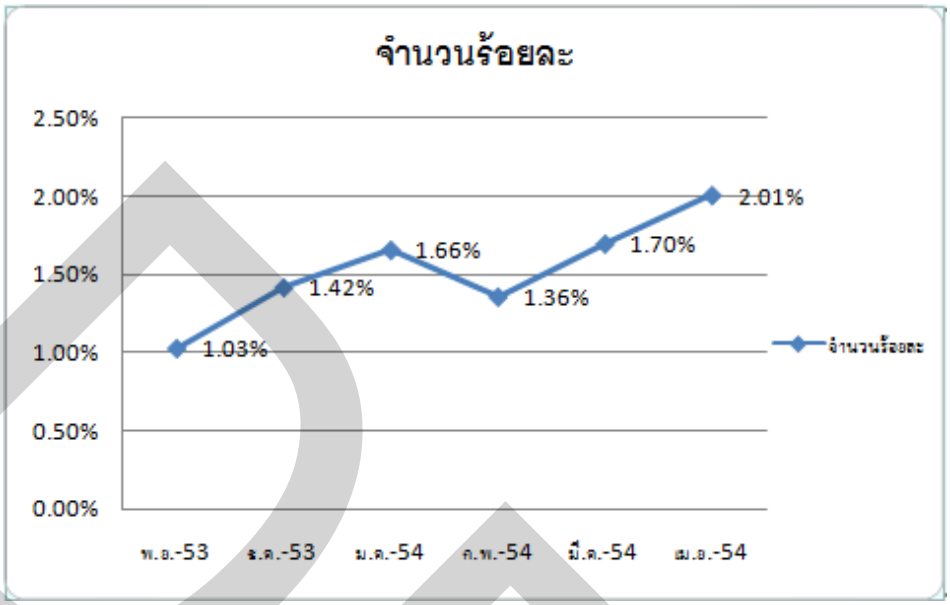
ภาพที่ 1.7 ตัวอย่างแม่พิมพ์อลูมิเนียม

1.3 สภาพของปัญหาปัจจุบัน

ในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก เมื่อทำการผลิตเสร็จแล้วก็จะนำเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบ เพื่อการบรรจุแพ็คเกจก่อนส่งออกไปยังลูกค้าแต่ในกระบวนการตรวจสอบนั้นยังพบผลผลิตที่เสียเกิดจากกระบวนการผลิตอยู่บ่อยๆครั้ง โดยรวมไปถึงผลผลิตที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนดโดยรายงานผลการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึง เมษายน พ.ศ. 2554 ดังตารางที่ 1.1 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแต่ละเดือนจะมีแนวโน้มของเสียเพิ่มมากขึ้น ดังกราฟที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 รายงานผลการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก ช่วงพฤศจิกายน 2553 - เมษายน 2554

เดือน	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน (กก.)			ผลรวม (กก.)	จำนวนร้อยละของเสีย
			แวคไม่สุด	งานเป็นหนวด	งานทะลุ		
พ.ย. 53	17,775.38	17,592.88	120.43	49.05	13.02	182.50	1.03%
ธ.ค. 53	14,421.05	14,215.65	134.20	50.06	21.14	205.40	1.42%
ม.ค. 54	15,627.45	15,367.45	189.73	53.20	17.07	260	1.66%
ก.พ. 54	12,091.72	11,928.12	100.16	42.40	21.04	163.6	1.36%
มี.ค. 54	13,404.21	13,176.21	140.40	67.10	20.50	228	1.70%
เม.ย.54	10,135.32	9,931.92	131.08	49.09	23.23	203.4	2.01%



ภาพที่ 1.8 กราฟแสดงแนวโน้มร้อยละของเสียที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2553 ถึงเดือน เมษายน 2554

การขึ้นรูปชิ้นส่วนที่ไม่ผ่านการตรวจสอบนั้น ต้องนำกลับไปสู่กระบวนการแก้ไข หากของชิ้นนั้นไม่สามารถนำมาแก้ไขได้ ก็นำไปสู่กระบวนการคัดแยกเป็นของเสียจึงกลายเป็นต้นทุนของเสียที่เกิดขึ้น คือรายได้ที่ลดลง สามารถแสดงเป็นตารางค่าใช้จ่าย ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 รายงานต้นทุนที่เกิดจากของเสีย ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2553 ถึง เมษายน 2554

เดือน	น้ำหนักของเสีย (กก.)	ต้นทุนของเสีย (บาท)
พฤศจิกายน	182.50	11,497.50
ธันวาคม	205.40	12,940.20
มกราคม	260.00	16,380.00
กุมภาพันธ์	163.6 0	10,306.80
มีนาคม	228.00	14,364.00
เมษายน	203.40	12,814.20
รวม	1,242.90	78302.70

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อลดของเสียจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ
2. เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบฟอร์ม สำหรับ การเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิตเพื่อง่ายต่อการบันทึก และการตรวจสอบข้อมูล
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ (MinitabV.15)
3. ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) นำมาใช้สำหรับเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ค้นหาปัญหา สาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

1.6 ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาข้อมูลเฉพาะบริษัทพรประภา แพ็คเกจจิ้ง อินดัสทรี เท่านั้น
2. การใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) เพื่อลดของเสียนี้ ทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา
3. การวิจัยจะครอบคลุมถึงวิธีการประยุกต์ใช้เทคนิคและเครื่องมือต่างๆด้านทฤษฎีการควบคุมคุณภาพโดยทำการประมวลเปรียบเทียบก่อนและหลังการทำวิจัย
4. ระยะเวลาทำการศึกษาวิจัยระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2553 ถึง เดือนตุลาคม 2554

1.7 ระเบียบวิธีการศึกษา

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการผลิตและระบบคุณภาพ
2. เก็บรวบรวมข้อมูลจากแผนกผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 ถึง เมษายน 2554
3. ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาต่างๆจากข้อมูลโดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ทางระบบควบคุมคุณภาพ
4. ศึกษาและวิเคราะห์วิธีการที่นำมาแก้ไขปัญหา
5. เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาและกำหนดเป็นมาตรฐานในวิธีปฏิบัติงาน

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านผู้ประกอบการ สามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อลดของเสีย ที่เกิดจากกระบวนการผลิต บรรจุภัณฑ์ และลดเวลาการทำงานในกระบวนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์วางแผนงานได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

2. ด้านการศึกษา สามารถเป็นประโยชน์แก่นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปที่ต้องการค้นคว้าศึกษาเกี่ยวกับการนำไปใช้ของเครื่องมือควบคุมคุณภาพ

1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ

บรรจุภัณฑ์ หมายถึง กล่องหรือหีบห่อที่ทำขึ้นเพื่อเก็บรักษาไม่ให้เกิดความเสียหาย พร้อมทั้งสะดวกในการขนส่ง และเอื้อประโยชน์ในทางการค้าและต่อการบริโภค

ของเสีย หมายถึง บรรจุภัณฑ์ที่ไม่สมบูรณ์และไม่สามารถนำไปจำหน่ายส่งต่อลูกค้า

เครื่องมือคุณภาพ หมายถึง เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tool)

การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ หมายถึง การนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tool) มาใช้โดยขึ้นอยู่ปัญหาและสภาพแวดล้อมการใช้งานเพื่อให้เกิดความสะดวกความเหมาะสมยิ่งขึ้น

1.10 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.3 แผนการดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	ขั้นตอนการวิจัย	ระยะเวลา (เดือน)									หมายเหตุ
			2554					2555			
		พ.ย. 53 – ก.ค. 54	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
1	ศึกษาข้อมูลของเสีย										
2	เตรียมข้อมูลเพื่อเสนอหัวข้อ										
3	เสนอหัวข้อเพื่อทำการวิจัย										
4	ดำเนินการทำวิจัย - บทนำ - แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง - ระเบียบวิธีวิจัย										
5	ที่ปรึกษาแนะนำและตรวจสอบ										
6	สอบเค้าโครงการทำวิจัย										
7	ดำเนินการแก้ไข										
8	วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน - วิเคราะห์ผลการวิจัย - สรุปผลการวิจัย										
9	ที่ปรึกษาแนะนำและตรวจสอบ										
10	สอบปิดเล่มการทำวิจัย										
11	ดำเนินการแก้ไข										
12	ส่งรูปเล่มทั้งหมด										

แผนการปฏิบัติงาน

ปฏิบัติงานจริง

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ของบริษัทฯ โดยใช้การควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ ผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎีเอกสารและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบการสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าและนำเสนอผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่กำหนดไว้ ตามลำดับดังนี้

2.1 แนวคิดเรื่องคุณภาพ

2.2 การลดของเสีย

2.3 เครื่องมือการควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools)

2.4 การทดสอบสมมติฐาน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเรื่องคุณภาพ

ในภาวะปัจจุบันที่การแข่งขันทางธุรกิจเป็นไปอย่างรุนแรง ส่งผลให้องค์กรธุรกิจต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งมีความต้องการสินค้าที่หลากหลาย ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อก็คือ คุณภาพ ความหมายของคำว่า “คุณภาพ” มีการให้คำจำกัดความ ดังนี้

คุณภาพ (เสรี ยูนิพันธ์ และคณะ, 2528 : 13) คือจะมีสิ่งสำคัญที่หมายถึงอยู่ 2 อย่างคือ (1) หน้าที่ สื่อความหมายไปในส่วนของความคงทน และความมั่นคงกับการอยู่ในสภาพที่ดี และทำงานได้ (2) รูปร่างลักษณะ มีความหมายออกไปในทางสวยงาม สี ความเรียบร้อยกลมกลืน เส้นแนวและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์

คุณภาพ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2550 : 29) เป็นตามสภาวะการแข่งขันของตลาดโดยอาศัยวิวัฒนาการด้านอุตสาหกรรมเป็นเกณฑ์กำหนด ประกอบด้วย ในยุคการผลิตเชิงมวล : การตรงต่อข้อกำหนดเฉพาะ ในยุคแห่งการแข่งขัน : การสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า ในยุคโลกาภิวัฒน์ : การสร้างความประทับใจต่อลูกค้า และจัดเป็นกลยุทธ์ในทางการสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ

คุณภาพ (Deming อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 29) ของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการสามารถเปลี่ยนแปลง ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ดังนั้นคำที่จำกัดความจึงเน้นไปในทางวิธีการเชิงปริมาณ ที่แสดงผลออกมาในตัวผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ระดับของผลลัพธ์จากการลดความผันแปรที่คาดหวัง
2. ต้นทุนที่ต่ำกว่า
3. ความเหมาะสมสำหรับตลาด

คุณภาพ (Juran อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 30) คุณลักษณะประเภทสินค้าที่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ได้แก่การออกแบบให้มีการจูงใจผู้ใช้มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการทำให้ลูกค้านิยมมากกว่าสินค้าอื่น มีลักษณะการใช้งานดี ยังส่งผลให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นและวางใจในสินค้านั้น

คุณภาพ (Ishikawa อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 30) กิจกรรมในองค์การ หรือหน่วยงานที่ปรับปรุงคุณภาพ โดยเป็นความรับผิดชอบของทุกคนตั้งแต่ระดับสูงสุด ไปจนถึงระดับคนงาน ตั้งแต่การออกแบบ การจัดซื้อ การผลิต การขายและการให้บริการหลังการขายเพื่อให้สินค้านั้นมีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการของผู้ซื้ออย่างสม่ำเสมอ มีค้นทุนการผลิตต่ำและสามารถแข่งขันในตลาดได้เป็นอย่างดี

คุณภาพ (Feigenbaum อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 30) คุณลักษณะที่ต้องเป็นองค์ประกอบของสินค้าและบริการทั้งหมด ที่เกี่ยวกับการตลาด วิศวกรรม การผลิตและการบำรุงรักษา เพื่อให้การใช้สินค้าหรือบริการดงกล่าวตอบสนองความคาดหวังของลูกค้า

2.1.1 ปัญหาคุณภาพ

ปัญหาคุณภาพ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 31) เป็นความเบี่ยงเบนของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการออกไปจากค่าความหวังของลูกค้าหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

กระบวนการคืออะไร โดยอาจต้องพิจารณาได้จากใบรายการ ซึ่งอธิบายถึงลักษณะของประเภทงาน (JD : Job Description) หรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

(1) ผลิตภัณฑ์คืออะไร ซึ่งได้มาจากการนิยามผลลัพธ์ของกระบวนการหรือกิจกรรมที่รับผิดชอบ

(2) ลูกค้าคือใคร ในการควบคุมคุณภาพจะให้ความสนใจกับลูกค้าภายในเท่านั้น หรือถ้าหากสนใจต่อการควบคุมคุณภาพเชิงเทคนิคก็ควรให้ความสนใจต่อลูกค้าที่เป็นผู้รับผลิตภัณฑ์ต่อจากเรา แต่ถ้าหากสนใจต่อการควบคุมคุณภาพเชิงการจัดการก็ลูกค้าที่เป็นผู้บังคับบัญชาโดยตรง

(3) ความคาดหวังของลูกค้าคืออะไร การทำความเข้าใจกับความคาดหวังของลูกค้าจะทำให้ทราบถึงหัวข้อควบคุมและเป้าหมายสำหรับการควบคุมคุณภาพ ซึ่งลูกค้าประเภทผู้รับผลิตภัณฑ์ต่อจากเราจะคาดหวังในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความคาดหวังในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายของผู้ซื้อหรือผู้ใช้ สำหรับลูกค้าประเภทผู้บังคับบัญชาจะคาดหวังในความมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

(4) ระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริงคืออะไร จากกระบวนการวัดผลและประเมินผลจะทำให้ทราบถึงระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือระดับความคาดหวังของลูกค้า เพื่อการนิยามปัญหาคุณภาพที่ต้องการการแก้ไขได้

กระบวนการแก้ไขหาคุณภาพเริ่มต้นจากการค้นหาสาเหตุหลักของปัญหา เพื่อหาทางแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ กรณีที่การค้นหาสาเหตุมาจากความไร้ประสิทธิภาพของบุคลากรทั้งระดับปฏิบัติการและระดับจัดการและเกิดปัญหาแบบครั้งคราว จะเรียกกระบวนการนี้ว่าการควบคุมคุณภาพ (Quality control) แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่มีการค้นหาสาเหตุจากระบบและเกิดปัญหาแบบเรื้อรัง จะเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า การปรับปรุงคุณภาพเชิงตอบได้ (Reactive improvement) ซึ่งได้มีการรวบรวมการจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพ และการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางของ Deming, Juran, Shewhart และ Kepner-Tregoe แสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงคุณภาพ

ผู้เขียน	การควบคุมคุณภาพ	การปรับปรุงคุณภาพ
Deming	- ปัญหาจากสาเหตุผิดพลาด (Special causes)	-ปัญหาจากสาเหตุระบบ (Common cause)
Juran	-ปัญหาครั้งคราว (Sporadic)	-ปัญหาเรื้อรัง(Chronic)
Shewhart	-ปัญหาจากสาเหตุที่ระบุได้ (Assignable causes)	-ปัญหาจากสาเหตุแบบสุ่ม (Chance causes)
Kepner-Tregoe	-ปัญหาที่เกิดจากจุดเปลี่ยนแปลง (Change deviation)	-ปัญหาที่เกิดแต่วันแรก (Day one deviation)

2.1.2 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control; QC) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551 : 63) เป็นระบบที่ใช้เพื่อรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนด โดยการเทียบกับมาตรฐานหรือรายละเอียด (Specification) ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ตั้งแต่การวางแผนการ

ออกแบบของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ต้องตรงตามรายละเอียดที่กำหนด การเลือกกระบวนการผลิตหรือการติดตั้งที่ตรงตามจุดประสงค์ในทุกๆ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ การเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อการผลิต การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องตรงตามรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่เจาะจงไว้ การแก้ไขกรณีที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และการให้บริการ

2.1.3 ความสำคัญของการควบคุมคุณภาพ

ธิดาเดียว มยุรีสวรรค์ (อ้างถึงในสุกัญญา น้อยจันทร์, 2552 : 6 - 7) ได้กล่าวว่าในวงการของธุรกิจและอุตสาหกรรม การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่เชื่อถือของผู้บริโภคและการบริการที่ดี เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ธุรกิจและอุตสาหกรรมนั้นๆ ประสบผลสำเร็จ ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพหมายถึงการที่ผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ดีและเป็นที่พอใจของผู้บริโภค เช่น เหมาะสมต่อการใช้งาน มีรูปร่างลักษณะและความถูกต้องตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Standard) หรือเกณฑ์กำหนด (Specification) ซึ่งมาตรฐานหรือเกณฑ์กำหนดของผลิตภัณฑ์ อาจเกิดจากผู้บริโภค ผู้ผลิต วิศวกรหรือรัฐบาลเป็นผู้กำหนด การควบคุมคุณภาพมีความสำคัญมากขึ้น เมื่อการผลิตมีปริมาณมาก เนื่องจากต้องใช้วัตถุดิบที่มีปริมาณมาก บางครั้งวัตถุดิบมาจากแหล่งผลิตต่างกัน ทำให้คุณภาพของวัตถุดิบแตกต่างกัน ส่งต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์โดยตรง หรือเมื่อต้องใช้คนงานจำนวนมาก ความแตกต่างในตัวคนงานหรือความสามารถที่แตกต่างกัน ก็ส่งต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เช่นกัน

1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผันแปรของผลิตภัณฑ์

ความผันแปรของผลิตภัณฑ์ หมายถึงความแตกต่างในคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ไม่คงที่ ความผันแปรของผลิตภัณฑ์บางครั้งไม่มาก ผู้ผลิตยอมให้เกิดขึ้นได้ เนื่องจากไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากนัก แต่ถ้าความผันแปรที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงจนไม่สามารถยอมรับได้ เพราะอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นกลายเป็นของเสีย หรือไม่สามารถใช้งานได้ หรือถูกปฏิเสธเมื่อส่งมอบให้ผู้บริโภค จะส่งผลต่อภาพพจน์โดยรวมของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้ผลิตต้องให้ความสำคัญต่อการควบคุมความผันแปรที่เกิดขึ้นไม่ให้มีในปริมาณที่มาก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความผันแปรของผลิตภัณฑ์ มีดังนี้ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการ (Method) หรือการจัดการ (Management)

คน (Man) คนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปร เนื่องจากในการผลิตที่มีปริมาณมากต้องใช้คนงานมากตาม แต่ความสามารถของคนงานไม่เท่าเทียมกันอันเนื่องจากความชำนาญที่ต่างกัน การศึกษาอบรมที่ต่างกัน ความมุ่งมั่นในการทำงานที่ต่างกัน เป็นต้น ความแตกต่างเหล่านี้จะส่งผลต่อการทำงานของคนงานแต่ละคน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เขาควบคุมดูแลมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การใช้คนงานควบคุมดูแลเครื่องจักรในการผลิต หากคนงาน

เอาใจใส่ดูแลเครื่องจักรคอยสังเกตและตรวจเช็คความผิดปกติก็จะทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา ไม่เกิดปัญหาในการผลิต หรือการใช้คนงานตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุกล่องโดยการคัดผลิตภัณฑ์เสียทิ้ง หากคนงานไม่ตั้งใจทำงานหรือขาดความระมัดระวังในการตรวจสอบจะทำให้ผลิตภัณฑ์ในกล่องมีของเสียปะปนอยู่ด้วย ดังนั้นผู้ประกอบการหรือผู้ผลิตต้องหาวิธีการลดความผันแปรที่เกิดจากคน เช่นการจัดฝึกอบรมให้ความรู้ในการทำงานแก่คนงาน การสร้างจิตสำนึกของการเป็นเจ้าของกิจการให้กับคนงาน การใช้สื่อหรือเทคนิคใดๆ ให้คนงานเห็นผลงานที่เกิดจากการทำงานของเขา เป็นต้น

เครื่องจักร (Machine) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความผันแปรของกระบวนการผลิต โดยเฉพาะเมื่อต้องใช้เครื่องจักรหลายเครื่องผลิต การเปลี่ยนแปลงของสภาพเครื่องจักรอันเนื่องมาจากอายุการใช้งานมาก การขาดการบำรุงรักษา หรือเกิดจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของเครื่องจักร ถึงแม้ว่าจะเป็นเครื่องจักรยี่ห้อเดียวกัน แต่ต่างเครื่องกันก็อาจได้ผลผลิตที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องจักรจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะนอกจากจะเป็นการลดความผันแปรของผลิตภัณฑ์แล้วยังเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

วัตถุดิบ (Material) วัตถุดิบถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยตรง หากในตัวของวัตถุดิบเองเกิดความผันแปรย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้วัตถุดิบเหล่านั้นเกิดความผันแปรแน่นอน ดังนั้นก่อนนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตต้องมีการตรวจสอบมาตรฐานของวัตถุดิบเสียก่อนเทคนิคต่าง ๆที่นำมาใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หรือควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของการตรวจสอบหรือควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ

วิธีการ(Method) หรือการจัดการ (Management) หมายถึงวิธีการผลิตหรือการวางแผนการผลิต ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปรได้ หากผู้ผลิตวางแผนการผลิตที่ดี มีการวางระบบการทำงานที่ดี มีวิธีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและสามารถลดความผันแปรในผลิตภัณฑ์ได้

2) ลักษณะของการตรวจสอบ

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการตรวจ สอบเพื่อควบคุมในการผลิตแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์เชิงปริมาณ เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่สามารถวัดค่าคุณสมบัติได้โดยเครื่องมือวัด ตวง ชั่ง เช่น น้ำหนักของชิ้นงาน เส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวนลูกสูบ ปริมาณของเครื่องดื่มบรรจุกระป๋อง เป็นต้น การตรวจสอบผลิตภัณฑ์เชิงปริมาณนี้ จะนำค่าคุณสมบัติที่ดีได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์หรือเกณฑ์กำหนด เพื่อพิจารณาว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์มีค่าสอดคล้องกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

2.2) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์เชิงคุณลักษณะ เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการนับจำนวนของสิ่งที่สนใจที่เกิดขึ้นด้วยสายตา การตรวจสอบเชิงคุณลักษณะ จะแบ่งลักษณะที่พบบนผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ทาง คือ ดีหรือเสีย ชำรุดหรือไม่ชำรุด ผ่านหรือไม่ผ่าน เป็นต้น การตรวจสอบแบบนี้ มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมคุณลักษณะที่ไม่ต้องการไม่ให้เกิดในปริมาณที่มากเกินขีดจำกัดที่ยอมรับได้ เพราะถ้าจากการตรวจสอบพบว่า ในกระบวนการผลิตมีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ไม่ต้องการออกมาในปริมาณที่สูงเกินไป แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ ตัวอย่างการตรวจสอบเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ การตรวจสอบรอยตำหนิบนผ้าทอ การตรวจสอบผลิตภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปที่ชำรุด การตรวจสอบรอยเชื่อมที่เสียจากการม้วนเหล็กแผ่น การตรวจสอบสายตาตามบนถังแก๊สที่ผลิตได้

3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการควบคุมคุณภาพ

ก. ลดค่าใช้จ่ายภายในโรงงาน

โรงงานที่มีระบบการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสม และสามารถลดค่าใช้จ่ายเหล่านี้ลงได้ คือ

(1) ทำให้เกิดของเสียน้อยลง เป็นการลดค่าความเสียหาย

(2) ลดค่าใช้จ่ายที่ต้องทำงานซ่อม ทำให้ไม่ต้องทำงานซ้ำซ้อน

(3) ไม่ต้องลดเกรดของสินค้า จึงขายได้ในราคาที่ตั้งไว้ ทำให้ไม่ขาดรายได้

(4) ลดค่าใช้จ่ายในการแยกผลิตภัณฑ์

(5) ไม่ต้องหยุดการผลิต ทำให้ไม่ต้องเสียเวลา ไม่ต้องเสียค่าแรงงานและค่าเครื่องจักรไปโดยเปล่าประโยชน์

ข. ลดค่าใช้จ่ายภายนอกโรงงาน

(1) ลดการถูกต่อว่าและเปลี่ยนสินค้าจากผู้บริโภคทำให้ไม่เสียชื่อเสียงไม่เสียหายค่าสินค้าที่ถูกเปลี่ยน

(2) ทำให้ชื่อเสียงขององค์กรดีขึ้น ทำให้ยี่ห้อหรือตราสินค้าเป็นที่น่าเชื่อถือ สินค้าจึงขายง่ายขึ้น

(3) ทำให้ขายสินค้าได้ตามราคาที่กำหนด จึงได้กำไรตามที่วางเป้าหมายไว้

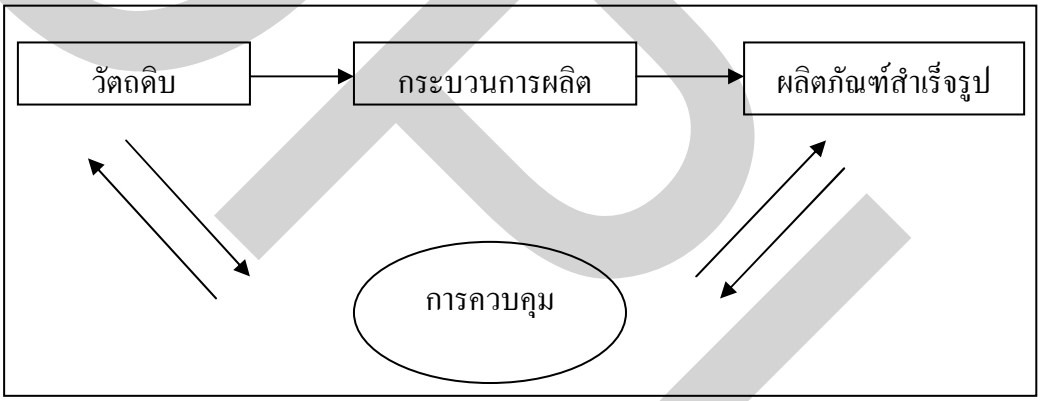
การควบคุมคุณภาพได้เหมาะสม นอกจากทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายทั้งภายในและภายนอกโรงงานได้แล้ว ยังทำให้ภาพพจน์ของโรงงานดีในสายตาของสังคมภายนอกด้วย พนักงานภายในเองก็มีขวัญและกำลังใจในการทำงาน เพราะนอกจากจะได้ทำงานในองค์กรที่มีชื่อเสียงแล้ว ยังได้รับค่าจ้างและสวัสดิการที่ดีจากองค์กรด้วย เนื่องจากองค์กรสามารถขายสินค้าได้

และมีกำไร นอกจากนี้โรงงานยังสามารถพัฒนาคุณภาพของสินค้าให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอยู่เสมอ สามารถเป็นผู้นำตลาดได้

2.1.4 การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต

ระบบการผลิต (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2538: 6 – 8) คือระบบที่เกี่ยวข้องกันกับการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ให้มีคุณค่าขึ้นมา โดยการใช้ปัจจัยการผลิต อันได้แก่ คน วัตถุดิบ พลังงาน เครื่องจักร วิธีการ โดยมีผู้บริหารงานทำหน้าที่วางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ วัตถุดิบ กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตจึงต้องควบคุมทั้ง 3 ขั้นตอนของระบบการผลิต แสดงได้ดังภาพ 2.1



ภาพที่ 2.1 การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต

ที่มา: เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, (2538 : 6)

การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตต้องกำหนดมาตรฐานต่างๆ ขึ้นมาก่อน ได้แก่

กำหนดมาตรฐานของคุณภาพ ได้แก่ มาตรฐานของวัตถุดิบแต่ละชนิด มาตรฐานของกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในแต่ละขั้นตอน มาตรฐานของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร

กำหนดมาตรฐานของการตรวจสอบ ได้แก่ วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ว่าต้องทำอย่างไร

กำหนดมาตรฐานของวิธีการสุ่มตัวอย่าง

การตรวจสอบอาจทำได้โดยการตรวจ 100% หรือการสุ่มตัวอย่าง ถ้าสุ่มตัวอย่างต้องการกำหนดจุดสุ่มตัวอย่าง ขนาดของตัวอย่าง การยอมรับหรือปฏิเสธสิ่งที่ตรวจเมื่อไหร่ อย่างไร นั่นคือต้องมีการสุ่มตัวอย่าง

ฝ่ายผลิตมีหน้าที่ดำเนินการให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานคุณภาพที่กำหนดไว้ จึงต้องมีหน่วยตรวจสอบทำการตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตที่ได้ โดยดำเนินการตรวจสอบตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป หน่วยตรวจสอบมีหน้าที่ตรวจดูว่าวัตถุดิบ / ผลผลิต ที่ตรวจนั้นมีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานหรือลักษณะเฉพาะที่กำหนดไว้หรือไม่ แล้วแจ้งข้อมูลกลับไปให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อว่าถ้ามีผลผลิตใดไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ จะได้หาทางแก้ไขหรือวิธีการป้องกันต่อไป

มาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต สามารถแบ่งออกเป็น 2 มาตรการใหญ่ๆ ดังนี้

ก. มาตรการที่ต้องทำเป็นประจำในกระบวนการผลิต

เป็นมาตรการที่ทำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการ คุณสมบัติสม่ำเสมอ โดยมีของเสียน้อยที่สุดได้แก่

(1) ทำการควบคุมวัตถุดิบ โดยทำการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบมาตรวจสอบว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

(2) ทำการควบคุมกระบวนการผลิต ควบคุมขั้นตอนการผลิตให้ ตรงตามมาตรฐาน ตรวจสอบผลผลิตที่ผ่านออกมาในแต่ละขั้นตอนว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หรือไม่ ก่อนสั่งต่อไปยังขั้นตอนการผลิตที่อยู่ถัดไป

(3) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เมื่อวัตถุดิบได้ผ่านการแปรรูปออกมาจนเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบมาแล้วก็น่าจะได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้มาตรฐาน แต่เพื่อความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงควรตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอีกครั้งว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานหรือไม่

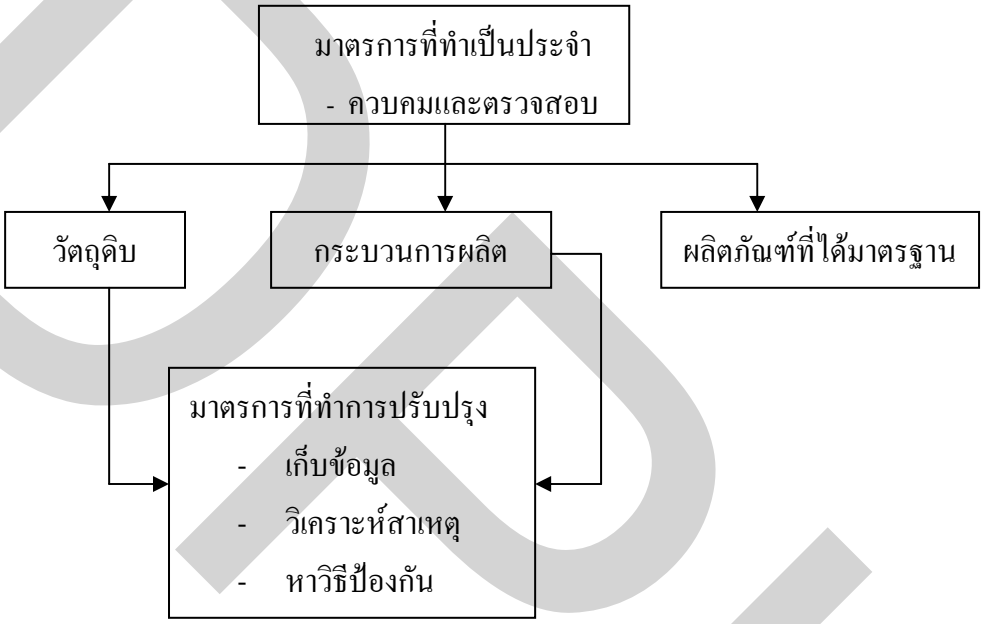
ข. มาตรการเพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนา

เป็นมาตรการที่ทำเพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีของเสียหรือลดปริมาณของเสีย

(1) การจัดเก็บสถิติการผลิต เก็บข้อมูลปัญหาของผลิตภัณฑ์ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลไว้ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

(2) วิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา นำข้อมูลที่จัดเก็บไว้มาวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา เช่น ปัญหาความล่าช้า ปัญหาของเสียหาย เป็นต้น เมื่อวิเคราะห์จนทราบต้นเหตุของปัญหาจะได้กำหนดวิธีการแก้ไข และวิธีการป้องกันต่อไป

มาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพสามารถแสดงความสัมพันธ์กันได้ดังภาพ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของมาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพ

ที่มา: เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, (2538 : 8)

จุดต่างๆ ที่มักจะมีการตรวจสอบ ได้แก่

1) ขั้นการเก็บหรือพัก (Storage) เพราะสะดวกในการตรวจ

2) ตรวจก่อนที่จะถึงขั้นทำให้เกิดการเสียหายแก่ชิ้นส่วนและเครื่องจักร

3) ตรวจตรงจุดที่มีการตั้งเครื่องใหม่หรือเริ่มเดิมเครื่องใหม่

ลักษณะการตรวจสอบอาจแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1) แบบตรวจตามตัวแปร เพื่อควบคุมคุณลักษณะของชิ้นส่วนซึ่งผันแปรได้ให้อยู่ในขอบเขตอันหนึ่ง (Control of Variable) ได้แก่ การวัดความยาวหรือน้ำหนักของชิ้นส่วนว่าอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ หรือคุณลักษณะอื่น ๆ ที่วัดได้ เช่น ความแข็ง ความเร็ว เป็นต้น

2) แบบตรวจว่าดีหรือเสีย เพื่อควบคุมจำนวนชิ้นส่วนที่เสีย (Control of Defectives) เช่น การตรวจหลอดไฟฟ้าว่าติดหรือการตรวจขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นส่วนว่าลอดรูกลมได้หรือไม่ ถ้าไม่ลอดถือว่าใหญ่เกินไปเป็นของเสียหรือของที่ไม่ต้องการ เช่น การร่อนทราย เป็นต้น

3) การตรวจตามจำนวนตำหนิ เพื่อควบคุมจำนวนตำหนิบนชิ้นส่วนให้อยู่ในขอบเขต (Control of Defects) เช่น จำนวนตำหนิบนเฟอร์นิเจอร์ จำนวนตำหนิบนผืนผ้า จำนวนฟองอากาศในแผ่นแก้ว เป็นต้น

เป้าหมายของการตรวจสอบ คือ พยายามรักษาคุณภาพให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ และหากไม่สามารถจะทำการตรวจได้ครบถ้วนสมบูรณ์แบบ เนื่องจากไม่มีเวลาหรือไม่คุ้มที่จะทำก็พยายามควบคุมคุณภาพให้ผันแปรอยู่ในขอบเขตอันหนึ่งที่พอจะยอมรับได้

2.2 การลดของเสีย

การลดของเสีย (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. 2541: 32) คือ การลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและจากกิจกรรมต่างๆ โดยเน้นที่การป้องกันไม่ให้เกิดของเสียตั้งแต่เริ่มแรก ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตคือ องค์ประกอบของวัตถุดิบที่ไม่สามารถแปรสภาพเป็นผลผลิตได้ ถือเป็นการสูญเสีย ดังนั้น กระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดของเสีย จึงเป็นกระบวนการผลิตที่มีผลผลิตสูงสุด

การลดของเสีย (ปราณี พันธุมสินชัย. 2541 : 32) นั้นได้รวมหลักการหลายวิธีเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะลดปริมาณของเสียเหลือน้อยที่สุด ซึ่งมีวิธีตามแนวคิดอยู่ 2 วิธี คือการลดที่แหล่งกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์

2.3 เครื่องมือการควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools)

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551 : 65) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่อาศัยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยกลวิธีทางสถิติ (Statistical Process Control; SPC) มาใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องให้กระบวนการผลิตไม่สามารถเปลี่ยนแปลงและมีสมรรถภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย ใบตรวจสอบ แผนภาพพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล กราฟ ฮีสโตแกรม แผนภาพการกระจาย และแผนภูมิควบคุม

2.3.1 ใบตรวจสอบ (cheek-sheets) (ศิริพร ขอพรกลาง, 2544 : 118-154) คือ แผนผังหรือตารางที่มีการออกแบบไว้ล่วงหน้า โดยมีวัตถุประสงค์คือ สามารถเก็บข้อมูลได้ง่ายและถูกต้อง สามารถดูและเข้าใจได้ง่าย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ง่าย

โดยปกติในสถานประกอบการมักมีงานยุ่งอยู่แล้วการเก็บข้อมูลจึงเป็นงานที่เบื่อหน่าย ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ในการออกในตรวจสอบจึงใช้ขีด (/) แทนจะสะดวกกว่า เช่น ในกรณีที่มีข้อมูลประเภทเดียวกันหรือในกรณีที่มีข้อมูลอยู่หลายประเภท

ชนิดของใบตรวจสอบ โดยปกติแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะการใช้ง่าย

1) ใบตรวจสอบที่ใช้บันทึก แบ่งได้ดังนี้

1.1) ใบตรวจสอบสำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง ในกรณีที่ต้องการลดของเสียหรือข้อบกพร่อง อันดับแรกต้องสำรวจดูก่อนว่ามีของเสียหรือข้อบกพร่องเกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร เกิดในอัตราส่วนอย่างไร จากนั้นสำรวจหัวข้อที่มีของเสียสูงกว่ามีสาเหตุจากไหน เพื่อที่จะดำเนินการแก้ไข สำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง อาจเป็นหัวข้อที่คาดคะเนว่าจะเกิดหรือมีของเสียเกิดขึ้นและชื่อไว้ แล้วนำมาแยกเป็นข้อตามลำดับความสำคัญในการแก้ไข และที่สำคัญควรออกแบบให้สามารถสำรวจและบันทึกด้วยการขีด (/) เท่านั้น

ใบตรวจสอบประเภทข้อบกพร่อง

สินค้า : ยางใน — วันที่ 1 ธันวาคม 2541

ขนาด : 5.60 – 1.3 — แผนกตรวจสอบยางใน

จำนวนรวม : 7,530 เส้น — ผู้ตรวจ : นายธนา

ประเภทข้อบกพร่อง	จำนวนนับ	รวม
รอยต่อแยก	///	3
ฟองอากาศ	//// //// //// //	17
เศษผงฝังใน	////	5
เศษผงบนผิว	//// /	6
ฐานวาล์วเปิด	//// //	7
อื่น ๆ	//// ///	8
	ยอดรวม	46

ภาพที่ 2.3 ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 118)

1.2) ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจหาสาเหตุของเสีย เมื่อเราทราบหัวข้อของเสียแล้ว ยังจะหาต่อไปถึงสาเหตุของปัญหา โดยคำนึงถึง 4M (Man, Material, Method, Machine) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการผลิตรวมทั้งเวลา ทำให้เมื่อเช็คเสร็จแล้วสามารถทราบหัวข้อต่อไปนี้

(1) หัวข้อบกพร่อง หัวข้อใดมีมาก

(2) เกิดกับเครื่องใดมาก

(3) มีความแตกต่างของพนักงานหรือไม่

(4) เกิดขึ้นเวลาใด

1.3) ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจการกระจายตัวของขบวนการผลิตที่ต้องใช้สำหรับกระบวนการผลิตที่ต้องควบคุมเกี่ยวกับรูปร่างขนาด คือ น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งที่ต้องการทราบความ สัมพันธ์ ของการกระจายตัว ค่าเฉลี่ย กับค่าที่กำหนด นอกจากนั้นยังใช้วิเคราะห์หาสาเหตุการกระจายที่ผิดปกติหรือผิดไปจากค่าที่กำหนด โดยการแยกประเภทข้อมูลตามผู้ปฏิบัติงานวัตถุดิบ หรือเครื่องจักร เป็นต้น ใบตรวจสอบสำหรับการแจกแจงของขบวนการผลิต

ชื่อชิ้นส่วน		แผนก : การผลิต						วันที่ 1 พ.ย. 2541				
หัวหน้าแผนก : วิชัย		ค่ากำหนด : 0.05						ชื่อผู้วัด : ธวัช				
ลำดับที่		การเช็คความถี่										รวม
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
1	-0.07												
2	-0.06												
3	-0.05	IIII											4
4	-0.04	𝍸	II										7
5	-0.03	𝍸	𝍸	𝍸									15
6	-0.02	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	II				37
7	-0.01	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸			45
8	0	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	IIII		49
9	0.01	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	I					31
10	0.02	𝍸	𝍸	I									11
11	0.03	I											1
12	0.04												
13	0.05												
14	0.06												
15	0.07												
หมายเหตุ		ปริมาณการผลิตทั้งหมด 15,000 ชิ้น											200

ภาพที่ 2.4 ตารางใบตรวจสอบสำหรับการแจกแจงของขบวนการผลิต

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 120)

1.4) ใบตรวจสอบสำหรับตำแหน่งของเสีย โดยทั่วไปจะวาดรูปสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไว้เครื่องหมายตามตำแหน่งของเสียหรือข้อบกพร่อง และหากของเสียมีมากกว่า 1 ประเภทก็อาจใช้เครื่องหรือสัญลักษณ์แสดงความแตกต่างได้

2) ใบตรวจสอบ เป็นใบตรวจสอบเพื่อใช้ยืนยันสภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ เช่น การตรวจสอบยืนยันการทำงานรถยนต์ หรือสภาพความสมบูรณ์ของรถยนต์ เป็นต้น

เนื้อหาการตรวจสอบ		5	6	7	8	9			
สิ่งที่ต้องตรวจสอบจุดที่ 1	ปริมาณน้ำหล่อเย็นและการรั่วไหล	/		/	/				
	ความลึกหรือบอกช้ำและรอยบิดของยางใน	/		/	/				
	ปริมาณน้ำมันแบรคและคลัทช์	/		/	/				
สิ่งที่ต้องตรวจสอบจุดที่ 2	สภาพสึกกร่อนของสปริง	/	/	/	/				
	รอยรั่วของน้ำมันและน้ำมันในช่วงล่าง	/	/	/	/				
	มีแม่แรงและอุปกรณ์อื่น ๆ	/	/	/	/				
	แรงดันของยางอะไหล่	/	/	/	/				
สิ่งที่ต้องตรวจสอบจุดที่ 3	สภาพตอนสตาร์ทเครื่อง	/	/	/					
	สภาพการทำงาน	/	/	/					
	สภาพแถบสะท้องแสง	/	/	/					

ภาพที่ 2.5 ใบตรวจสอบการทำงานและตรวจสอบยืนยัน

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 122)

การออกแบบใบตรวจสอบ

(1) ไม่มีข้อบังคับหรือกฎเกณฑ์ตายตัวในการออกแบบ

(2) สามารถใช้งานได้ง่ายถูกต้อง สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ง่าย

(3) เมื่อกำหนดจะเก็บข้อมูลชนิดใด สามารถเลือกเอาจากตัวอย่างที่กำหนดให้หรือเพิ่มเติมไปใช้ได้

(4) เก็บใบตรวจสอบไว้ทุกครั้งเพื่อเป็นประวัติใช้ศึกษาย้อนหลังได้

Check sheet

Defect	Day 1	2	3	4
A	///		////	/
B	//	/	//	///
C	/	////	//	////

ภาพที่ 2.6 ใบตรวจสอบ (Cheek-sheets)

ที่มา: William, J.Stevenson, (2002 : 15)

Customers in Party	Count
1	𝍸
2	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 |||
3	𝍸 𝍸 ||
4	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 |
5	𝍸 𝍸 𝍸
6	𝍸 ||
>6	||

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับ Group size ในภัตตาคาร

ที่มา: Mark, M. Davis, J. Aqulano, and Richard, B. Chase, (2003: 250)

2.3.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยเรียงลำดับปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อยและแสดงขนาดความถี่มากน้อยด้วยกราฟแท่งควบคู่ไปกับการแสดงค่าสะสมของความถี่ด้วยกราฟเส้น ซึ่งแกนนอนของกราฟเป็นประเภทของปัญหาและแกนตั้งเป็นค่าร้อยละของปัญหาที่พบ แผนภูมิพาเรโตใช้เลือกปัญหาที่จะลงมือทำเพราะปัญหาสำคัญในเรื่องคุณภาพมีอยู่ไม่กี่ประการแต่สร้างข้อบกพร่องด้านคุณภาพจำนวน

มาก ส่วนปัญหาปลีกย่อยมีอยู่มากมาย แต่ไม่ส่งผลกระทบด้านคุณภาพมากนัก ดังนั้นจึงควรเลือกแก้ไขปัญหาที่สำคัญ ซึ่งถ้าแก้ไขได้จะลดข้อบกพร่องด้านคุณภาพได้มาก

ขั้นตอนในการจัดทำแผนภูมิพาเรโต

1) กำหนดหัวข้อที่จะทำการสำรวจ แล้วรวบรวมข้อมูลเหล่านั้น

1.1) กำหนดช่วงระยะเวลาและวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูล ช่วงระยะเวลานั้นอาจจะกำหนดเป็นสัปดาห์หรือเดือน เป็นต้นให้ตัดตอนเป็นช่วงโดยให้ระยะความสั้นยาวขึ้นกับสภาพที่เกิดปัญหา

1.2) นำใบตรวจสอบ (Check Sheet) มาใช้เพื่อสำรวจปัญหา ไม่เพียงแต่จำนวนของปัญหาแต่ยังสามารถสำรวจสาระและสาเหตุของปัญหาได้ด้วย

2) จำแนกและรวบรวมข้อมูลตามสาเหตุหรือปรากฏการณ์โดยพยายามจำแนกข้อมูลในลักษณะที่ง่ายต่อการกำหนดเป็นมาตรการแก้ไข

2.1) จำแนกตามสาเหตุ : วัตถุดิบ เครื่องจักร ผู้ปฏิบัติงาน วิธีการทำงาน เป็นต้น

2.2) จำแนกตามปรากฏการณ์ : หัวข้อของเสีย สถานที่ กระบวนการผลิต เวลา ฯลฯ

ตาราง 2.2 ตารางรวบรวมข้อมูลของใบตรวจสอบ

รถยนต์ที่นั่ง : SO1.16				ช่วงระยะเวลา : 1พ.ค. – 30 พ.ย. 2542			
ตารางรวบรวมข้อมูล : ข้อบกพร่องการพ่นสีรถ				ผู้จัดทำ : นายธวัช			
ตำแหน่ง หัวข้อ	Front Door	Front Piller	ขอบคิ้ว กระจก	หลังคา	Back Door	Back Piller	รวม
ฝุ่นผง	𝍸 𝍸	𝍸	𝍸𝍸	𝍸𝍸	𝍸 𝍸		51
สีย้อย	𝍸	𝍸	𝍸 𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	36
สีเป็นเม็ด							15
สีบาง							10
สีหนา							10
รอยกระดาษทราย							5
อื่น ๆ							7
รวม	24	17	32	23	23	15	134

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 149)

3) จัดแจงข้อมูลให้เหมาะสมแล้วคำนวณปริมาณสะสม (Accumulation)

3.1) ให้เรียงหัวข้อตามลำดับจำนวนข้อมูลที่มีปริมาณมากไปสู่น้อย แล้วเติมจำนวนข้อมูลของแต่ละหัวข้อลงไป ต่อจากนั้นให้เขียน “อื่น ๆ” ลงเป็นหัวข้อสุดท้าย

3.2) ทำการคำนวณปริมาณสะสมโดยเริ่มจากหัวข้อที่มีข้อมูลมากแล้ว คำนวณไปเรื่อย ๆ

ตารางที่ 2.3 การคำนวณค่าสะสม

ลำดับที่	ข้อบกพร่อง	จำนวนข้อมูล	ค่าสะสม	% ของเสีย
1	ฝุ่นผง	51	51	
2	สีย้อย	36	87	
3	สีเป็นเม็ด	15	102	
4	สีบาง	10	112	
5	สีหนา	10	122	
6	รอยกระดาษทราย	5	127	
7	อื่น ๆ	7	134	
		134		

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 150)

หมายเหตุ : ค่าสะสมหาได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 51

ลำดับที่ 2 51 + 36 = 87

ลำดับที่ 3 87 + 15 = 102

ลำดับที่ 4 102 + 10 = 112

ลำดับที่ 5 112 + 10 = 122

ลำดับที่ 6 122 + 5 = 127

ลำดับที่ 7 127 + 7 = 134

4) คำนวณเปอร์เซ็นต์สะสมโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$= \frac{\text{ปริมาณสะสม}}{\text{จำนวนทั้งหมด}} \times 100\ (\%)$$

หมายเหตุ : ค่าเปอร์เซ็นต์สะสมหาได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 (51/134)*100 = 38.10

ลำดับที่ 2 (87/134)*100 = 64.90

ลำดับที่ 3 (102/134)*100 = 76.10

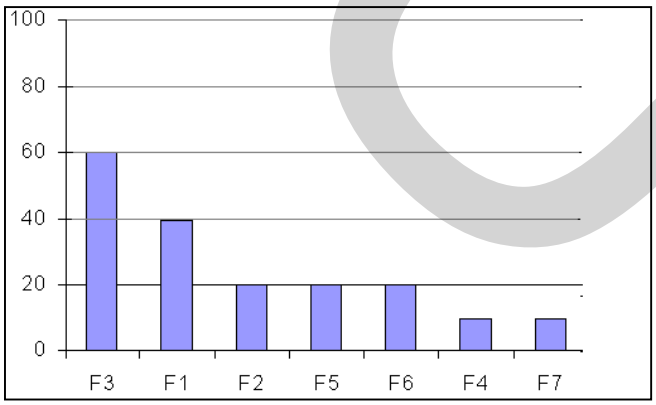
5) เขียนแกนตั้งและแกนนอนลงบนกระดาษกราฟ

5.1) ที่แกนนอนให้เขียนเติมชื่อหัวข้อโดยเรียงลำดับจากหัวข้อที่มีจำนวนข้อมูลมากไปสู่น้อย โดยเรียงจากซ้ายไปขวา

5.2) ที่แกนตั้งให้เขียนลักษณะคุณสมบัติที่เรากำลังจะทำการสำรวจ โดยจัดทำสเกลให้ครอบคลุมจำนวนรวมของข้อมูลทั้งหมดได้ ควรกำหนดสเกลและระยะช่องไฟเพื่อให้ขนาดความยาวของแกนตั้งกับแกนนอนนั้นเป็น 1 : 1 – 1: 2 (โดยให้แผนภูมิพาเรโตที่ได้มีขนาดเกือบเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส)

6) จัดทำกราฟแท่ง

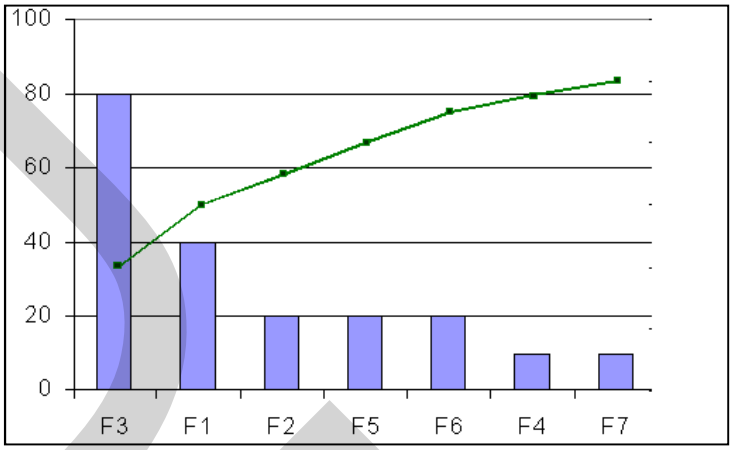
6.1) เขียนจำนวนข้อมูลออกเป็นกราฟแท่ง เรียงตามลำดับจากซ้ายไปขวา โดยให้มีความกว้างของกราฟแต่ละแท่งเท่ากัน ในกรณีที่เขียนกราฟแต่ละแท่งแยกออกจากกันควรจัดช่องไฟระหว่างแท่งให้เท่ากันด้วย



ภาพที่ 2.8 กราฟแท่งของแต่ละหัว

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 151)

7) เดิมเส้นกราฟค่าสะสมเติมจุดกราฟของค่าสะสมลงทางด้านขวามือของกราฟแท่ง



ภาพที่ 2.9 กราฟแสดงค่าสะสม

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 152)

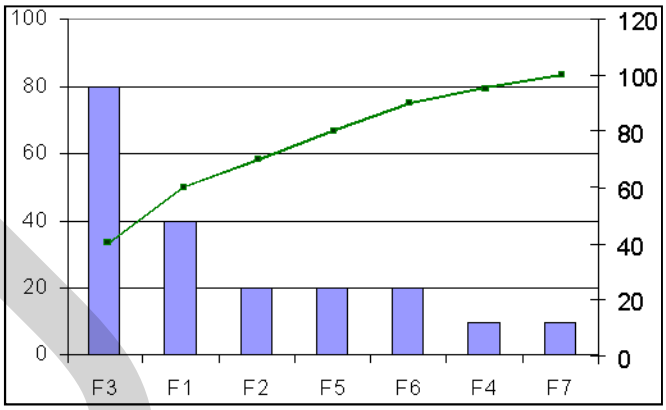
8) ลากแกนตั้งขึ้นทางด้านขวาสุด แล้วกำหนดสเกล

8.1) กำหนดให้จุดเริ่มของกราฟเส้นตรงเป็น “0” (%) แล้วจุดสุดท้ายเป็น “100” (%)

8.2) แบ่งส่วนระหว่าง 0 – 100 % ออก 5 ส่วนเท่ากันแล้วเติมสเกล 20, 40, 60, 80, (%) (หรืออาจจะแบ่งออกเป็น 10 ส่วน แล้วเติมค่า 10, 20, 30, … , 100 ก็ได้)

9) เติมข้อความที่จำเป็นลงไป

9.1) หัวข้อเรื่อง ช่วงเวลา จำนวนรวมของข้อมูล (n) ชื่อขบวนการผลิต ผู้จัดทำ เป็นต้น แผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องในการพ่นสีรถยนต์นั่ง



ภาพที่ 2.10 แผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องในการพ่นสีรถยนต์นั่ง

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 153)

ชนิดของแผนภูมิพาเรโต

ดังได้กล่าวมาแล้ว แผนภูมิพาเรโตคือระเบียบวิธีเพื่อหาประเด็นปัญหาสำคัญจำนวนน้อยและแบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามที่นำไปใช้

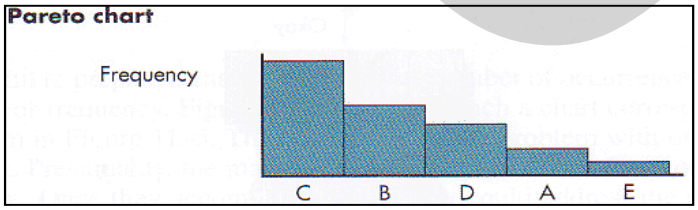
1) แผนภูมิพาเรโตโดยผล แผนภูมินี้เกี่ยวจะข้องกับผลิตภัณฑ์ด้อยคุณภาพ และใช้หาว่าปัญหาสำคัญคืออะไร

1.1) คุณภาพ ความบกพร่อง ความผิด ความล้มเหลว คำร้องเรียน ค่าร้องเรียน ส่งคืนและการซ่อมแซม

1.2) ราคา มูลค่าสูญเสีย ค่าใช้จ่าย

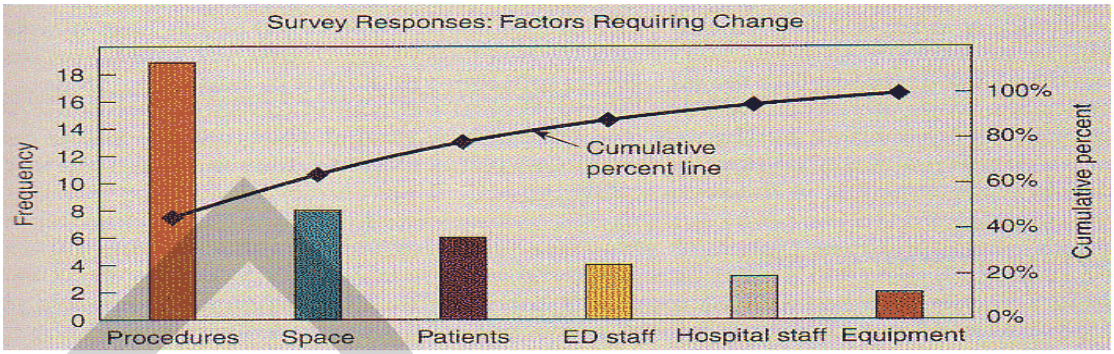
1.3) การส่ง มูลภัณฑ์ การขาดแคลนของ การเก็บเงินไม่ได้ การส่งล่าช้า

1.4) ความปลอดภัย อุบัติเหตุ ความผิดพลาด การเสีย



ภาพที่ 2.11 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

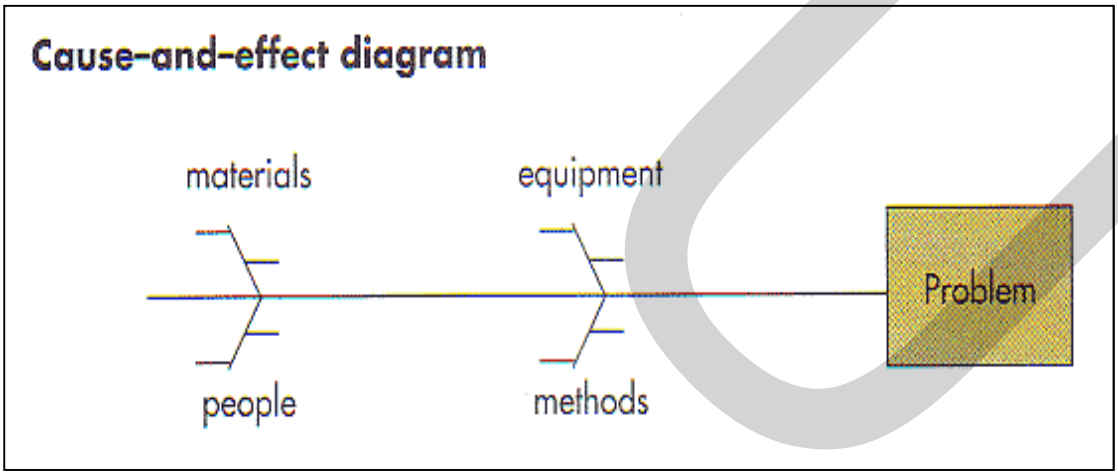
ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตของปัจจัยในห้องฉุกเฉิน

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B.Chase, (2003 : 250)

2.3.3 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fish Diagram) หรือผังอิชิกาวาเป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต ซึ่งเมื่อเลือกแก้ปัญหาใดจากแผนภูมิพาเรโตแล้วก็นำปัญหานั้นมาแจกแจงสาเหตุของปัญหาเป็น 4 ประการ คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) วัตถุดิบ (Material)



ภาพที่ 2.13 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ที่มา: William, J. Stevenson, (2002: 479)

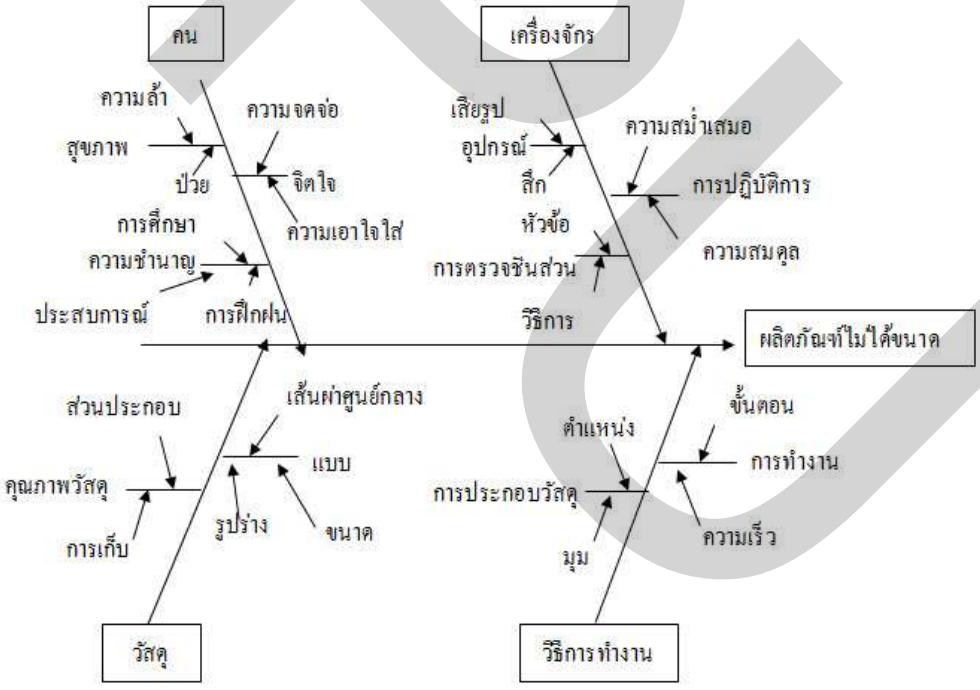
ผลผลิตหรือผลงานของขบวนการผลิตแต่ละหน่วย ย่อมประกอบขึ้นมาจากองค์ประกอบต่างๆ เหล่านั้น

องค์ประกอบหรือสาเหตุหลักโดยทั่วไปไม่ว่าจะอยู่ในหน่วยงานการผลิตหรืองานสำนักงานมักจะให้เหมือนกัน คือ

Man	=	คน
Machine	=	เครื่องมือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์
Material	=	วัตถุดิบหรือวัสดุ
Method	=	วิธีการทำงาน

การรวบรวมองค์ประกอบหรือสาเหตุต่างๆ ให้เป็นระบบในรูปของงานแผนภาพสาเหตุและผลช่วยให้เราสามารถค้นหา วิเคราะห์ปัญหาได้ง่ายขึ้น ว่าองค์ประกอบใดหรือสาเหตุใดที่มีอิทธิพบต่อคุณภาพของผลผลิตหรือผลงาน จะได้ควบคุมปรับปรุงสาเหตุหรือองค์ประกอบนั้นๆ ต่อไป

สาเหตุต่างๆ ที่น่าจะทำให้เกิดข้อบกพร่องทางด้านขนาดของผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่ง



ภาพที่ 2.14 แสดงสาเหตุต่าง ๆ

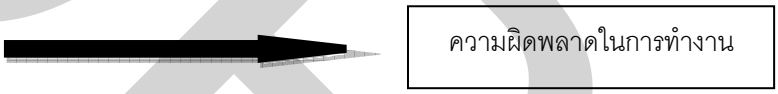
ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 127)

ผู้ร่วมงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความบกพร่องทางด้านขนาด ได้ร่วมกันอภิปรายและระดมความคิดเห็นถึงสาเหตุต่างๆ ที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาดังกล่าวแล้วเขียนเป็นแผนภาพสาเหตุและผล ดังในภาพ 2.14 จากนั้นก็ช่วยกันพิจารณาความสำคัญของสาเหตุต่าง ๆ จึงได้กำหนดมาตรฐานวิธีประกอบวัสดุขึ้นทำให้ข้อบกพร่องด้านขนาดของผลิตภัณฑ์ลดลงจากเดิม

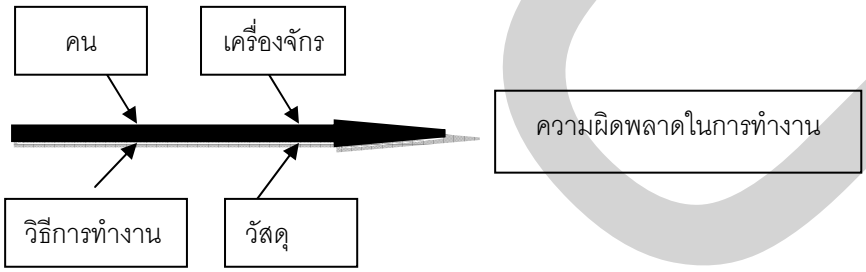
การสร้างแผนภาพสาเหตุและผล

ขั้นที่ 1 ชี้ลักษณะคุณภาพที่เป็นปัญหาออกมาให้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น เรื่องความผิดพลาดในการทำงาน

ขั้นที่ 2 ที่ริมขวาสุดของกระดาษเขียนลักษณะคุณภาพลงไป ตีกรอบสี่เหลี่ยมแล้วลากเส้นราบหนาจากซ้ายมือมายังกรอบนี้ (เรียกเส้นกระดูกสันหลัง) แล้วเดิมเป็นลูกศร



ขั้นที่ 3 แบ่งสาเหตุหรือองค์ประกอบที่สำคัญออกเป็น 4-8 ข้อ จากนั้นลาดเส้น “ก้างใหญ่” จากซ้ายมือเอียงเข้าหากระดูกสันหลังแล้วเขียนสาเหตุสำคัญต่าง ๆ ข้างต้น ที่ต้นลูกศรและล้อมกรอบสี่เหลี่ยม ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 การเขียนก้างใหญ่ของแผนผังสาเหตุ

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 128)

สาเหตุหรือองค์ประกอบที่สำคัญไม่ว่าจะอยู่ในหน่วยหรืองานสำนักงานมักจะใช้ 4M เหมือนๆ กัน คือ

Man	:	คน
Machine	:	เครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์
Material	:	วัตถุดิบหรือวัสดุ
Method	:	วิธีการทำงาน

นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่น ๆ เช่น

Environment	:	สภาพแวดล้อม
Time	:	เวลา
Measurement	:	การวัด
Transportation	:	การขนส่ง

ขั้นที่ 4 พยายามหาสาเหตุที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุใหญ่เขียนเป็นก้างปลา หาหาเหตุย่อยที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุเขียนเป็นก้างเล็ก และในที่สุดหามูลเหตุซึ่งส่งผลให้เกิดสาเหตุย่อยเขียนเป็นก้างฝอยของสาเหตุ

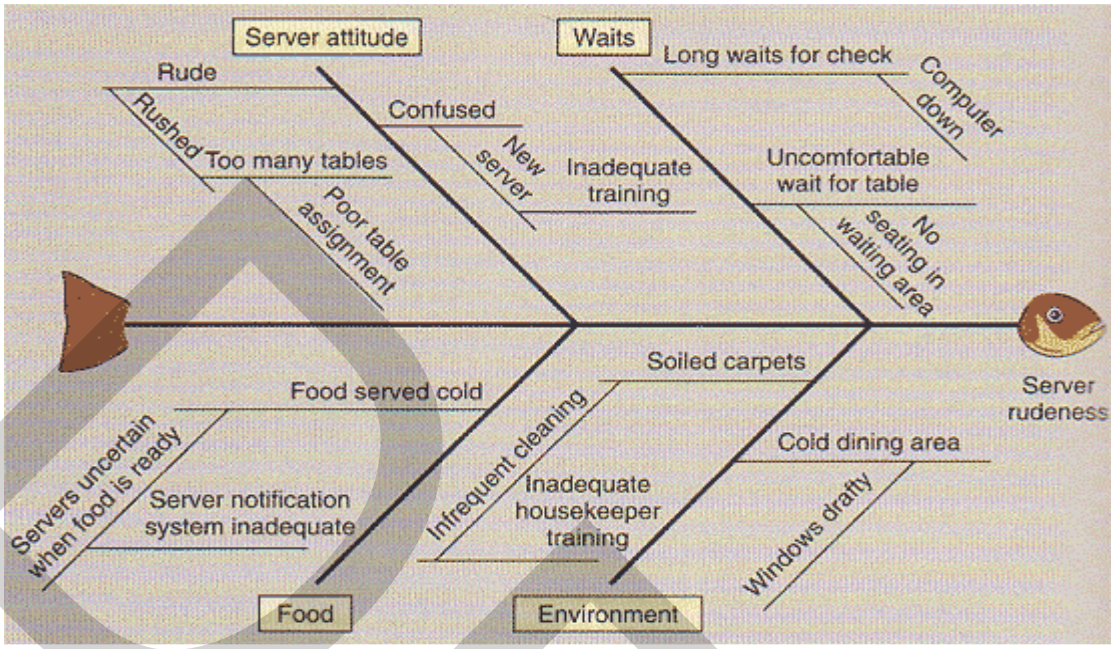
ขั้นที่ 5 สำรวจแผนภาพสาเหตุและผลอีกครั้งว่ามีสาเหตุอื่นๆ เพิ่มเติมอีกหรือไม่ ถ้ามีให้เขียนเติมลงไป

ขั้นที่ 6 ต่อจากนั้นจัดลำดับความสำคัญต่างๆ ในการกำหนดความสำคัญมากน้อย ดังกล่าวอาจใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ถกเถียงร่วมกัน ใช้แผนภูมิพาเรโต กราฟ หรือกระทั่งเปิดอภิปรายทั่วไป เป็นต้น โดยจะใช้ล้อมกรอบหรือเดิมวงกลมสีแดงข้างหน้าสาเหตุที่สำคัญมากกว่าเพื่อให้แบ่งแยกชัดขั้น

ขั้นที่ 7 เดิมหัวข้อที่เกี่ยวข้องลงไป

1. ชื่อผลิตภัณฑ์
2. ขั้นตอนการผลิต
3. วัน เดือน ปี ที่เขียน

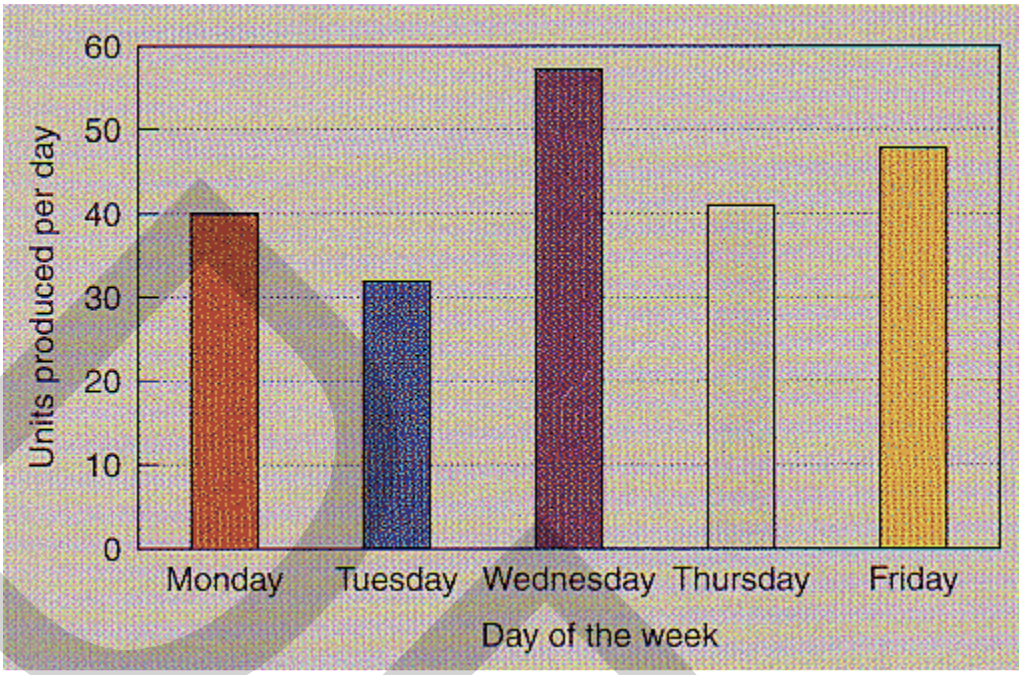
ตามตัวอย่างภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผลคำตำหนิของลูกค้าในร้านอาหาร

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, (2003 : 254)

2.3.4 กราฟ (Graph) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงสำเสนอข้อมูลให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่างๆ ได้ง่ายและชัดเจนขึ้นและสามารถใช้วิเคราะห์แปลความหมายตลอดจนให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีโดยเฉพาะเมื่อข้อมูลมีจำนวนมากการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟสามารถใช้กราฟเส้น กราฟแท่ง กราฟวงกลม กราฟภาพ



ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างกราฟแท่ง (Bar Chat)

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, (2003 : 254)

ในจำนวน QC เทคนิคทั้งหมด ตัวที่ง่ายที่สุดและเป็นต้นเคยมากที่สุด มีโอกาสได้เห็นและได้ใช้เกือบทุกวันก็คือกราฟนั่นเอง

การใช้ประโยชน์

ข้อมูลทุกประเภทสามารถเสนอในรูปกราฟได้ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการ คือ

1) ใช้วิเคราะห์ข้อมูล กราฟจะแสดงความหมายของตัวเลขออกมาและสามารถชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงซึ่งเราอาจมองข้ามไปได้หากดูจากตัวเลขโดยตรง ดังนั้น กราฟจึงมีประโยชน์มากในการวิเคราะห์สภาพของข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน เพื่อขุดค้นหาสาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง

2) ใช้อธิบาย กราฟช่วยให้สามารถอธิบายหรือชี้แจงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ให้แก่ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบายโดยตรง วัตถุประสงค์อันหนึ่งของการทำ QC ในสถานประกอบการก็เพื่อสร้างสรรค์บรรยากาศให้อยู่ในวัตถุประสงค์ร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นระดับเพื่อนร่วมงานก็ดี ตัวผู้บังคับบัญชาก็ดี เมื่อสื่อความเข้าใจกันได้ดีแล้วบรรยากาศในการทำงานก็ดีด้วย เช่น ใช้อธิบายอัตราการหยุดงานของพนักงาน อัตราของเสียจากการผลิต อัตรายอดจำหน่าย เป็นต้น

3) ใช้ควบคุม กราฟที่เขียนแสดงอัตราการหยุดงานหรือของเสียตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งทำให้กราฟเป็นอุปกรณ์สำคัญในการควบคุมงานต่าง ๆ ด้วย

4) ใช้บันทึก ข้อมูลที่เก็บได้สามารถบันทึกลงเป็นกราฟได้เลย และเมื่อต้องการใช้สามารถดูจากกราฟได้ทันที

กราฟประเภทต่าง ๆ

กราฟที่นิยมใช้กันแพร่หลายและเป็นที่คุ้ยเคยที่สุดมีอยู่ 4 ประเภทหลัก ๆ คือ

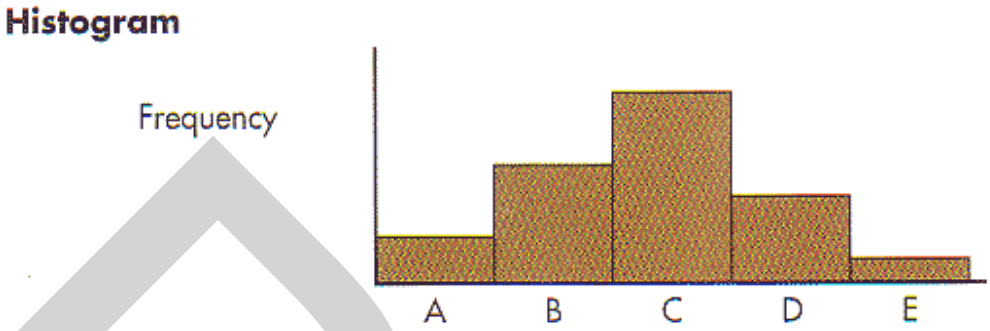
(1) กราฟแท่ง ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบขนาดใหญ่ เล็ก หรือปริมาณมากน้อย ฯลฯ

(2) กราฟเส้น ในกรณีที่ต้องการแสดงหรือใช้สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของค่าข้อมูลตามแต่ละช่วงเวลา ใช้แกนยืนแสดงค่าของข้อมูลและแกนนอนแสดงเวลาเมื่อโยงค่าข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งจุดเอาไว้จะได้กราฟเส้นซึ่งสามารถชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงหรือแนวโน้มอย่างต่อเนื่อง

(3) กราฟวงกลม ในกรณีที่ต้องการแสดงเนื้อหาสาระภายในใช้แบ่งเนื้อที่ในรูปวงกลมออกเป็นส่วนๆ จากจุดศูนย์กลาง ตามอัตราส่วนของเนื้อหาทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่งฯ เช่น การแบ่งประเภทจำนวนประชากรในกรุงเทพฯ สำรวจเมื่อปี 2528 เป็นต้น

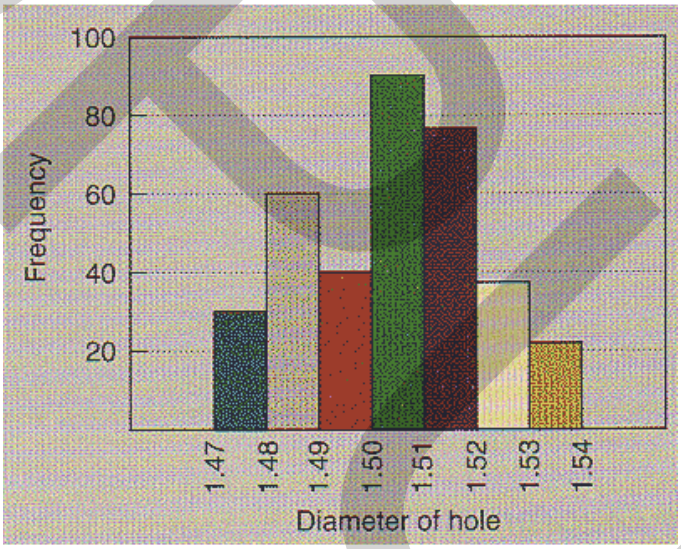
(4) กราฟแถบ เช่นเดียวกับกราฟวงกลม แต่ใช้แบ่งสัดส่วนในแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามสัดส่วนของหัวข้อต่าง ๆ ที่แบ่งไว้ ซึ่งกราฟแถบมีข้อดีกว่ากราฟวงกลมที่สามารถชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาให้ชัดเจนดีกว่า

2.3.5 ฮีสโตแกรม (Histogram) เป็นกราฟแท่ง แสดงถึงข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในการจัดการคุณภาพมักใช้ฮิสโตรแกรมเพื่อแสดงข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลงาน เช่น ใช้ฮิสโตรแกรมแสดงระยะเวลาในการให้บริการทางโทรศัพท์ หรือสร้างขนาดหน้าปัดรถยนต์ ทั่วไปฮิสโตรแกรมมีประโยชน์ในการสรุป แสดงแบบแผนข้อมูลและง่ายต่อการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบน เช่น การวิเคราะห์จุดศูนย์กลาง (Center) ความกว้าง (Width) และรูปร่าง (Shape) ของข้อมูลตามหลักแล้วข้อมูลที่ตกอยู่ศูนย์กลางจะเป็นข้อมูลยาก สำหรับรูปร่างของข้อมูล มีทั้งรูปปกติ (normal) รูปคู่หรือจุดยอดคู่แฝด (double or twin peak) รูปเนิน (plateau) รูปหวี (comb) และรูปเบ้ (skewed distribution) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์มาก เช่นรูปเบ้ซ้ายแสดงว่ามีค่าต่ำกว่าค่ากลางมาก รูปเบ้ขวามีค่าสูงกว่าค่ากลาง หรือรูปเนินแสดงว่าไม่มีจุดสูงสุดเป็นพิเศษหรือเป็นการรวบรวมข้อมูลปกติหลายๆ รูปเข้าด้วยกัน การวิเคราะห์ฮิสโตรแกรมจึงมีประโยชน์ต่อการพิจารณาความบกพร่องของกระบวนการและผลงานซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์และหาแนวทางปรับปรุงคุณภาพได้ถูกต้องต่อไป ดังแสดงในภาพ 2.18



ภาพที่ 2.18 ฮีสโตแกรม (Histogram)

ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)



ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างฮีสโตแกรมของ Hole Diameters

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, (2003 : 254)

การวิเคราะห์ข้อมูลจากฮิสโตรแกรม

หลังจากการสร้างฮิสโตรแกรม ลากเส้นควบคุมเฉพาะแล้วจะตอบปัญหา 3 ข้อนี้ได้คือ

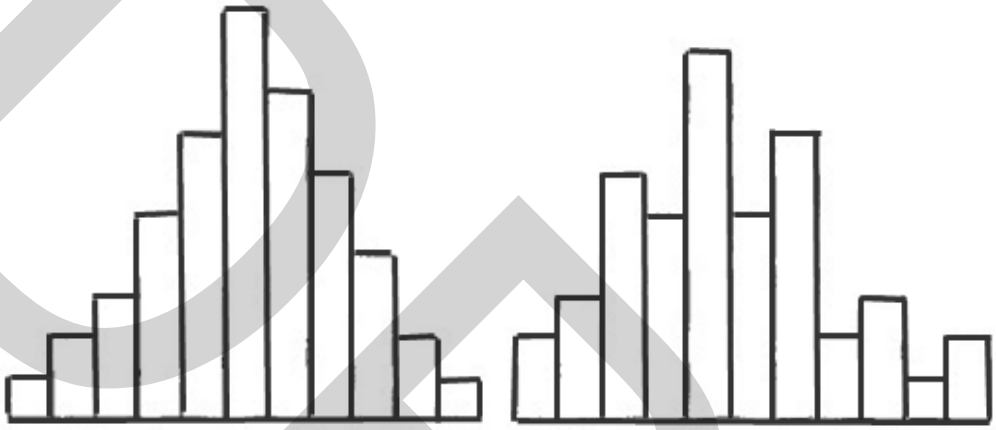
1) ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเหมือนกับการตรวจสอบครั้งก่อนหรือไม่

2) ผลิตภัณฑ์มีการกระจายอยู่ในช่วงกึ่งกลางดีหรือไม่ (well center)

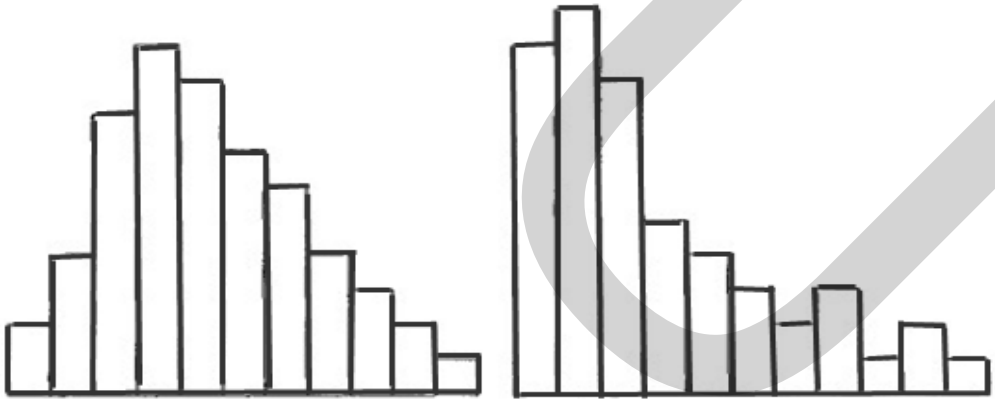
3) ผลิตภัณฑ์อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ (meet engineering specification)

ชนิดของฮิสโตรแกรม

ฮิสโตรแกรมมีหลายชนิด ดังแสดงในภาพประกอบ การทราบลักษณะชนิดของฮิสโตรแกรมที่เขียนขึ้นมาจากข้อมูลชุดหนึ่ง ๆ นั้น จะช่วยให้ได้แนวทางที่ดีในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นต่อไป

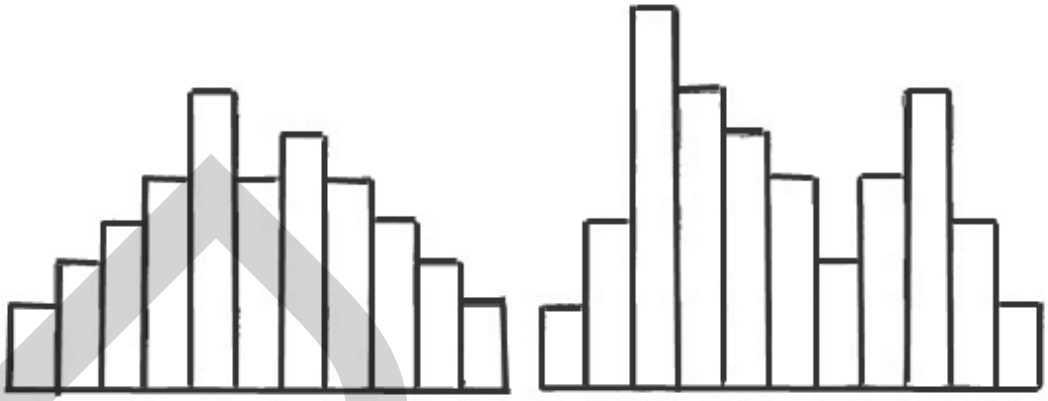


ก. รูปทรงทั่วไป ข. ชนิดไม่เรียบ



ค. ชนิดเบ้ขวา ง. ชนิดหน้าผาซ้าย

ภาพที่ 2.20 ชนิดของฮิสโตรแกรม



จ. ชนิดทรงที่ราบสูง ฉ. ชนิดภูเขา 2 ยอด

ภาพที่ 2.20 (ต่อ)

ที่มา: วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, (2541 : 44)

ก. ชนิดรูปทรงทั่วไป

ลักษณะ ทรงเหมือนระฆังคว่ำ จะสมมาตรกันซ้ายและขวา ค่าเฉลี่ยของฮิสโตรแกรมจะอยู่กึ่งกลางของพิสัยข้อมูล ฮิสโตรแกรมที่มีความถี่สูงสุดจะอยู่ตรงกลางแล้วค่อยๆ ลดหลั่นลงไปทั้งซ้ายและขวา เป็นรูปทรงที่พบมากที่สุดจากชุดข้อมูลทั่วไป ที่มีการแจกแจงปกติ

ข. ชนิดรูปทรงฟันหัก หรือชนิดไม่เรียบ

ลักษณะ จะมีช่วงของชั้นข้อมูลซึ่งมีความถี่มากน้อยสลับกันไปไม่ลดหลั่นอย่างเป็นระบบ อาจเยกว่า Multi –Model Type คือมียอดสูงหลาย ๆ ยอดสลับกัน เกิดได้เมื่อจำนวนที่บรรจุอยู่ในแต่ละชั้นข้อมูลมีค่าไม่เท่ากันและแตกต่างกันมากระหว่างชั้นข้อมูลที่อยู่ติดกัน หรืออาจเกิดจากการปัดเศษค่าของแต่ละข้อมูล

ค. ชนิดเบ้ขวา

ลักษณะ ค่าเฉลี่ยของฮิสโตรแกรมจะไม่กึ่งกลางรูปแต่ จะอยู่ทางซ้ายมือของแนวกึ่งกลางรูปค่าความถี่จะลดลงรวดเร็วทางซ้ายมือและจะค่อยๆ ลดลงทางขวามือ คำว่าเบ้ขวา จะนับขวามือของฮิสโตรแกรมโดยคิดจากขวามือ เมื่อฮิสโตรแกรมหันหน้าออกมาหาเรากล่าวคือ การเบ้ขวายอดกราฟจะไปอยู่ซ้ายมือของเรา ทางด้านค่าต่ำ ทำให้ข้อมูลที่ต่ำกว่าค่าขอบเขต หรือค่าควบคุม

ค่านั้นไม่ได้รับการบันทึก ทำให้ข้อมูลค่าที่ต่ำกว่านั้นอีกหลายค่าถูกข้ามไป ผลคือ ทำให้ค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มใกล้มาทางค่าขอบเขตค่าต่ำ

ง. ชนิดหน้าผาซ้าย

ลักษณะ คล้ายชนิดเบ้ขวาแต่ค่าความถี่ของข้อมูลทางซ้ายมือ จะลดอย่างรวดเร็วมาก ประกอบกับค่าเฉลี่ยของฮิสโตรแกรมก็ใกล้มาทางซ้ายมือมาก จึงทำให้รูปกราฟทางซ้ายมือสูงชันคล้ายหน้าผา กราฟชนิดนี้เกิดได้เมื่อมีการตรวจสอบแบบ 100 % เฉพาะขนาดชิ้นงานทางด้านค่าขอบเขตค่าต่ำ ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียง หรือต่ำหว่าค่าขอบเขตค่าต่ำ ดังนั้นชิ้นงานที่มีขนาดใกล้เคียงกับค่าขอบเขตค่าต่ำจึงมีมาก ทำให้ค่าความถีในย่านนี้มีค่าสูงมากและขาดหายไปทันที่ที่ใกล้กับค่าขอบเขตค่าต่ำ

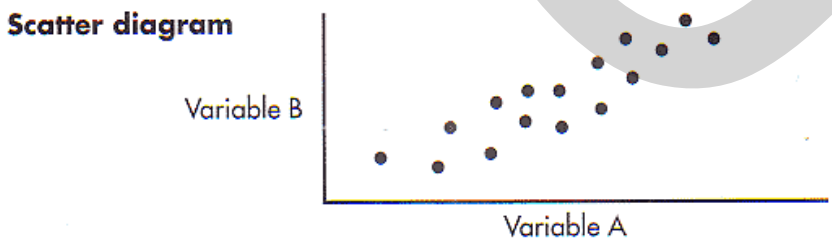
จ. ชนิดทรงที่ราบสูง

ลักษณะข้อมูลในชั้นบริเวณกลาง ๆจะมีค่าความถี่ใกล้เคียงกันมาก แต่จะลดลงทันทีเฉพาะชั้นข้อมูลหัวท้าย เกิดจากข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจง ที่แตกต่างกันหลายแบบมาปะปนกัน และแต่ละแบบมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่อาจใกล้เคียงกัน

ฉ. ชนิดภูเขา 2 ยอด

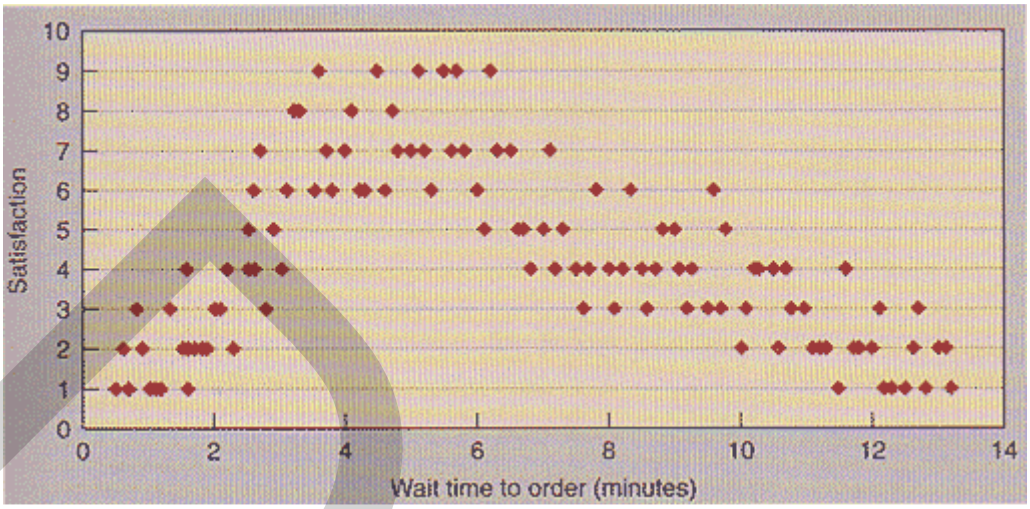
ลักษณะมียอดความถี่สูง 2 ยอดห่างกัน ตรงกลางกับเป็นค่าความถี่ต่ำ เกิดจากข้อมูล 2 ชุดหรือ 1 ชุดที่มาจากการแจกแจง 2 ชุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน หากเป็นการผลิต เป็นไปได้ว่าอาจเป็นข้อมูลที่ได้มาจากชิ้นงาน ซึ่งผลิตจากเครื่องจักร 2 เครื่องหรือวัตถุดิบ 2 รุ่น

2.3.6 ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวว่าสัมพันธ์กันในลักษณะใด ซึ่งจะสามารถหาสหพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทั้งสองตัวที่แสดงด้วยแกน X และแกน Y ของกราฟว่าสหพันธ์เป็นบวกคือตัวแปร มีความสัมพันธ์แปรตามกัน หรือมีสหพันธ์เป็นลบ คือตัวแปรมีความสัมพันธ์แปรผกผันต่อกัน



ภาพที่ 2.21 ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram)

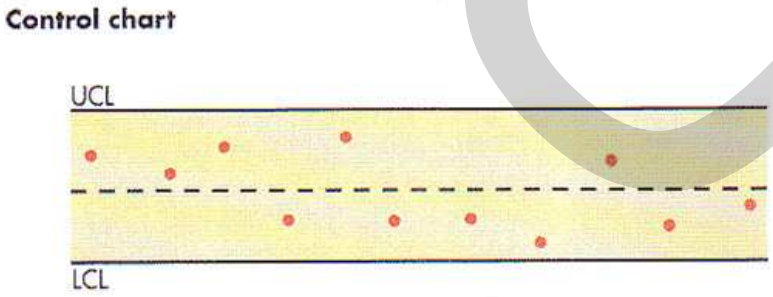
ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)



ภาพที่ 2.22 ตัวอย่างการกระจายของความพอใจของลูกค้าและเวลาที่รอในร้านอาหาร

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquiano, and Richard, B. Chase, (2003 : 253)

2.3.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นแผนภูมิกราฟที่ใช้เพื่อการควบคุมกระบวนการผลิต มีการแสดงให้เห็นถึงขอบเขตในการควบคุมทั้งขอบเขตควบคุมบน (UCL) และขอบเขตล่าง (LCL) แล้วนำข้อมูลด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการมาเขียนเทียบกับของเขตที่ตั้งไว้เพื่อจะได้รู้ว่าในกระบวนการผลิต ณ เวลาใดมีปัญหาด้านคุณภาพจะได้รับแก้ไขปรับปรุงกระบวนการให้กลับสู่สภาพปกติโดยเร็ว



ภาพที่ 2.23 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)

ชนิดของแผนภูมิควบคุม

ชนิดของแผนภูมิขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลที่ได้ เนื่องจากว่าข้อมูลมีอยู่ 2 ประการ คือ ข้อมูลแบบต่อเนื่อง และข้อมูลแบบช่วง ทำให้แผนภูมิควบคุมมี 2 ชนิด ได้แก่

1) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous, Variable Chart) ใช้ควบคุมค่าที่สามารถวัดได้อย่างต่อเนื่อง เช่น ความยาว น้ำหนัก เวลา เป็นต้น

2) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบช่วง (Discrete, Attribute Chart) ใช้ควบคุมค่าที่นับได้ แต่ไม่ต่อเนื่อง นั่นคือข้อมูลที่ขาดตอน เช่น

- จำนวนของเสีย (Number of nonconforming items (defective))
- สัดส่วนของเสีย หรือ จำนวนของเสียต่อหน่วย (Fraction nonconforming)
- จำนวนความบกพร่อง (Number of nonconformities (defects))
- สัดส่วนบกพร่อง หรือ จำนวนความบกพร่องต่อหน่วย (Nonconformities per unit)

ข้อมูลเป็นหน่วยวัด (ต่อเนื่อง)			ข้อมูลเป็นหน่วยนับ (ช่วง)		
$\bar{X}$ - R Chart	X and MR Chart	pn Chart	p Chart	c Chart	u Chart
กลุ่มข้อมูล	ข้อมูลเดี่ยวในการเก็บแต่ละครั้ง	จำนวนของเสีย (Defective)[5]	จำนวนของเสีย (Defective)	จำนวนรอยตำหนิ (Defects)[6]	จำนวนรอยตำหนิ (Defects)
หาค่า $\bar{X}$ จากกลุ่มย่อยๆ	มีค่า X เพียงค่าเดียว	ขนาดของสิ่งตัวอย่าง (n) เท่ากันทุกครั้ง	ขนาดของตัวอย่าง (n) ไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง	สามารถระบุสาเหตุของรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจนในหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น จำนวนรอยบัดกรีที่เสียบนทีวีหนึ่งเครื่อง	ไม่สามารถระบุประเภทหรือขนาดของรอยตำหนิได้ (เช่น รอยตำหนิบนผ้าทอ 1 ผืน)

ภาพที่ 2.24 ชนิดของแผนภูมิควบคุม และลักษณะเฉพาะของแผนภูมิควบคุม

ที่มา: กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, (ม.ป.ป. : 6)

2.4 การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานสถิติ (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, 2554 : 257-261) หมายถึง ข้อสงสัยหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับประชากรหนึ่งชุดหรือมากกว่า ซึ่งอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ การหาคำตอบหรือข้อสรุปว่าสิ่งที่สงสัยเป็นจริงหรือไม่นั้น ทำได้ด้วยการสำรวจจากประชากรทั้งหมด ซึ่งในทางปฏิบัติทำได้ยาก เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเวลา บุคลากร เครื่องมือ หรืองบประมาณ จึงมักสรุปผลจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ศึกษา แล้วใช้หลักของการทดสอบสมมติฐานมาช่วยในการวิเคราะห์หาคำตอบ ข้อสรุปจะมี 2 แบบคือ ปฏิเสธสมมติฐาน และยอมรับสมมติฐาน ถ้าหลักฐานที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะสรุปได้ว่าปฏิเสธสมมติฐาน (Reject Hypothesis) และถ้าหลักฐานที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน หรืออาจกล่าวได้ว่า ไม่มีหลักฐานพอที่จะเชื่อเป็นอย่างอื่น

สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสำหรับการทดสอบสมมติฐานจะมี 2 ส่วนคือ

1) สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) หรือ H_0 เป็นข้อความหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของประชากรหนึ่งชุดหรือมากกว่า แสดงให้เห็นถึงสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เครื่องหมายที่ระบุในสมมติฐานหลักมักจะใช้ = (เท่ากับ) ซึ่งจะแสดงถึงสภาพดั้งเดิมหรือมูลค่าคงเดิม

2) สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) หรือ H_1 เป็นข้อความหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งขึ้น แสดงให้เห็นถึงสภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเป็นสิ่งที่สงสัยแล้วต้องการตรวจสอบ เครื่องหมายที่รถบุในสมมติฐานทางเลือกจะใช้ > (มากกว่า) < (น้อยหว่า) หรือ ≠ (ไม่เท่ากับ) เพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเลือกใช้เครื่องหมายใดนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบว่าต้องการจะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์

การทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ที่พบบ่อยคือ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และสัดส่วน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ

1) กำหนดสมมติฐานหลัก H_0

2) กำหนดสมมติฐานทางเลือก H_1

3) เลือกค่าระดับนัยสำคัญ α

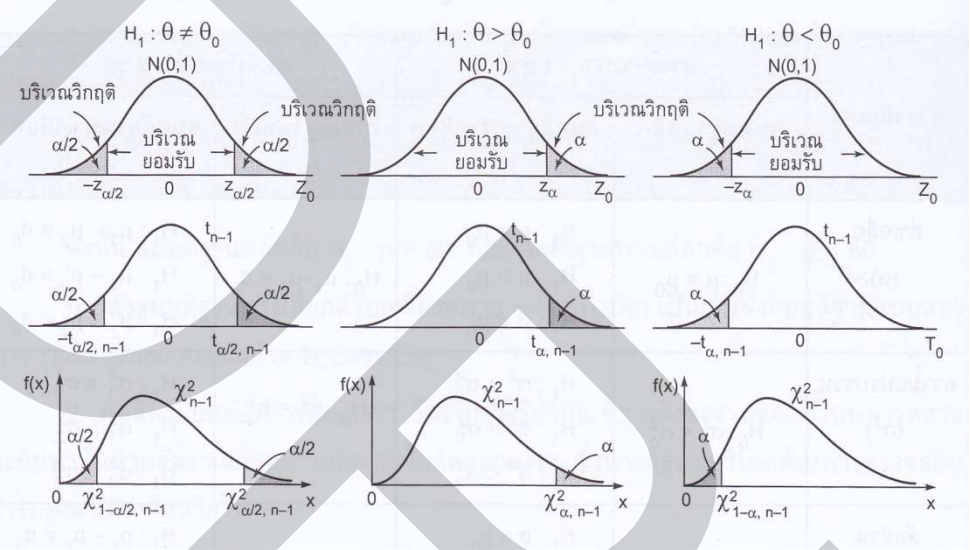
4) กำหนดบริเวณวิกฤติ (Critical Region) ตามระดับนัยสำคัญและการตั้งสมมติฐานทางเลือก H_1 (สมมติฐานแบบสองทางหรือทางเดียว) ดังภาพที่ 2.25

5) สุ่มตัวอย่างขนาด n และคำนวณค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ

6) นำค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณตามข้อที่ 5. เปรียบเทียบกับบริเวณวิกฤติตามข้อที่ 4. แล้วสรุปผลดังนี้

6.1) ถ้าอยู่ในบริเวณวิกฤติ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0

6.2) ถ้าอยู่ในบริเวณวิกฤติ จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_1



ภาพที่ 2.25 การทดสอบสมมติฐานแบบสองทางและทางเดียวของการแจกแจง Z, t และ χ^2

ที่มา: นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, (2554 : 260)

ภาพที่ 2.25 แสดงการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (เช่น $H_1 : \mu \neq \mu_0$) จะพบว่าบริเวณวิกฤติแบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนมีพื้นที่ได้กราฟ α/2 ส่วนบริเวณของการยอมรับ (Acceptance Region) มีพื้นที่ได้กราฟ1 - α

ในขณะที่การทดสอบสมมติฐานทางเดียวด้านบน (เช่น $H_1 : \mu > \mu_0$) หรือทางเดียวด้านล่าง (เช่น $H_1 : \mu < \mu_0$) จะพบว่าบริเวณวิกฤติมีเพียงด้านเดียวคือด้านบน (Upper) หรือด้านล่าง (Lower) ด้วยพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ α ส่วนบริเวณของการยอมรับมีพื้นที่ใต้กราฟ 1 - α

การสรุปผลในขั้นตอนที่ 6 ของการทดสอบสมมติฐาน จะขอยกตัวอย่างการแจกแจง Z คือ ถ้าค่าสถิติ Z_0 ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างตกในบริเวณวิกฤติ จะสรุปผลว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 แต่ถ้าค่าสถิติ Z_0 ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างตกในบริเวณของการยอมรับ จะสรุปผลว่ายอมรับสมมติฐานหลัก H_0

ค่า P – Value

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ในส่วนของการสรุปผลว่า จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 นั้น จะพิจารณาจากค่าสถิติซึ่งคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติดังภาพที่ 2.26 ถ้าค่าสถิติมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤติ (หรือตกอยู่ในบริเวณวิกฤติ) จะปฏิเสธ H_0 แต่ถ้าค่าสถิติมีค่าน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤติ (หรือตกอยู่ในบริเวณยอมรับ) จะยอมรับ H_0 ตัวอย่างเช่น การทดสอยสมมติฐานสองทางของการแจกแจง Z จะได้ว่า (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, 2554 : 276-277)

$Z_0 \geq |Z_{\alpha/2}|$ สรุปผล ปฏิเสธ H_0

$Z_0 \leq |Z_{\alpha/2}|$ สรุปผล ยอมรับ H_0

อีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการสรุปผลคือ พิจารณาค่า P – Value ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ α ค่า P – Value เป็นค่าความน่าจะเป็นน้อยที่สุดที่ทำให้ปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 ได้ ซึ่งจะเป็นความน่าจะเป็นที่สอดคล้องกับค่าสถิติที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่าง โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติโดยส่วนใหญ่จะแสดงผลวิเคราะห์ทั้งค่าสถิติและค่า P- Value การเทียบค่า P – Value กับ α จะสะดวกต่อการสรุปผลมากกว่า เพราะไม่ต้องเปิดตารางสถิติเพื่อหาค่าวิกฤติมาเปรียบเทียบ

ถ้าค่า P – Value มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0

ถ้าค่า P –Value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ α จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0

ค่า P – Value จะสอดคล้องกับพื้นที่ได้กราฟหรือความน่าจะเป็นของค่าสถิติ ตัวอย่างเช่น การแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน Z สามารถคำนวณหาค่า P – Value ที่สอดคล้องกับค่าสถิติ Z_0 ได้ดังนี้

$P - Value = 2[1 - \Phi(|Z_0|)]$ สำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (Two – Tailed Test)

$P - Value = 1 - \Phi(Z_0)$ สำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวด้านบน (Upper – Tailed - Test)

$P - Value = \Phi(Z_0)$ สำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวด้านล่าง (Lower – Tailed - Test)

เมื่อ $\Phi(Z_0) = P(Z \leq Z_0)$ ความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงปกติมาตรฐาน N(0,1)

จากภาพที่ 2.26 เป็นการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง ค่าสถิติ $Z_0 = -2.47$ จะให้ค่า $P - Value = 2[1 - \Phi(|-2.47|)] = 2(0.0068) = 0.0136$ ซึ่งเมื่อเทียบกับระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า

P – Value < α จึงสรุปได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 อีกวิธีหนึ่งคือ เทียบค่าสถิติ Z_0 = -2.47 กับค่าวิกฤติ Z = -1.96 ซึ่งจะให้ผลสรุปที่เหมือนกัน

ตัวอย่างผลลัพธ์ทางคอมพิวเตอร์ ในการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการที่กล่าวมาแล้ว ผู้ตัดสินใจต้องกำหนดค่าที่แน่นอนของระดับนัยสำคัญ เช่น 0.01 0.05 หรือ 0.10 ซึ่งในทางปฏิบัติจะทำได้ค่อนข้างยาก นอกจากกำหนดได้เพียงว่าค่าของระดับนัยสำคัญมีค่าต่ำเท่านั้น โดยสามารถกำหนดเป็นระดับเคียง (Benchmark level) มากกว่าการกำหนดที่แน่นอน และโดยทั่วไปแนะนำให้ใช้ที่ระดับ 0.05 หรือ 0.10 สำหรับการตัดสินใจแบบยืนยันผล และให้ใช้ที่ระดับ 0.25 หรือ 0.30 สำหรับการตัดสินใจแบบค้นคว้า (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2554 :228)

ในการตัดสินใจด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะตัดสินใจจากค่า P (หรือ Probability) แล้วพิจารณาว่า P มีค่าสูงหรือต่ำ (เมื่อเทียบกับระดับเทียบเคียง) และทำการตัดสินใจจากตัวสถิติทดสอบ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิชิต ศรัณยนิตย์ (2548) ได้ทำการลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมฉีดพลาสติกโดยใช้หลักการทางสถิติมาช่วยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และใช้หลักการทางทฤษฎีด้านโพลีเมอร์เข้ามาอธิบายถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อทำการปรับปรุงสภาพปัญหาของโรงงานก่อนดำเนินการแก้ไข ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญ 3 อันดับแรก คือ Holding Pressure, Mold Temperature และ Cycle Time ทั้งสามปัจจัยมีผลกระทบต่อขนาดของชิ้นงานทั้งแบบ Main Effect และ Interaction จากนั้นได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของโรงงานในเรื่องของเสียประเภทขนาดไม่ได้มาตรฐาน โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวข้างต้นแล้วดำเนินการผลิตพบว่า สามารถลดปริมาณของเสียได้จากเดิมร้อยละ 37.42 ลดลงมาเป็นร้อยละ 2 จากผลที่ได้ เนื่องจากได้มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ใน Mold Temperature เป็น 75 °C มีค่าสูงจากเดิมส่งผลให้การเกิดโครงสร้างผลึกมีโอกาสในการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้น ส่งผลให้ขนาดลดลง ในส่วนค่าพารามิเตอร์ Cycle Time ได้ใช้ค่า 22 วินาที ซึ่งมีค่าลดลง มีผลให้ชิ้นงานถูกเอา ออกจากแม่พิมพ์เร็วขึ้น ทำให้สามารถเย็นตัวนอกแม่พิมพ์ได้มาก ทำให้ชิ้นงานสามารถ หดตัวได้เพิ่มขึ้น

พงษ์พันธุ์ โครตประทุม (2548) ศึกษาการลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องในกระบวนการหล่อชิ้นงานขึ้นรูปอะลูมิเนียม ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยประเภทของการหล่อไม่เต็มแบบ(Misrun) โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมเพื่อหาสภาวะระดับปัจจัยที่เหมาะสมโดยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีงานหล่อขึ้นรูปอะลูมิเนียมแล้วจึงศึกษาข้อมูลการผลิต และสภาพการผลิตจริง

เพื่อรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลังจากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบพบว่า ปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลองจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบ (FMEA) แล้วจึงนำปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลองจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบพบว่า ปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพลต่อชิ้นงานไม่เต็มมี 3 ปัจจัยคือ อุณหภูมิเตาหลอม, อุณหภูมิแม่พิมพ์ และเวลาในการฉีดน้ายาเคลือบแม่พิมพ์ จากนั้นได้นำทั้ง 3 ปัจจัยนี้มาผ่านการทดลอง โดยวิเคราะห์ทีละปัจจัยซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการไม่เต็มอย่างมีนัยสำคัญคือ อุณหภูมิเตาหลอม และอุณหภูมิแม่พิมพ์ จากนั้นได้ทำการทดลองเพิ่มเติมว่า ณ อุณหภูมิแม่พิมพ์ ที่ 750 องศาเซลเซียส และ 220 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ให้ผลการเกิดอาการไม่เต็มน้อยที่สุด และเมื่อทำการติดตามผลเดือนเมษายน 49 พบว่าของเสียทั้งหมดของชิ้นงานในการศึกษานี้ (Casing Cap รุ่น CTC-11) นั้นลดลงจาก 20% เหลือ 3% ซึ่งส่งผลให้ของเสียรวมทั้งหมดของบริษัทลดลงจาก 12.5% เหลือเพียง 8.5% ของยอดการผลิตทั้งหมด

สุเมธ กาฬภักดี (2547) ได้ทำศึกษาการลดของเสียประเภทผ้าเหี่ยวเป็นลอนในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นด้วยการวิเคราะห์ถึงปัจจัย ที่มีผลต่อการเหี่ยวเป็นลอนของผ้าพลาสติกโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมเพื่อหาสภาวะควบคุมการผลิตที่เหมาะสมโดยใช้หลักการ Why-Why-Analysis โดยอาศัยการเปรียบเทียบสิ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับสิ่งที่ควรจะ เป็นตามหลักเกณฑ์หรือทฤษฎีแล้วจึงนำปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยเหล่านั้นจากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเหี่ยวเป็นลอนของผ้าพลาสติกและสภาวะควบคุมการผลิตที่เหาะสม คือ อัตราการดึงยืดในแนวยาวของชุดลูกรีด Take off อยู่ที่ 2.50 อุณหภูมิของชุดลูกรีดคาเลนเตอร์อยู่ที่ 175, 177, 175 และ173 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของชุดลูกรีด Take of & Emboss (C) อยู่ที่ 175 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนผลจากการนำค่าควบคุมการผลิตแบบใหม่ที่ได้จากการทดลอง ไปประยุกต์ใช้ ในสายการผลิตจริง มีผลทำให้อัตราการเหี่ยวเป็นลอน จากการผลิตโดยรวมต่อเดือน มีค่าลดลงร้อยละ 2.17 จากเดิมร้อยละ 3.01 เป็นร้อยละ 0.8

ณัฐพล สินตระกูล (2543) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องของเพลาข้างรถยนต์ ในกระบวนการดีขึ้นรูป พบว่าการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลนไม่เต็มเกิดจาก พารามิเตอร์ต่างๆ สามตัวด้วยกันประกอบด้วยค่า Useting Temperature, Spindle Pressure และ Forging Force จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ของการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลงไม่เต็ม โดยความสัมพันธ์เป็นดังนี้ ถ้าให้ Spindle Pressure มีความดันเพิ่มขึ้น 1 kg/cm² แล้วจะทำให้จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องลดลง 335 ppm ถ้าให้ Upsetting Temperature มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส แล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์บกพร่องลดลง 719 ppm และถ้าให้ Forging Force ลดลง 1 Ton

แล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์บกพร่องเพิ่มขึ้น 365 ppm ซึ่งในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ จากการหาค่าที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลนไม่เต็มน้อยที่สุดพบว่ามีสภาวะคือให้ปรับค่า Upsetting Temperature เท่ากับ 1200 องศาเซลเซียส, Spindle Pressure เท่ากับ 70 kg/cm² และ Forging Force เท่ากับ 1,250 ตัน

ในการควบคุมให้คุณภาพของฝ่ายผลิตที่ทำการศึกษาให้มีคุณภาพดีขึ้นนั้นจะทำการควบคุมค่าของพารามิเตอร์โดยอ้างอิงผลจากการทดลองและวิจัย ซึ่งสามารถสรุปได้คือการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลนไม่เต็มนั้น เป็นผลมาจากแรงอัดในการขึ้นรูปร้อนและอุณหภูมิในการขึ้นรูปร้อนด้วยเครื่อง Electric Up setter ซึ่งในการผลิตใช้เครื่องยี่ห้อ GOHSYU ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จึงใช้ได้เฉพาะเครื่องรุ่นนี้เท่านั้น โดยการปรับค่าพารามิเตอร์สำหรับการผลิตให้ปรับเครื่องดังนี้ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 1,200 องศาเซลเซียส และตั้งค่าของ Spindle Pressure ไว้ที่ 70 kg/cm² และค่าของแรงที่ใช้ในการตีขึ้นรูปที่เครื่อง Screw Press ยี่ห้อ ENOMOTO โดยการปรับที่ค่าของ Down Power Set เท่ากับ 39

พิชัย ศรัณยโชติ (2548)ได้ทำการศึกษาการลดของเสีย ในการผลิตเหล็กแหนบสปริงรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตันโดยของเสียที่เกิดขึ้นจะเกิดจากความสูงโค้งที่ไม่อยู่ในค่าที่ควบคุม ซึ่งกระบวน การที่มีผลต่อความโค้งสูง คือกระบวนการช็อทพีนนิ่ง กระบวนการเผาชุบ และกระบวนการอบคืนตัว สาเหตุของกระบวนการช็อทพีนนิ่ง มีสาเหตุมาจากการยิงเม็ดเหล็กลงบนแหนบไม่ทั่วถึงและใช้หมอนรองไม่เหมาะสม การปรับปรุงกระบวนการช็อทพีนนิ่ง เหล็กแหนบเบอร์ 1 ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียร้อยละ 88 หลังการปรับปรุงโดยเพิ่มความสูงหมอนไม่พบของเสีย เหล็กแหนบเบอร์ 2 ก่อนปรับปรุงกระบวนการ มีของเสียร้อยละ 30 และหลังปรับปรุงกระบวนการไม่มีของเสียเกิดขึ้น เหล็กแหนบเบอร์ 3 ก่อนปรับปรุงไม่มีของเสียและหลังปรับปรุงโดยเพิ่มความเร็วสายพานไม่พบของเสีย

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการอบคืนตัวสาเหตุมาจากความเร็วสายพานสองฝั่งไม่เท่ากันและเหล็กแหนบเรียงติดกันมาก การปรับปรุงกระบวนการอบคืนตัวโดยเพิ่มอุณหภูมิอบคืนตัว ติดตั้งลูกสูบเพื่อกระจายแหนบ และเพิ่มสายพานลำเลียงแหนบ เหล็กแหนบเบอร์ 1 ก่อนปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 46 หลังปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 2 เหล็กแหนบเบอร์ 2 ก่อนปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 41 และหลังปรับปรุงกระบวนการไม่พบของเสีย เหล็กแหนบเบอร์ 3 ก่อนปรับปรุงกระบวนการไม่มีของเสียเกิดขึ้นและหลังปรับปรุงไม่มีของเสียเกิดขึ้นด้วยเช่นกัน ในกระบวนการอบชุบเหล็กแหนบเบอร์ 1 เบอร์ 2 และเบอร์ 3 ไม่มีของเสีย ค่าความสูงโค้งอยู่ในค่าที่ควบคุม เหล็กแหนบที่ผ่านร่องเอและร่องบีอุณหภูมิก่อนชุบแข็งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตค่าความสูงโค้ง

อยู่ในค่าที่ควบคุมทั้งร่องเอและร่องบี ดังนั้นโครงสร้างหลังชุบไม่มีเฟอร์ไรเหลือ อยู่ค่าความแข็งอยู่ในค่าที่กำหนดตามแผนควบคุมทั้งสองร่องด้วย

ศิริรัตน์ เซียวประยูร (2547) ได้ทำการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการหล่อฝาสูบอะลูมิเนียมโดยการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนของแบบหล่อ ซึ่งปัญหารอบรั่ว (Leak) ในงานหล่ออลูมิเนียมนี้พนักงานไม่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ เนื่องจากภายในเป็นท่อผ่านน้ำหล่อเย็นและน้ำมันของเครื่องยนต์ ซึ่งปัญหาด้าน (Leak) เป็นปัญหาอันดับหนึ่งของกระบวนการผลิตฝาสูบอะลูมิเนียมนี้เป็นเป้าหมายคือลดจากเปอร์เซ็นต์ของเสีย 90.1% ของอาการเสียทั้งหมดนี้ให้ลดลงได้น้อยที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้เริ่มจากการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักโดยการระดมสมอง โดยใช้ผู้มีความรู้เฉพาะทางซึ่งได้ปัจจัยมาทั้งหมด 17 ปัจจัยจากนั้น ได้นำมาประเมินผลให้คะแนนค่าความรุนแรงของผลกระทบ, โอกาสการเกิดและผลการตรวจจับระดับควบคุม เพื่อแสดงลำดับความสำคัญของการเสี่ยงที่จะทำให้เกิดปัญหาโพรงหดตัว ซึ่งจากค่า RPN งานวิจัยนี้ได้นำคะแนน RPN มาทำการวิเคราะห์ผ่านพาเรโต เพื่อดูความมีเสถียรภาพของข้อมูลซึ่งจากพาเรโต พบว่าปัจจัยที่นำมาออกแบบการทดลองเพื่อหาระดับปัจจัยที่ให้ค่าอัตราการแข็งตัวของงานหล่อฝาสูบอะลูมิเนียมมากที่สุด มีทั้งหมด 3 ปัจจัยได้แก่ อัตราน้ำหล่อเย็นด้านล่าง, อุณหภูมิอุ่นแบบหล่อด้าน Front และ การถ่ายเทความร้อนของแบบหล่อ โดยนำปัจจัยเหล่านี้ไปทำการออกแบบการทดลองแบบ 1 เรพลิเคต โดยที่งานวิจัยนี้ได้กำหนดตัวแปรตอบสนองโดยใช้ค่าอัตราการแข็งตัวของอะลูมิเนียม ในตำแหน่งด้าน Front โดยวัดครั้งละ 3 ระดับ คือด้านล่าง, ตรงกลาง และด้านบน ซึ่งจากผลการทดลองแบบ 1 เรพลิเคต นั้นได้ค่าปัจจัยที่เหมาะสมดังต่อไปนี้คือ อัตราน้ำหล่อเย็นด้านล่างปรับตั้งค่าไว้ที่ 60 liter/min, อุณหภูมิอุ่นแบบด้าน Front ปรับตั้งค่าไว้ที่ 190-210 องศาเซลเซียส และการถ่ายเทความร้อนของแบบหล่อ ต้องใช้แบบหล่อที่ปรับปรุงใหม่

คมสัน ศรีประสิทธิ์ (2551) ได้ทำการศึกษา เพื่อลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปเน็ทโดย หลักการควบคุมอุณหภูมิเชิงสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ประเภทปัญหาตัดสั้น ซึ่งเกิดจากการหดตัวของเน็ทหลังจากการขึ้นรูป โดยออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะระดับปัจจัยที่เหมาะสม การดำเนินงานเริ่มต้นด้วยการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์โดยผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงศึกษาข้อมูลการผลิตและสภาพการผลิตจริงเพื่อรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยใช้แผนภูมิก้างปลาในการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหา แล้วนำปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบความถี่ข้อบกพร่องของชิ้นงานประเภทปัญหา ตัดสั้นคืออุณหภูมิที่ใช้สำหรับการผลิตขึ้นรูปเน็ท จากนั้นได้ทำการทดลองเพื่อหาระดับในการปรับตั้งอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อใช้สำหรับการผลิตขึ้นรูปเน็ท พบว่า ณ อุณหภูมิการขึ้นรูปที่ 111°C

ความเร็ว 90 RPM ให้ผลต่อระยะของการหดตัวของเน็ทลดลง ส่งผลให้ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ลดลง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสภาวะการควบคุมการผลิตแบบใหม่ของอุณหภูมิที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปที่ 111 °C ความเร็ว 90 RPM เพื่อใช้ในการผลิตจริง และเมื่อทำการติดตามผลพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียเกิดจากปัญหาตัดสั้น เดือน มิถุนายน ถึงเดือน พฤศจิกายน 2550 ของรุ่น 2P1 66335-1B ลดลงจาก 0.64% เหลือ 0.03% มีค่าลดลงร้อยละ95.31% ซึ่งส่งผลให้ของเสียรวมทั้งหมดของการขึ้นรูปเน็ทจากสายการผลิตที่ 2 ลดลงจาก 1.48% เหลือ 0.86% ของยอดผลิตทั้งหมด

จุฑาทิพย์ ทะประสพ (2551) ได้ทำการศึกษาการลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพ ได้แก่ กราฟ แผนภาพการกระจาย แผนผังแสดงเหตุและผล แผนภาพพาเรโต แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังต้นไม้ การออกแบบการทดลอง และแผนภูมิควบคุม ปัญหาที่พบ มีของเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ มากถึง 25 – 45 % ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบไปด้วย 5 ระยะ ได้แก่ ระยะการกำหนดปัญหาได้ทำการคัดเลือกปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุภัณฑ์ผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE มีขนาด 0.04 มิลลิเมตร รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10 (II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไข ได้แก่ 1 ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม 2 แรงดึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม 3 พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และ 4 การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ระยะการหาวิธีการแก้ไขปัญหาประกอบด้วย 2 วิธี คือ การออกแบบการทดลอง และการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ ผลจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 50°C อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50°C และแรงตึงของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm. (IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ระยะการประเมินผลพบว่า สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเวลาในการพิมพ์งาน A018 ลดลงเฉลี่ย 8.87 นาทีต่อม้วน

จิระเดช ดิสสัน (2551) ได้ศึกษาการลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนลำโพง (Speaker Unit) ที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติก พบว่ามีผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะบกพร่องหรือมีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า ปัญหาสำคัญของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบมี 3 ลักษณะได้แก่ ชิ้นงานมีรอยขีดข่วน มีจุดดำในชิ้นงาน และชิ้นงานไม่เต็มรูป ซึ่งจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมีแนวโน้มของปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของบริษัทฯ สูงขึ้น งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการควบคุมกระบวนการผลิต โดย

นำเอาเทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) มาใช้ในกระบวนการผลิต และนำเอาเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่างมาช่วยทำการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อค้นหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ผลจากงานวิจัยนี้สามารถลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตจากเดิมรวม 56.64 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถลดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่อง เป็นจุดดำ จากเดิม 63.50 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องจากการฉีดชิ้นงานไม่เต็มรูปมีจำนวนลดลงจากเดิม 52.50 เปอร์เซ็นต์ และชิ้นงานที่เกิดข้อบกพร่องจากการฉีดชิ้นงานมีจำนวนลงลงจากเดิม 46.98 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งสามารถลดการสูญเสียค่าของสินค้าได้ลดลงเป็นจำนวน 63,338 ชิ้น ซึ่งมีมูลค่าการขายทางการตลาดเป็นจำนวน 22,168,300 บาท และยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของบริษัทฯ สร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าในการจัดส่งของที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างครบถ้วน ซึ่งส่งผลให้บริษัทฯ มีความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจได้สูงขึ้น รวมถึงสามารถเพิ่มผลประกอบการของบริษัทฯ ให้สูงขึ้นได้อีกด้วย

DPU

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

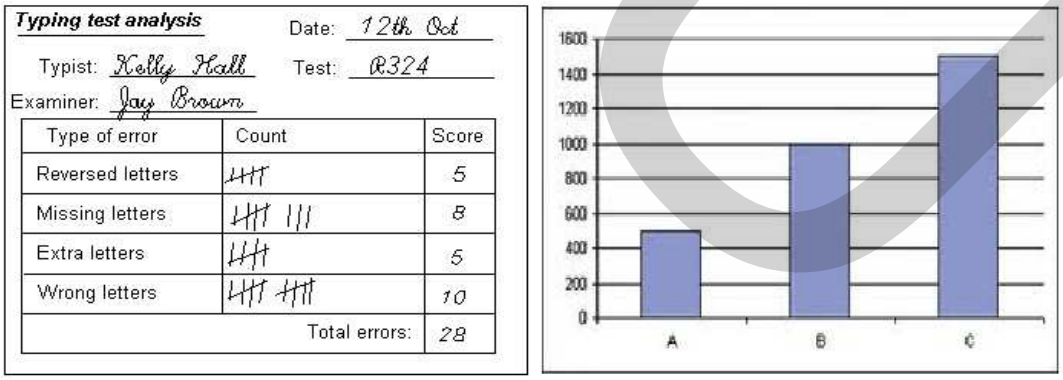
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบตรวจสอบ (Check Sheets) ที่ผู้วิจัยจัดทำโดยอาศัยแนวคิดหลักสำหรับการวิจัยเป็นการเก็บข้อมูลอย่างง่าย โดยทำเป็นรายการของขั้นตอนที่มีอยู่ในกระบวนการถูกนำไปใช้ และถ้านำข้อมูลของแบบตรวจสอบ (Check Sheets)ไปใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะทำให้สามารถแสดงข้อมูลออกมาในรูปของกราฟแท่ง ซึ่งเป็นผลรวมของข้อมูลจากการตรวจสอบของเสียหลังจากการผลิตทั้งสิ้น ดังภาพที่ 3.1



Typing test analysis

Date: 12th Oct

Typist: Kelly Hall Test: R324

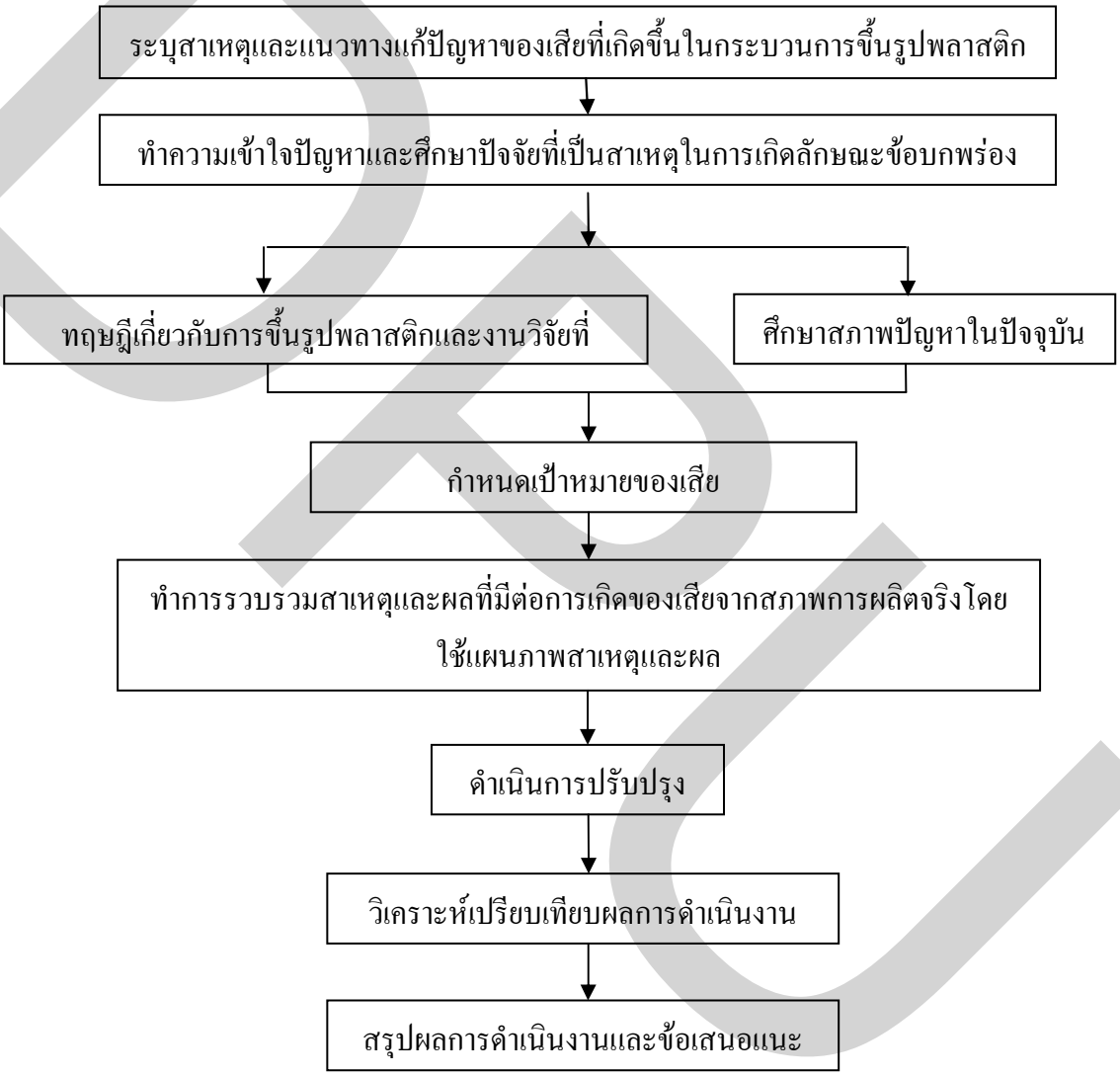
Examiner: Jay Brown

Type of error	Count	Score
Reversed letters	𝍸	5
Missing letters	𝍸 |||	8
Extra letters	𝍸	5
Wrong letters	𝍸 𝍸	10
	Total errors:	28

ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงตัวอย่างแบบตรวจสอบและกราฟแท่ง

3. 2 วิธีการดำเนินการวิจัย

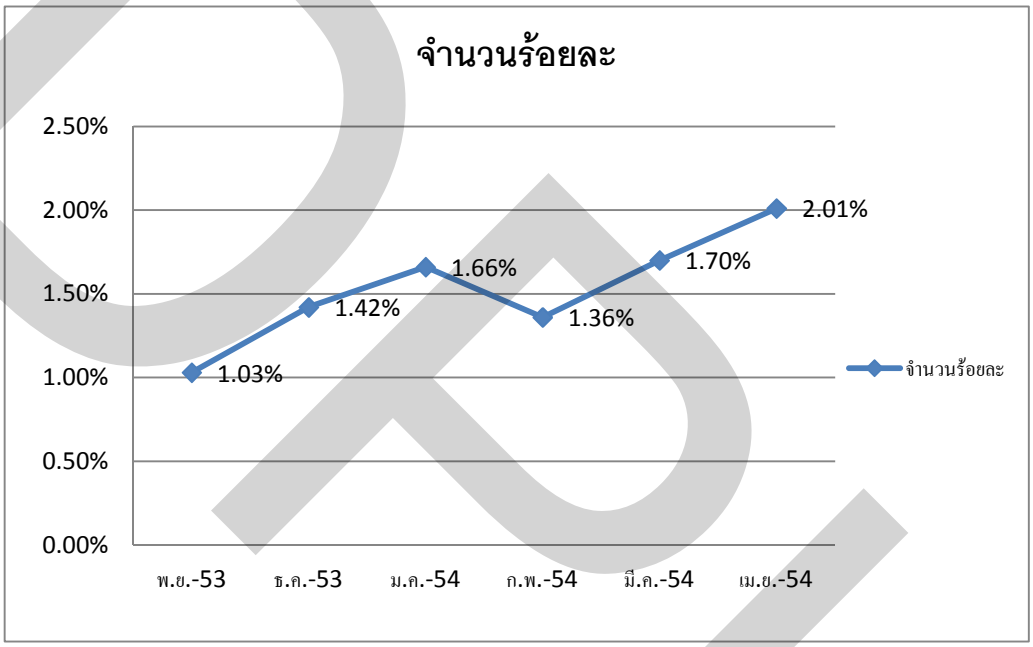
สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาค้นคว้า และเก็บข้อมูลในกระบวนการขึ้นรูปบรรณจุภัณฑ์จากพลาสติก และผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขั้นตอนต่างๆ แผนการดำเนินงานโดยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนภาพการไหลของขั้นตอนการดำเนินงาน

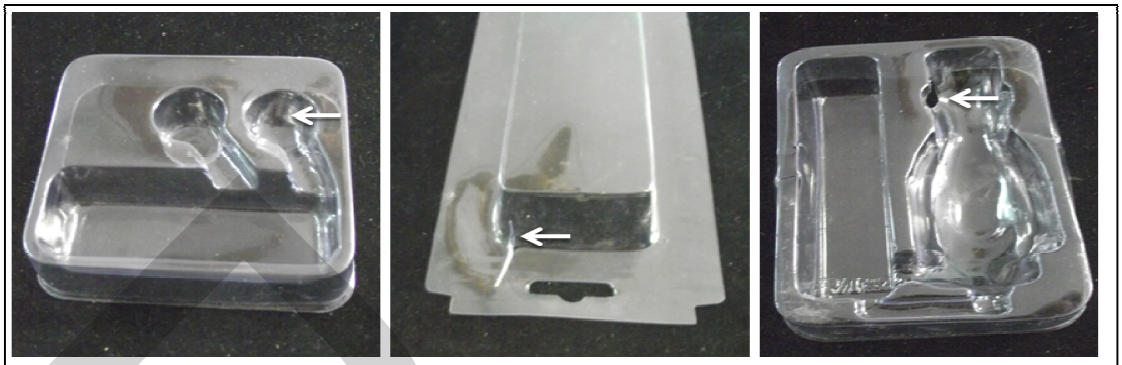
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 ขั้นตอนศึกษา และการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น ในการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากพลาสติก โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลของเสียจากการผลิต นับตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 จากข้อมูลผู้วิจัยพบเห็นจำนวนร้อยละของเสียที่เกิดขึ้น โดยของเสียที่เกิดจากการผลิตในแต่ละเดือนนั้นเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงร้อยละของเสียตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายาน พ.ศ. 2554

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลนั้นผู้วิจัยยังพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปมีปัญหาจากการที่ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานของบริษัท ซึ่งลักษณะข้อบกพร่องที่พบนั้นเกิดจาก ปัญหา 3 ประการคือ งานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ หรือเป็นรู ดังแสดงในภาพที่ 3.4



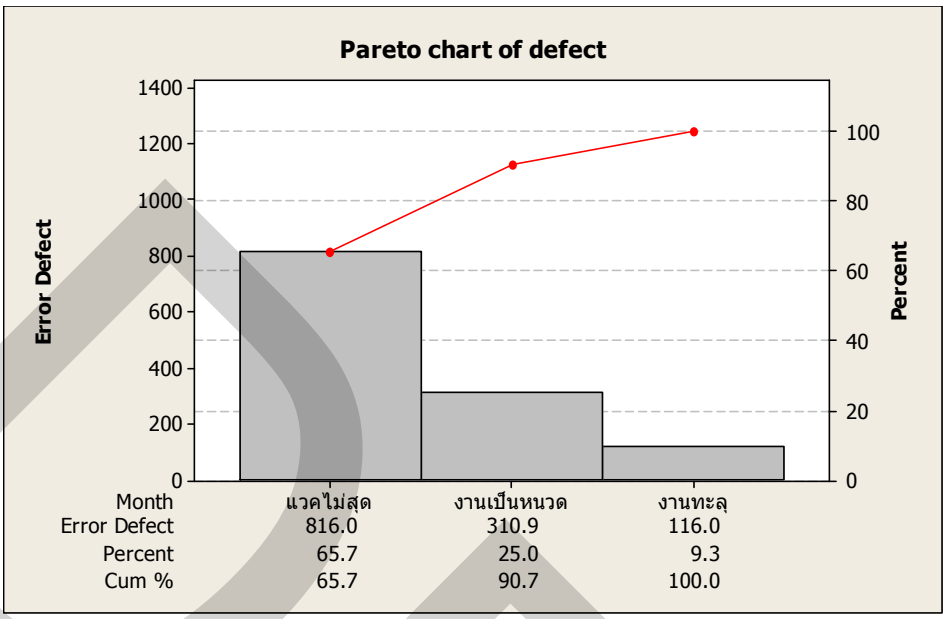
งานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด งานทะลุ

ภาพที่ 3.4 แสดงลักษณะข้อบกพร่อง ที่เกิดจากการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากพลาสติก

ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงแยกประเภทและจำนวนข้อบกพร่องในจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น จากการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึง เดือนเมษายาน พ.ศ. 2554 โดยจำนวนของเสีย ทั้งหมดที่ผลิตจากช่วงเวลาดังกล่าว จำนวน 1,242.90 กิโลกรัม แบ่งของเสียออกเป็น 3 ลักษณะ จากจำนวนการผลิตทั้งหมดนั้น คือของเสียที่เกิดจาก การแวคไม่สุดจำนวน 816 กิโลกรัม ของเสียที่เกิดจากชิ้นงานเป็นหนวดจำนวน 310.9 กิโลกรัม และ ของเสียที่เกิดจากชิ้นงานเป็นรูทะลุ จำนวน 116 กิโลกรัม ดังแสดงใน ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึง เดือน เมษายาน พ.ศ. 2554

ลักษณะข้อบกพร่อง	จำนวนของเสีย (กก.)	ร้อยละของเสีย
งานแวคไม่สุด	816.0	65.7
งานเป็นหนวด	310.9	25.0
งานทะลุ เป็นรู	116.0	9.3
รวม	1,242.90	100

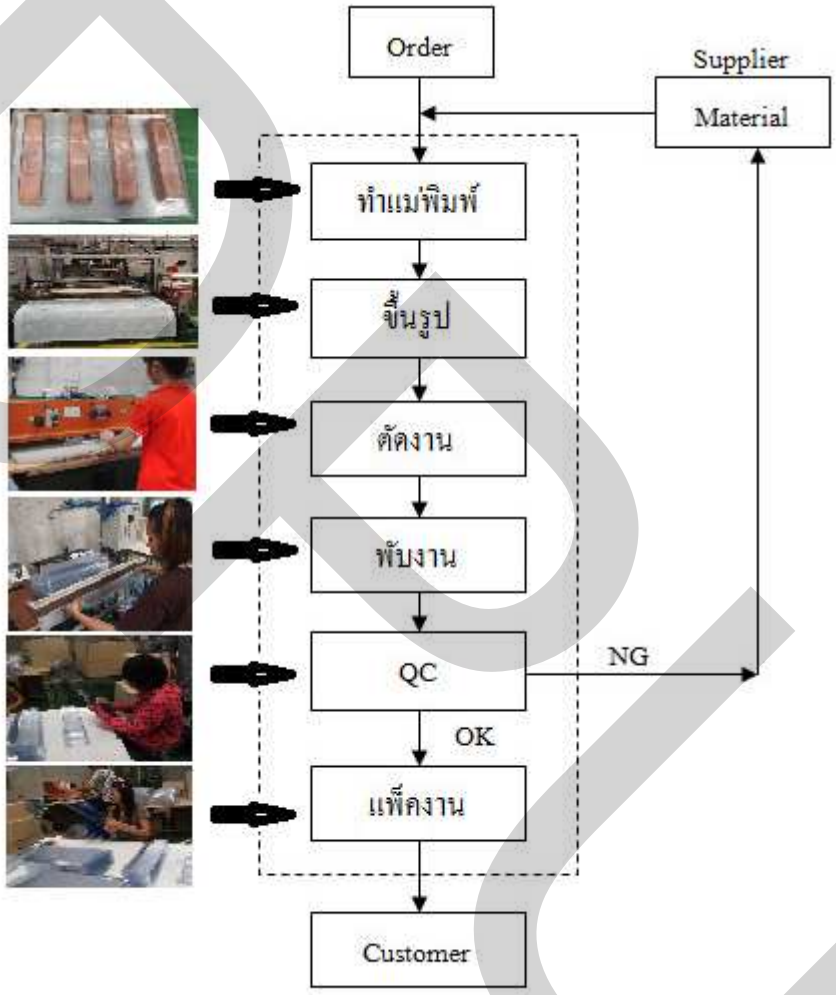


ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์พลาสติก ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึง เดือน เมษายาน พ.ศ. 2554

ผู้วิจัยเลือกหลักการของพาเรโต (วิทยา สุหฤทดำรง,2550:53) จากการวิเคราะห์ภาพที่ 3.4 เป็นการอธิบายถึงกฎของพาเรโตด้วยภาพที่รู้จักกันในนาม “ กฎ 80:20 “ คือการช่วยแยกส่วนน้อยที่สำคัญ ออกจาก ส่วนมากที่ไม่สำคัญ การแยกสิ่งที่สำคัญมากน้อยออกจากกันคือ โดยสิ่งที่สำคัญจะมีเพียง 20 % ของสิ่งที่ไม่สำคัญอีก 80 % ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นว่าลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นทั้ง 3 ประเภทต่างมีความสำคัญทัดเทียมกันหากจะแก้เฉพาะปัญหาเดียวก็จะเกิดกับอีกปัญหา และผู้วิจัยเห็นว่า ความสามารถของบุคลากรภายในแผนกสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ จากการร่วมมือกันรวมทั้งผู้วิจัยด้วย

3.3.2 สำรวจสภาพปัจจุบันและกำหนดเป้าหมายการลดของเสีย (สมหวัง วิทยาปัญญานนท์, 20 เมษายน 2549) การสำรวจสภาพปัจจุบันนั้นผู้ วิจัยใช้เทคนิค 3 จริง หรือ 3 GEN คือ การสำรวจพื้นที่จริง (Genba) การสำรวจงานจริง (Genbutsu) และการสำรวจกระบวนการจริง (Gemjistu) ซึ่งเป็นเทคนิคการบริหารข้อเท็จจริงในการปฏิบัติและสังเกตการณ์ สภาพปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งจะสามารถทำให้การแก้ปัญหาได้ถูกต้องตรงจุด การจะได้ซึ่งข้อเท็จจริง จะไม่ใช่แค่ดูรายงานดูข้อมูล แต่จะต้องลงไป ดู ฟัง สัมผัส กับพื้นที่จริงหรือลองทำจริงๆ ดูของจริง และสถานการณ์จริงในการปฏิบัติ รวมถึงการเก็บข้อมูลจริงด้วย

1) สำรวจพื้นที่ (Genba) ในการสำรวจพื้นที่นั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการตั้งแต่กระบวน การเริ่มต้น จนถึงกระบวนการสุดท้าย เพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิง ในการสนับสนุนงานวิจัยให้สอดคล้องและเหมาะสม ในการหาปัญหาที่แท้จริง จะมีกระบวนการดังนี้



ภาพที่ 3.6 แผ่นภาพกระบวนการหาปัญหา

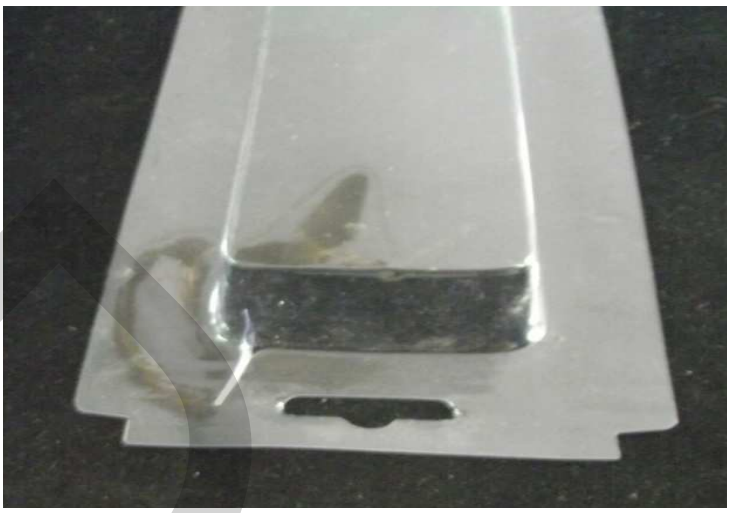
ขั้นตอนแรกในการผลิตคือการทำแม่พิมพ์หลังจากได้รับการสั่งทำจากลูกค้าแล้วในการทำแม่พิมพ์ต้องใช้เวลาประมาณ 4-5 วันในการทำหลังจากได้แม่พิมพ์แล้ว ต่อมานำวัสดุที่ลูกค้าต้องการมาขึ้นรูปตามแบบที่ได้ทำไว้ โดย ขั้นตอนการขึ้นรูป (Thermo Forming) เป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยการนำพลาสติกแผ่นมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยใช้ความร้อนทำให้พลาสติกอ่อนตัวที่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม ประมาณ 220- 350 องศา แล้วทำการเลื่อนแผ่นพลาสติกมาขึ้นรูป โดยการใช้แรงดันลมสุญญากาศดูดพลาสติกทำให้ได้รูปตามแม่พิมพ์ จากนั้นจะต้องเป่าลมออกประมาณ 1-2 วินาทีทำให้

แผ่นพลาสติกแยกออกจากแม่พิมพ์ และเป็นการให้ความเย็นไปในตัวก็จะทำให้แผ่นพลาสติกได้รูปบรรจุภัณฑ์ตามแบบที่ต้องการจากนั้นการตัดแยกแผ่นพลาสติกเป็นชิ้นๆ หลังจากการขึ้นรูปเสร็จจะต้องตัดแยกบรรจุภัณฑ์ออกจากกันเป็นชิ้นๆ ถ้าเป็นแบบกระดาษสอดหลัง(Slid Pack) จะต้องนำไปพับขอบเสียก่อน แล้วตรวจสอบเพื่อรอการจัดเก็บ ซึ่งการตรวจสอบเป็นการคัดแยกของดีและของเสียออกจากกัน โดยของเสียจะแยกออกนำไปรีไซเคิลในกระบวนการเริ่มต้นโดยผู้จัดจำ หน่าย วัสดุแผ่นพลาสติก ของการผลิตบรรจุภัณฑ์ ส่วนของดีจะส่งบรรจุหีบห่อจำหน่ายเพื่อการจัดส่งให้ลูกค้า

2) สำรวจงานจริง (Genbutsu) เป็นการสำรวจของเสียที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการโดยของเสียที่ผลิตเกิดขึ้นได้แยกออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้บรรจุภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการแวคไม่สุด ลักษณะเป็นรอยยุบไม่ได้รูปทรง ตามโมเดล ที่ต้องการ แสดงดัง ภาพที่ 3.7 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากการแวคไม่สุด

ภาพที่ 3.7 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากการแวคไม่สุด

บรรจุภัณฑ์ที่เกิดลักษณะเป็นรอยพับไปด้านใดด้านหนึ่งหรือ ผนังผิวชิ้นงานทั้งสองด้านที่พับเข้าหากัน หรือเป็นชิ้นงานที่เกิดรอยยับ รอยพับลักนูนเป็นกลีบชิ้นงานไม่เรียบ ไม่สม่ำเสมอกัน แสดงดังภาพที่ 3.8 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดรอยพับหรือเป็นหนวด



ภาพที่ 3.8 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดรอยพับหรือเป็นหนวด

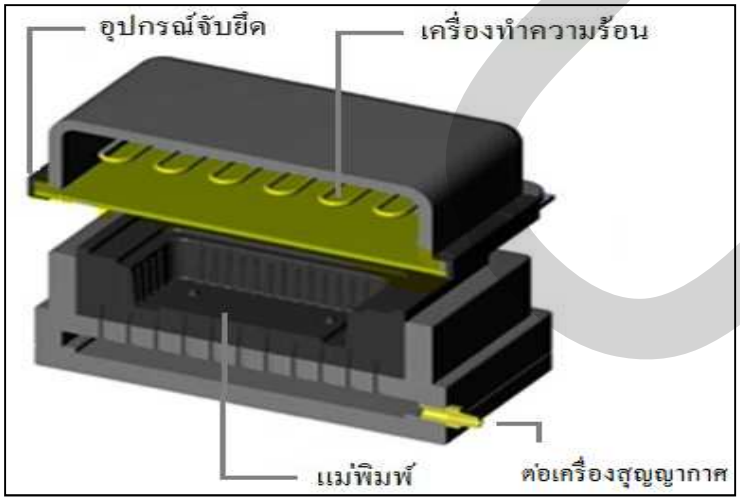
บรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากงานทะลุช่องหรือ รูรั่ว ลักษณะงานคือเนื้อหรือ ผนังผิวของชิ้นงานแตกหรือหายไปไม่ชิ้นงานสมบูรณ์ แสดงดัง ภาพที่ 3.9 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากงานทะลุช่อง หรือรูรั่ว

ภาพที่ 3.9 บรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากงานทะลุเป็นช่อง หรือรูรั่ว

3) สำรวจกระบวนการจริง (Genjitsu) ในกระบวนการผลิตการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากพลาสติก ด้วย แรงดันสุญญากาศ (Vacuum forming) โดยเครื่องขึ้นรูปพลาสติก ด้วยสุญญากาศนั้นจะมีทั้งแบบทำงานด้วยมือ (Manual) แบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi - Automatics) และแบบอัตโนมัติ

(Automatics) ที่ ดังภาพที่ 3.10 คือเครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ (Vacuum Machine) แบบกึ่งอัตโนมัติ โดยมีส่วนประกอบการทำงานหลักประกอบด้วย เครื่องทำความร้อน(Heater) อุปกรณ์จับยึด (Clamp) แม่พิมพ์ (Mold) และ เครื่องทำสุญญากาศ (Vacuum Machine) ดังภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10 เครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ (Vacuum Machine)



ภาพที่ 3.11 ส่วนประกอบเครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องขึ้นรูปด้วยสุญญากาศ

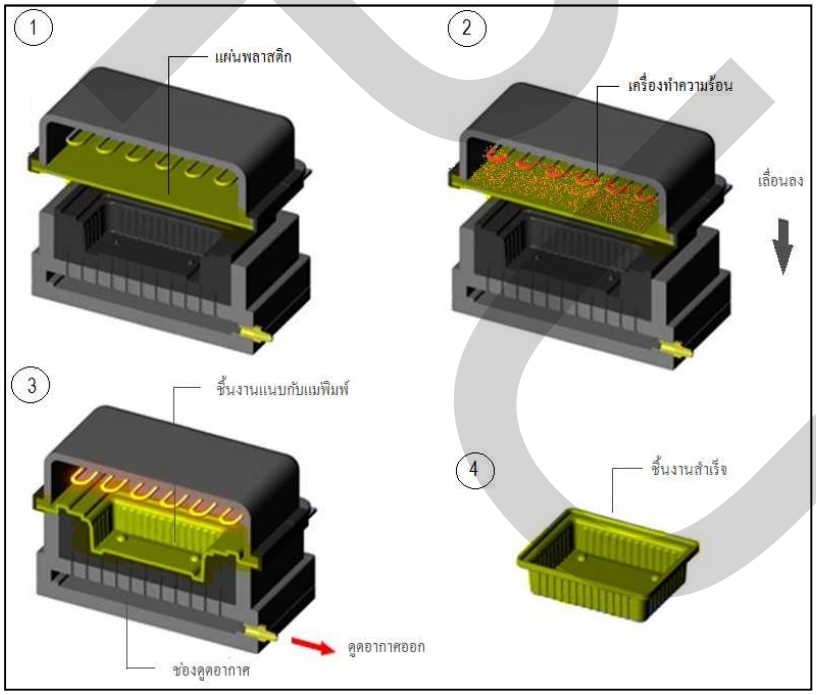
การขึ้นรูปแบบสุญญากาศ สามารถผลิตชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก รวดเร็ว เหมาะสมกับการผลิตเป็นจำนวนมาก ลักษณะผลิตภัณฑ์มีผิวเรียบ สวยงาม ซึ่งอาศัยความร้อนและระบบสุญญากาศเป็นหลักโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) นำแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้ยึดเข้ากับอุปกรณ์จับยึดของตัวอุปกรณ์ จะติดกับเครื่องทำความร้อนที่อยู่ส่วนบนสุด

2) เปิดเครื่องทำความร้อนตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยประมาณ 220-350 องศา ตามคุณสมบัติของพลาสติก โดยให้ความร้อนแก่แผ่นพลาสติกจนเกิดการอ่อนตัว

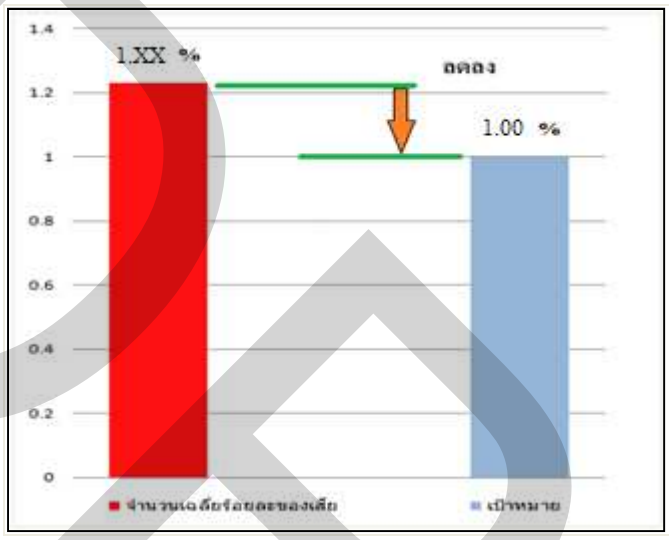
3) กดกรอบซึ่งจะมีแผ่นพลาสติกที่อ่อนตัวลงไปบนแม่พิมพ์ (กรณีนี้เป็นแบบแม่พิมพ์ตัวเมีย) เปิดเครื่องดูดอากาศ เพื่อดูดอากาศออกจากช่องระหว่างแผ่นพลาสติกกับแม่พิมพ์และแผ่นพลาสติกที่อ่อนตัวจะแนบสนิทกับแม่พิมพ์ และปล่อยทิ้งไว้จนพลาสติกแข็งตัว

4) ถอดชิ้นงานออกแล้วนำไปตัดขอบก็จะได้ชิ้นงานที่สำเร็จรูป



ภาพที่ 3.12 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องขึ้นรูปสุญญากาศ

3.3.3 การกำหนดเป้าหมาย เพื่อการลดของเสียในการผลิตที่ให้ยอมรับได้นั้น ได้จากการระดมความคิด (Brainstorms) ที่ได้ออกมานั้นจะต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนที่ผลิตได้ ดังนั้น จะต้องทำการลดของเสียให้ได้ตามเป้าหมาย หลังจากการทำการดำเนินงานแก้ไขแล้ว ดังภาพที่ 3.13 ภาพแสดงเป้าหมายในการลดของเสียจากจำนวนร้อยละของเสียเฉลี่ยต่อเดือน



ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงเป้าหมายในการลดของเสียในแต่ละเดือนที่กำหนด

3.3.4 รวบรวมสาเหตุและผลที่มีต่อการเกิดของเสียโดยการหาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดจาก 4M คือ คน(Man) เครื่องจักร(Machine) วัตถุดิบ(Material) และวิธีการ(Method) ที่ค้นพบในกระบวนการผลิตนั้นเริ่มจาก การตรวจสอบและคัดเลือกวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการขาดการควบคุมที่เหมาะสมทำให้วัตถุดิบบางส่วนมีเศษวัสดุปนเปื้อนเข้ามาในระบบการปรับตั้งเครื่องฉีดต้องใช้คนในการปรับตั้งค่าตามสภาวะการผลิตซึ่งต้องอาศัยความชำนาญในการปรับตั้งจึงอาจจะมีความคลาดเคลื่อนในกระบวนการผลิต ที่ส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรที่มีสภาวะการทำงานที่ไม่คงที่เกิดปัญหาบ่อยครั้ง จากการศึกษาและวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อระบุปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผล หรือแผนภาพก้างปลา (Fish - Bone Diagram) ในการวิเคราะห์ความผันแปร เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลนั้น จำเป็นต้องมีการระดมสมอง (Brain storming) จากผู้ที่มีความรู้ด้านความสามารถเฉพาะทาง (Expertise) และมาจากความเชี่ยวชาญเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) ได้แก่ ผู้จัดการบริษัทฯ ผู้จัดการฝ่ายผลิต วิศวกร หัวหน้างาน และผู้ชำนาญการปฏิบัติงาน ที่มีความรู้ความสามารถในการควบคุมกระบวนการผลิต

โดยการเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหานั้น จะไม่จำกัดปริมาณ และคุณภาพของความคิดเห็น เพื่อเป็นการป้องกันมิให้สาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหลุดรอดไป

3.3.5 วิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งจะนำข้อมูลการผลิตในปัจจุบันที่เกิดปัญหา และอาจมีผลต่อผลิตภัณฑ์บกพร่อง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

3.3.6 ดำเนินการปรับปรุง วิเคราะห์หาหลักการและทฤษฎีที่สอดคล้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดวิธีแนวทาง ในการแก้ไขปรับปรุง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาลักษณะเดิม คือผลของผลิตภัณฑ์ที่บก พร่องที่สามารถกำหนดได้นำแผนการปรับปรุงไปทดลองหลังจากที่ได้ผลแล้วค่อยทำซ้ำอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าแนวทางการแก้ไขปรับปรุงสามารถใช้กับกระบวนการผลิตได้จริงและดีที่สุด

3.3.7 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน ภายหลังการดำเนินการปรับปรุง ตามแนวทางการแก้ไขแล้ว จะนำผลการดำเนินการมาเปรียบเทียบกับผลก่อนการดำเนินการปรับปรุงว่าเป็นอย่างไร ถ้าผลการปรับปรุงยังไม่ดีขึ้นจะต้องทำการหาหลักการใหม่เพื่อมาประยุกต์ใช้แทนต่อไป

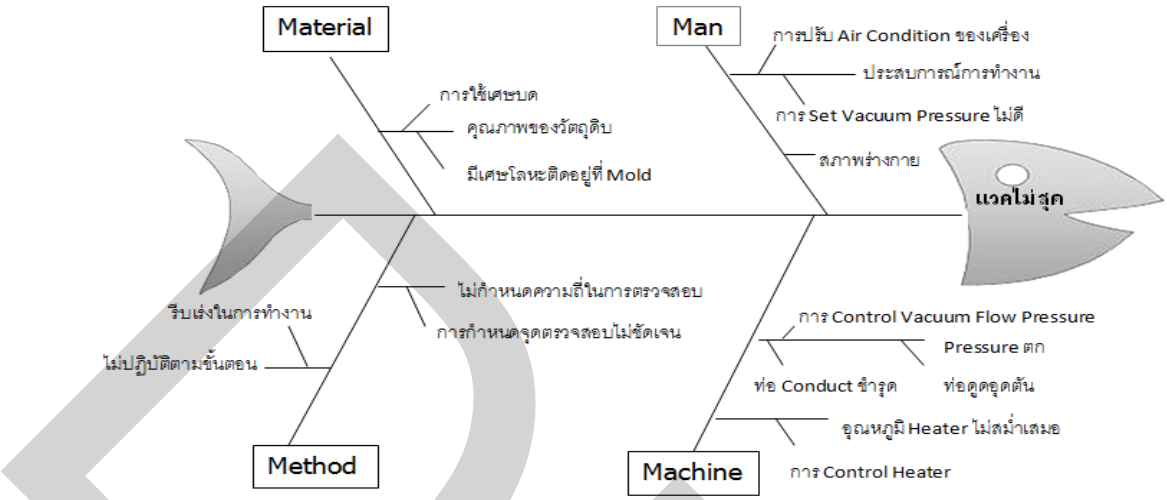
3.3.8 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ การสรุปผลการดำเนินงานปรับปรุงและเสนอข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งต่อไป

บทที่ 4
ผลการศึกษา

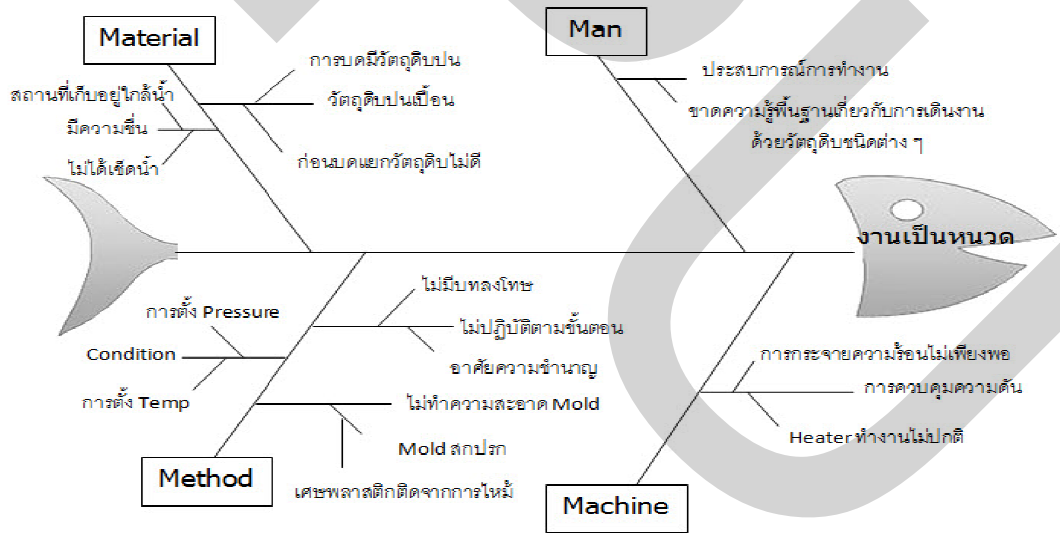
ผลการดำเนินการวิจัยครั้งนี้การลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพได้ผลการดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข ปรับปรุง และสรุปผลการดำเนินการตามแนวทางการแก้ไขปรับปรุง ดังนี้

4.1 วิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

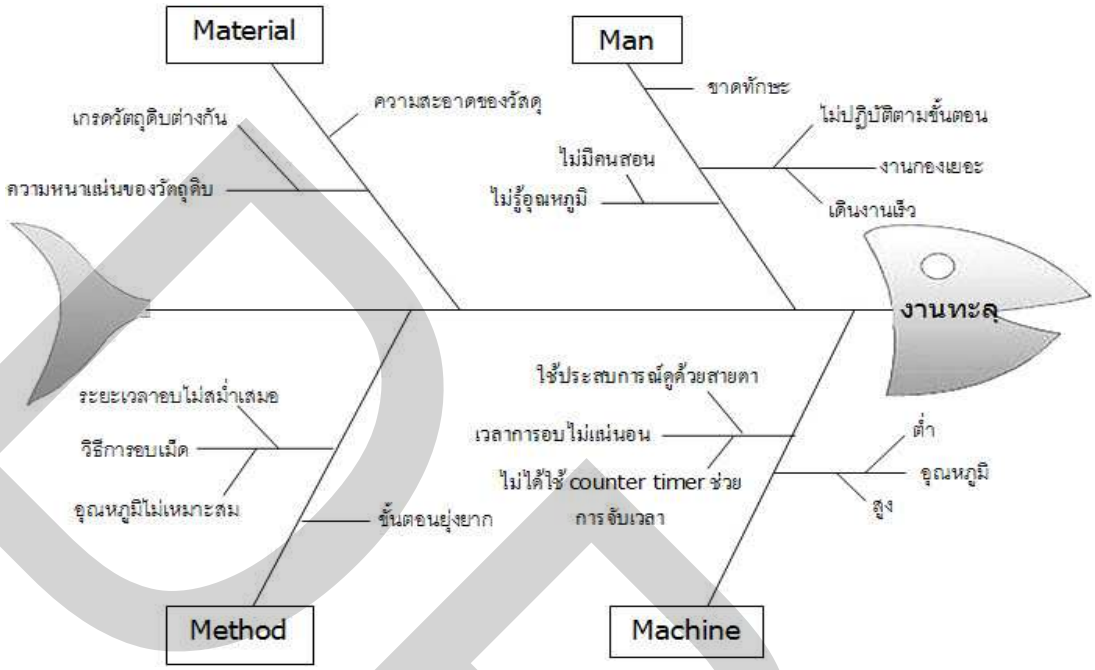
การระบุสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่องด้านงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุโดยผ่านการระดมสมองจากผู้มีประสบการณ์การผลิตเพื่อรวบรวมสาเหตุที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่องให้ได้มากที่สุดโดยนำเสนอผ่านทางผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) ซึ่งโดยทั่วไปสาเหตุที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตจะเกิดจาก 4M คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) และ วิธีการ (Method) เนื่องจากการผลิตพลาสติกขึ้นรูปใช้เครื่องจักร สำหรับการขึ้นรูปเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งต้องใช้คนในการปรับตั้งค่าให้เหมาะสมตามสภาวะการควบคุมการผลิต ความคลาดเคลื่อนจึงมีอยู่บ้าง ของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดจากคน เครื่องจักร วิธี การทำงาน และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ในการควบคุมการผลิตที่ไม่เหมาะสมจากมาตรฐานที่กำหนด ไว้ซึ่งในการระบุสาเหตุหลักจึงได้มุ่งไปที่ขั้นตอนการผลิตต่างๆที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่อง ดังภาพที่ 4.1 ภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.1 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) แสดงการระดมสมองค้นหาสาเหตุของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องด้านแวคไม่สุด



ภาพที่ 4.2 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) แสดงการระดมสมองค้นหาสาเหตุของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องด้านงานเป็นหนวด



ภาพที่ 4.3 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) แสดงการระดมสมองค้นหาสาเหตุของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องด้านงานทะลุ

จากแผนภาพสามารถค้นหาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตซึ่งเกิดจาก 4M คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการ (Method) ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุที่ค้นพบในกระบวนการขาดการควบคุมที่เหมาะสมในการคาดเลือกวัตถุดิบ การปรับค่าเครื่องที่ต้องใช้คนในการปรับ ตั้งค่าเครื่องตามสภาวะการผลิตซึ่งต้องอาศัยความชำนาญในการปรับตั้งจึงอาจจะมีความคลาดเคลื่อนในกระบวนการผลิต ส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรที่มีสภาวะการทำงานที่ไม่คงที่เกิดปัญหาบ่อยครั้งและรวมทั้งการเหนื่อยล้าและไม่ใส่ใจในการทำงานของพนักงาน จึงทำให้มีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเกินกำหนด

4.1.1 ปัญหาเกิดจากคน

ความรู้พื้นฐานในด้านการส่งต่อของงานทักษะการทำงาน และประสบการณ์เป็นสาเหตุที่สำคัญต่อการผลิตช่างแต่ละคนที่มีความชำนาญ และประสบการณ์การตั้งค่าเครื่องที่แตกต่างกันทำให้เกิดผลิต ภัณฑ์ที่บกพร่องเกินกำหนด เนื่องจากการปรับอากาศที่ให้ความเย็น (Air Condition) ของ เครื่องและการตั้งความดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure) ไม่ดีหรือไม่เท่ากันส่งผลให้ความร้อนของแผ่นไม่คงที่ความ เร็วในการส่งงานที่ไม่แน่นอน จึงทำให้ควบคุมมาตรฐานผลผลิตได้ไม่เท่ากัน ส่วนปัญหาย่อยคือสภาพ ร่างกายในขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากทางบริษัทมีการกำหนดเวลาการทำงานคือสัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 8 ชั่วโมงโอทีอีกชั่วโมงครึ่ง และทางบริษัทไม่อยากให้พนักงานควบคุมเครื่องพักเที่ยงพร้อมกันเนื่องจาก พนักงานควบคุมเครื่องและการผลิตมีเพียงแค่ 2 คน จึงทำให้เหนื่อยล้าจากการทำงานและส่งผลให้ผลิต ภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเกิดขึ้นบ่อยครั้งในเวลาพนักงานพักเที่ยงที่ไม่มีพนักงานอยู่หน้างาน และการทำ งานที่ขาดความละเอียดรอบคอบย่อมมีผลกับการเกิดปัญหา สาเหตุสุดท้ายคือ งานกองเยอะ เนื่องจากพนักงานไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนทำให้งานสะสมเยอะ เมื่อต้องส่งงานจึงเป็นต้องเดินงานเร็ว ดังนั้นจึงส่งผลต่อมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าที่กำหนดไว้

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

แก้ไขปัญหาด้านความรู้พื้นฐานทั้งด้านการเดินงาน ทักษะการทำงานและประสบการณ์ของช่าง ควรจะมีการอบรมก่อนเข้าทำงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ใกล้เคียงกันและจัดอบรมให้ความรู้เพิ่มเติมทุกๆ 6 เดือนเพื่อให้ช่างได้ประสบการณ์ และความรู้ใหม่ในการนำมาใช้ในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ควรจะมีการทดสอบช่างทุกๆ 3 เดือน เพื่อเป็นการประเมินผลการทำงานและกระตุ้นให้ช่างมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงานทุกครั้ง

แก้ไขปัญหาด้านสภาพร่างกายขณะปฏิบัติงาน

เพิ่มช่างควบคุมเครื่องการผลิต แบ่งพนักงานควบคุมเครื่องในการผลิตให้ทำงานเป็นกะทำงานหรือช่วงเวลาเพื่อให้ช่างและพนักงานมีความผ่อนคลายได้พักผ่อนเพียงพอในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องน้อยลง ซึ่งกะแรกจะเข้างาน 08.00 น. เลิกงาน 17.00 น. พักเที่ยง 12.00 – 13.00 น. กะสองเข้างาน 09.30 น. เลิกงาน 18.30 น. พักเที่ยง 13.30 – 14.30 น.

แก้ไขปัญหาด้านขาดความละเอียดรอบคอบ

ทำการตรวจดูอย่างสม่ำเสมอให้รางวัลสำหรับพนักงานที่ปฏิบัติงานดีเด่น และตักเตือนพนัก งานที่ทำผิดพลาดบ่อยครั้ง

แก้ไขปัญหาด้านงานกองเยอะ

จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานและตารางตรวจสอบผลิตภัณฑ์

4.1.2 ปัญหาเกิดจากเครื่องจักร

เครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ(Thermo Forming) เป็นปัญหาหลัก เนื่องจากเครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ(Thermo Forming) เป็นเครื่องที่สั่งผลิต และประกอบเอง จึงไม่มีบริษัทที่รับประกันคุณภาพ และขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องไม่คงที่ ส่วนปัญหาย่อย คือความดันของเครื่องไม่คงที่ อุณหภูมิไม่คงที่ เวลาการอบไม่แน่นอน สาเหตุเกิดจากเครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศมีการทำงานอยู่ตลอดเวลา ทำให้ค่าที่ตั้งไว้อาจมีการคลาดเคลื่อนไปบ้าง และใช้สายตาในการจับเวลาและควบคุมเครื่อง จึงเป็นสาเหตุที่เกิดปัญหาไม่คงที่ต่างๆ ได้ แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

ระหว่างที่เครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศกำลังทำงานอยู่ ควรจะมีการตรวจสอบเครื่องจักรทุกๆ 2 ชั่วโมง เพื่อตรวจดูค่าที่ตั้งไว้ต่างๆมีการคลาดเคลื่อนหรือไม่ หากพบว่ามีการคลาดเคลื่อนก็ควรจะแจ้งหัวหน้าช่างทันทีและทำการปรับตั้งค่าใหม่ นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบสภาพเครื่องทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน ทำการซ้อมบำรุงเครื่องทุก ๆ 3 เดือน และทำความสะอาดเครื่องทุกสัปดาห์ เพื่อคงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ในขั้นตอนการอบแผ่นพลาสติกควรใช้เครื่องจับเวลาดิจิตอล (counter timer) ในการจับเวลา

4.1.3 ปัญหาที่เกิดจากวิธีการ

ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง สาเหตุเกิดจากผู้ที่ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนไม่มีการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบไม่มีการบันทึกปัญหา และค่าเครื่องจึงส่งผลให้อุณหภูมิไม่สม่ำเสมอและความเร็วของการขึ้นรูปไม่คงที่ และความผิดพลาดในกระบวนการการผลิตทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องเกิดขึ้น

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

บันทึกค่าที่ตั้งเครื่องทุกครั้ง กำหนดอุณหภูมิให้คงที่ ตั้งค่าความเร็วให้เท่ากันและบันทึกทุกครั้งที่ต้องเปลี่ยนเครื่อง ทำคู่มือการปฏิบัติงานให้พนักงานทุกคน นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบ

เครื่องทุก ๆ 2 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบและแน่ใจว่าค่าเครื่องไม่มีการคลาดเคลื่อน และควรทำคู่มือขั้นตอนการทำงานให้พนักงานทุกคนให้ปฏิบัติตาม

4.1.4 ปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ

ลักษณะความแข็งของแผ่นพลาสติก และคุณภาพของวัตถุดิบไม่คงที่ เป็นสาเหตุหลักของการเกิดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่อง และสาเหตุย่อยคือความสะอาดและความชื้นของวัตถุดิบไม่คงที่ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่พบพร่องเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

แนวทางการแก้ไขปรับปรุงปัญหาที่เกิดจากสาเหตุหลัก

ควรทำการศึกษาขนาดความแข็งของแผ่นพลาสติกสำหรับการขึ้นรูปของแต่ละรุ่น และควรจะมีการตรวจสอบแผ่นพลาสติกทุกครั้งก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูป

แนวทางการแก้ไขปรับปรุงปัญหาที่เกิดจากสาเหตุย่อย

ควรทำความสะอาดและตรวจสอบวัตถุดิบทุกครั้งก่อนนำส่งยังขั้นตอนต่อไปและควรจะจัดเก็บวัตถุดิบไว้ที่ที่สะอาดและห่างไกลจากแหล่งน้ำด้วย

จากการวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหา และการป้องกันที่พบเพื่อลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ สามารถสรุปได้ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาและป้องกัน

สาเหตุของปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหาปรับปรุง
ความรู้พื้นฐานด้านการเดินงาน ทักษะการทำงานและประสบการณ์	ควรจะมีการอบรมก่อนเข้าทำงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ใกล้เคียงกัน และจัดอบรมให้ความรู้เพิ่มเติมทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้ช่างได้ประสบการณ์และความรู้ใหม่ในการนำมาใช้ในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ควรจะมีการทดสอบช่างทุก 3 เดือน เพื่อเป็นการประเมินผลการทำงาน และกระตุ้นให้ช่างมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงานทุกครั้ง
สภาพร่างกายในขณะปฏิบัติงาน	เพิ่มช่างควบคุมเครื่องการผลิต แบ่งพนักงานควบคุมเครื่องการผลิตให้ทำงานเป็นกะกันเพื่อให้ช่างและพนักงานได้พักผ่อนเพียงพอ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องน้อยลง ซึ่งกะแรกจะเข้างาน 08.00 น. เลิกงาน 17.00 น. พักเที่ยง 12.00 – 13.00 น. กะสองเข้างาน 09.30 น. เลิกงาน 18.30 น. พักเที่ยง 13.30 – 14.30 น.
ขาดความละเอียดรอบคอบ	ทำการตรวจดูอย่างสม่ำเสมอ ให้รางวัลสำหรับพนักงานที่ปฏิบัติงานดีเด่น และตักเตือนพนักงานที่ทำผิดพลาดบ่อยครั้ง
เครื่องขึ้นรูปด้วยสุญญากาศขาดการบำรุงรักษา	ควรมีการตรวจสอบสภาพเครื่องทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน ทำการซ้อมบำรุงเครื่องทุก ๆ 3 เดือน และทำความสะอาดเครื่องทุกสัปดาห์ เพื่อคงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สาเหตุของปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหาปรับปรุง
ค่าเครื่องไม่คงที่	ระหว่างที่เครื่องขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศกำลังทำงานอยู่ ควรจะมีการตรวจสอบเครื่องทุก ๆ 2 ชั่วโมง เพื่อตรวจดูค่าที่ตั้งไว้ต่างๆมีการคลาดเคลื่อนหรือไม่ หากพบว่ามีการคลาดเคลื่อนก็ควรจะแจ้งหัวหน้าช่างทันทีและทำการปรับตั้งค่าใหม่
ใช้สายตาในการจับเวลาและควบคุมเครื่อง	ในขั้นตอนการอบแผ่นพลาสติกให้ใช้ counter timer ในการจับเวลา
ผู้ที่ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอน ไม่มีการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบ ไม่มีการบันทึกปัญหาและค่าเครื่อง	บันทึกค่าที่ตั้งเครื่องทุกครั้ง กำหนดอุณหภูมิให้คงที่ ตั้งค่าความเร็วให้เท่ากันและบันทึกทุกครั้งที่ต้องเปลี่ยนเครื่อง ทำคู่มือการปฏิบัติงานให้พนักงานทุกคน นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบเครื่องทุก ๆ 2 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบและแน่ใจว่าค่าเครื่องไม่มีการคลาดเคลื่อน และควรทำคู่มือขั้นตอนการทำงานให้พนักงานทุกคนให้ปฏิบัติตาม
ลักษณะความแข็งของแผ่นพลาสติกและคุณภาพของวัตถุดิบไม่คงที่	ควรทำการศึกษาลักษณะความแข็งของแผ่นพลาสติกสำหรับการขึ้นรูปของแต่ละรุ่น และควรจะมีการตรวจสอบแผ่นพลาสติกทุกครั้งก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูป
ความสะอาดและความชื้นของวัตถุดิบไม่คงที่	ควรทำความสะอาดและตรวจสอบวัตถุดิบทุกครั้งก่อนนำส่งยังขั้นตอนต่อไป และควรจะจัดเก็บวัตถุดิบไว้ที่ที่สะอาดและห่างไกลจากแหล่งน้ำด้วย

4.2 สรุปผลการดำเนินงานตามแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

จากแนวทางการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงที่ได้ดำเนินการทั้งหมดในกระบวนการผลิตแล้ว นำข้อมูลที่ทำการบันทึกไว้ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2553 ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2554 มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลผลการเกิดข้อบกพร่องตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึง กรกฎาคม ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลานั้นๆ สามารถอธิบายเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนพฤศจิกายน 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
1	154.70	149.90	4.80	3.1
2	873.00	866.80	6.20	0.7
3	746.00	742.80	3.20	0.4
4	194.00	193.40	0.60	0.3
5	147.50	147.30	0.20	0.1
6	981.80	971.80	10.00	1.0
7	1024.30	1,009.70	14.60	1.4
8	298.40	296.00	2.40	0.8
9	1165.25	1,146.65	18.60	1.6
10	1,425.75	1,416.75	9.00	0.6
11	339.55	337.55	2.00	0.6
12	1,737.50	1,726.90	11.60	0.6
13	1,174.80	1,165.20	9.60	0.8
14	141.70	140.90	0.80	0.6

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

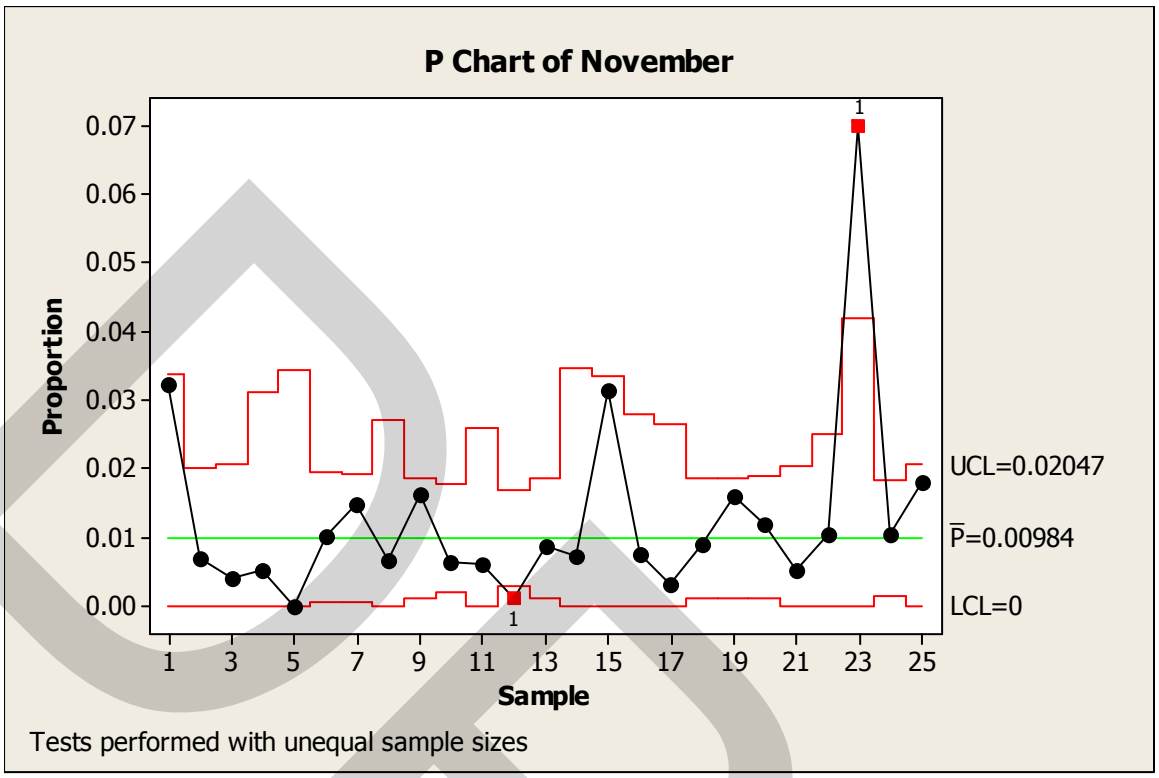
เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
15	159.40	154.40	5.00	3.1
16	272.30	270.70	1.60	0.6
17	323.00	321.60	1.40	0.4
18	1,124.55	1,114.75	9.80	0.9
19	1,124.21	1,106.01	18.20	1.6
20	1,101.52	1,088.52	13.00	1.2
21	780.75	776.75	4.00	0.5
22	387.65	384.05	3.60	0.9
23	85.90	79.70	6.20	7.2
24	1,234.10	1,221.50	12.60	1.0
25	776.75	763.25	13.50	1.7
รวม	17,775.38	17,592.88	182.50	1.0

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

$$\bar{X} = \frac{182.5}{25}$$

$= 7.3$ กก.

จากตารางที่ 4.2 พบว่า วัตถุดิบนำเข้ารวม 17,775.38 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 17,592.88 กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 182.50 กก. คิดเป็นร้อยละ 1.00 ต่อค่าเฉลี่ยของเดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 7.3 กก.



ภาพที่ 4.4 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนพฤศจิกายน 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนธันวาคม 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
1	1,109.85	1,093.85	16.00	1.4
2	378.95	373.75	5.20	1.3
3	410.90	404.90	6.00	1.5
4	842.70	842.70	0.00	0
5	802.90	783.90	19.00	2.4

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

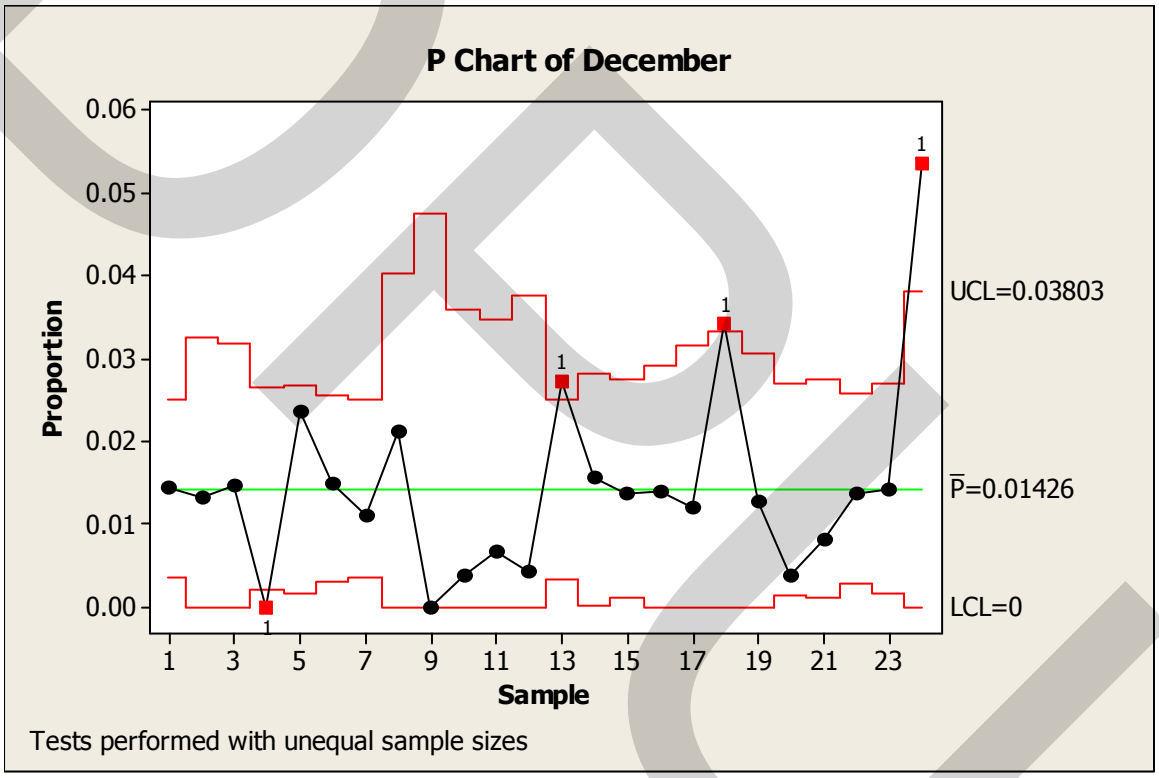
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
6	1,012.15	996.95	15.20	1.5
7	1,078.75	1,066.35	12.40	1.2
8	187.70	184.10	3.60	1.9
9	114.20	113.90	0.30	0.3
10	267.80	266.40	1.40	0.5
11	299.55	297.35	2.20	0.7
12	232.90	213.70	1.20	0.5
13	1,065.25	1,036.75	28.50	2.7
14	643.00	633.20	9.80	1.5
15	732.15	722.35	9.80	2.3
16	571.60	563.80	7.80	1.4
17	418.80	413.80	5.00	1.2
18	350.90	338.70	12.20	3.5
19	468.75	463.15	5.60	1.2
20	769.85	767.05	2.80	0.4
21	727.75	721.55	6.20	0.9
22	950.85	938.25	12.60	1.4
23	777.70	766.70	11.00	1.4
24	224.10	212.50	11.60	5.2
รวม	14,421.05	14,215.65	205.40	1.4

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

$$\overline{X} = \frac{205.4}{24}$$

$$= 8.56 \text{ กก.}$$

จากตารางที่ 4.3 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 14,421.05 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 14,215.65 กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 205.40 กก. คิดเป็นร้อยละ 1.4 ค่าเฉลี่ยของเดือนธันวาคมเท่ากับ 8.56 กก.



ภาพที่ 4.5 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนธันวาคม 2553 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนมกราคม 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

เดือนมกราคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
1	31.80	30.40	1.40	4.4
2	131.30	128.10	3.20	2.4
3	900.90	887.10	13.80	1.5
4	398.80	385.40	13.40	3.4
5	514.55	508.55	6.00	1.2
6	301.20	300.00	1.20	0.4
7	436.70	416.90	19.80	4.5
8	884.50	884.50	0.00	0
9	823.75	799.75	24.00	2.9
10	1,233.85	1,223.25	10.60	0.9
11	1,140.75	1,118.95	21.80	1.9
12	792.65	781.45	11.20	1.4
13	222.30	216.50	5.80	2.6
14	252.60	251.40	1.20	0.5
15	197.50	195.70	2.00	1.0
16	29.10	29.10	0.00	0
17	1,285.25	1,279.25	6.00	0.5
18	846.35	836.95	9.40	1.1
19	1,023.40	1,012.40	11.00	1.1
20	1,065.50	1,055.50	10.00	0.9
21	1,115.75	1,098.55	17.20	1.5

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

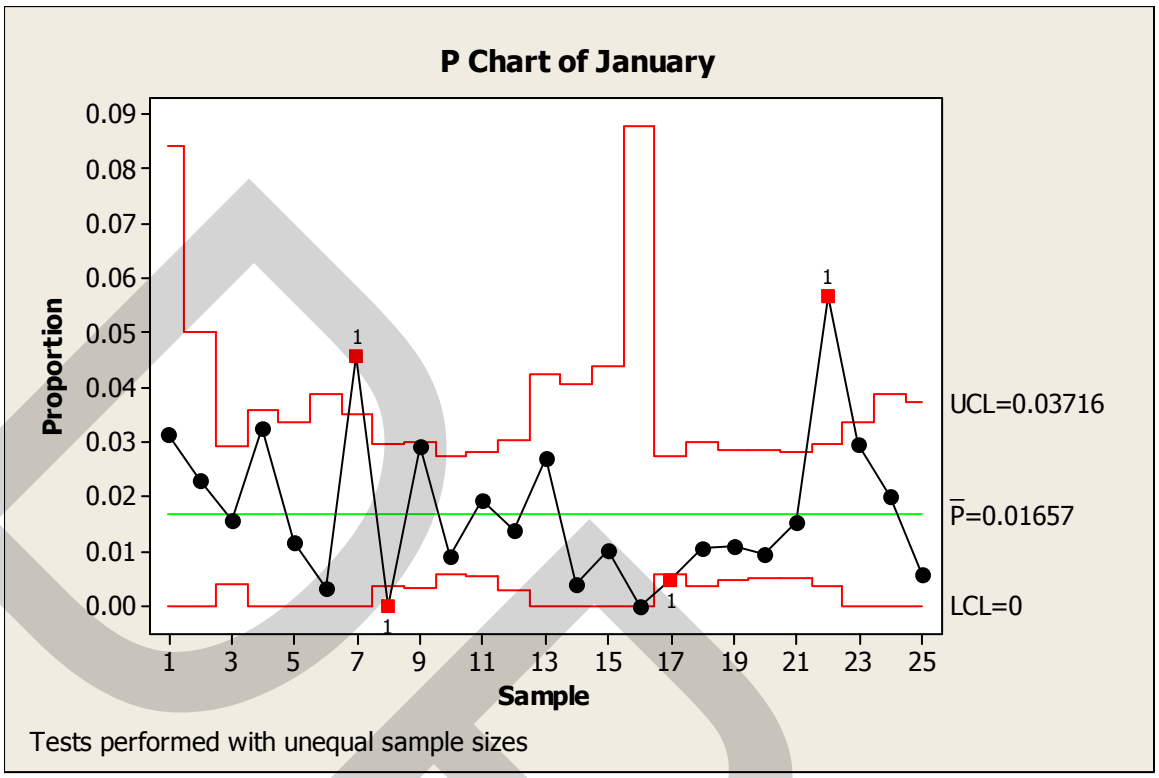
เดือนมกราคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
22	848.55	800.15	48.40	5.7
23	504.75	489.75	15.00	2.8
24	299.35	293.35	6.00	2.0
25	346.10	344.50	1.60	0.5
รวม	15,627.45	15,367.45	260.00	1.7

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนมกราคม พ.ศ. 2553

$$\overline{X} = \frac{260}{25}$$

= 10.4 กก.

จากตารางที่ 4.4 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 15,627.45 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 15,367.45 กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 260.00 กก. คิดเป็นร้อยละ 1.7 ค่าเฉลี่ยของเดือนมกราคมเท่ากับ 10.4 กก.



ภาพที่ 4.6 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือน มกราคม 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวดไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือน กุมภาพันธ์ 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
1	300.60	300.60	0.00	0
2	101.80	98.60	3.20	3.1
3	368.40	354.60	13.80	3.7
4	490.7	484.70	6.00	1.2
5	520.20	519.00	1.20	0.2

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

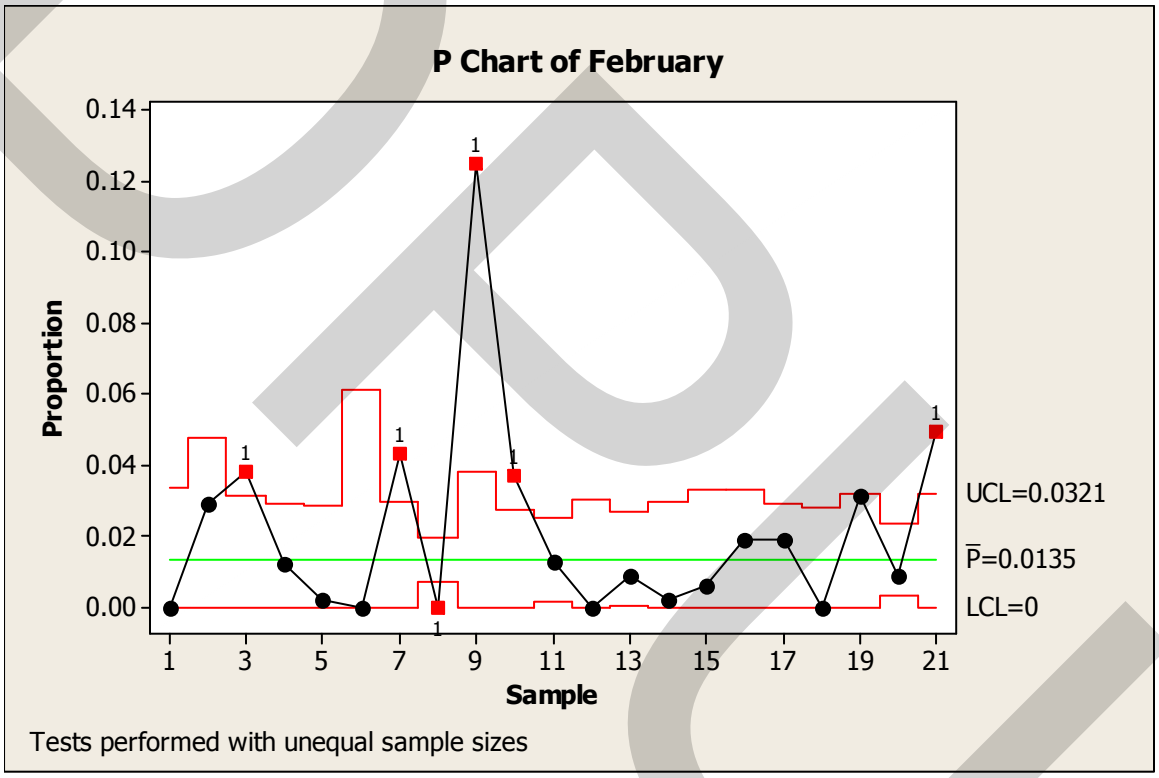
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
6	51.50	51.50	0.00	0
7	461.30	441.50	19.80	4.3
8	3,025.10	3,025.10	0.00	0
9	191.50	167.50	24.00	12.5
10	589.70	567.90	21.80	3.7
11	865.10	853.90	11.20	1.3
12	419.20	419.20	0.00	0
13	689.17	683.37	5.80	0.8
14	469.80	468.60	1.20	0.3
15	319.20	317.20	2.00	0.6
16	311.90	305.90	6.00	1.9
17	479.20	469.80	9.40	2.0
18	586.15	586.15	0.00	0
19	353.20	342.20	11.00	3.1
20	1,152.55	1,142.55	10.00	0.9
21	345.45	328.25	17.20	5.0
รวม	12,091.72	11,928.12	163.60	1.4

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{163.6}{21}$$

$$= 7.97 \text{ กก.}$$

จากตารางที่ 4.5 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 12,091.72 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 11,928.12กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 163.60 กก. คิดเป็นร้อยละ 1.4 ค่าเฉลี่ยของเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ7.97 กก.



ภาพที่ 4.7 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนกุมภาพันธ์ 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนมีนาคม 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

เดือนมีนาคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
1	854.65	840.05	14.60	1.7
2	758.20	748.00	10.20	1.3
3	1,065.35	1,060.35	5.00	0.5
4	402.10	386.10	16.00	3.9
5	54.40	52.40	2.00	3.7
6	243.80	241.00	2.80	1.1
7	451.60	448.00	3.60	0.8
8	151.20	144.00	7.20	4.8
9	91.50	90.90	0.60	0.7
10	318.60	308.20	10.40	3.3
11	701.05	691.05	10.00	1.4
12	998.60	989.20	9.40	0.9
13	555.70	545.70	10.00	1.8
14	486.40	478.60	7.80	1.6
15	1,695.01	1,677.61	17.40	1.0
16	206.30	202.10	4.20	2.0
17	330.80	327.00	3.80	1.2
18	27.40	24.40	3.00	10.9
19	270.50	268.10	2.40	0.9
20	273.85	261.85	12.00	4.4

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

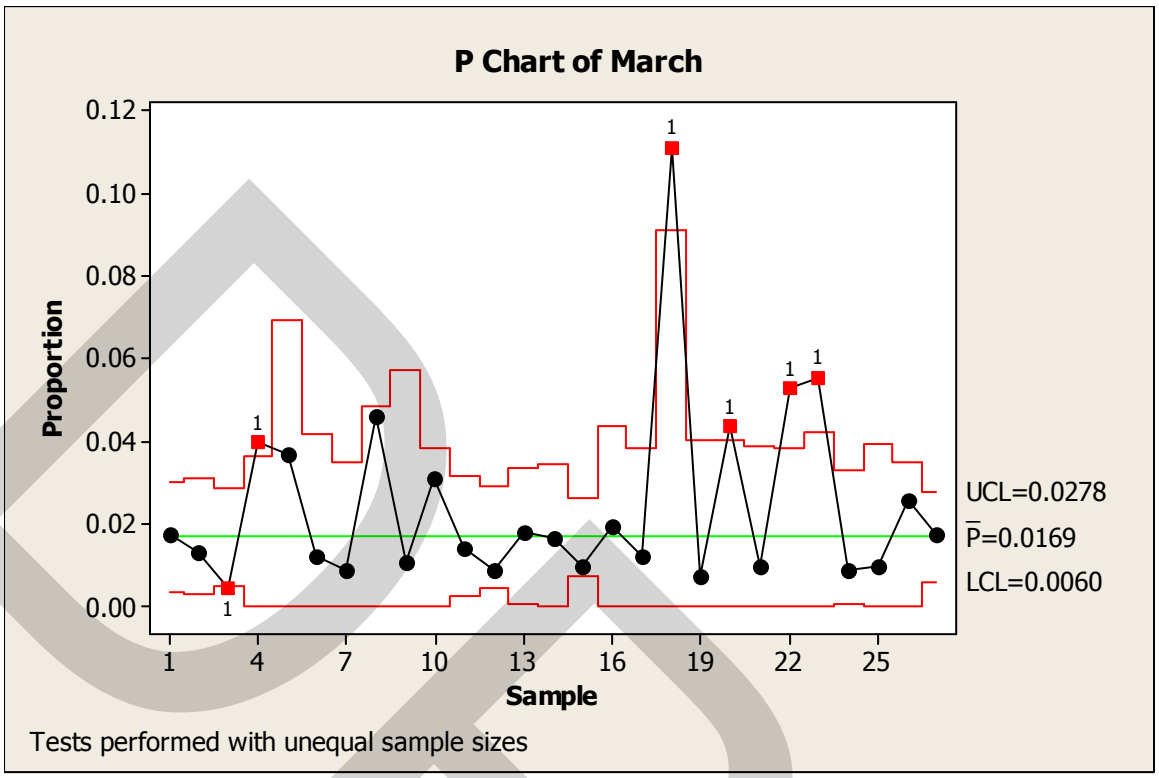
เดือนมีนาคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
21	312.50	309.30	3.20	1.0
22	322.35	305.35	17.00	5.2
23	233.55	220.55	13.00	5.6
24	576.90	571.70	5.20	0.9
25	300.00	296.80	3.20	1.1
26	461.80	450.20	11.60	2.5
27	1,260.10	1,237.70	22.40	1.8
รวม	13,404.21	13,176.21	228.00	1.7

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{228}{27}$$

= 8.44 กก.

จากตารางที่ 4.6 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 13,404.21 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 13,190.81กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 228 กก. คิดเป็นร้อยละ 1.7 ค่าเฉลี่ยของเดือนมีนาคมเท่ากับ 8.44 กก.



ภาพที่ 4.8 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนมีนาคม 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนเมษายน 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

เดือนเมษายน พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
1	355.81	344.61	11.20	3.1
2	130.30	124.70	5.60	4.3
3	250.30	247.30	3.00	1.2
4	189.00	185.00	4.00	2.1
5	497.60	469.60	28.00	5.6
6	709.25	695.05	14.20	2.0
7	693.45	673.25	20.20	2.9
8	148.65	144.65	4.00	2.7
9	503.00	485.40	17.60	3.5
10	916.70	903.70	13.00	1.4
11	756.06	737.86	18.20	2.4
12	1,336.50	1,323.30	13.20	0.9
13	926.70	912.30	14.40	1.6
14	278.75	278.35	0.40	0.1
15	79.80	79.40	0.40	0.5
16	336.50	334.90	1.60	0.5
17	510.00	502.40	7.60	1.5
18	368.30	367.70	0.60	1.6
19	329.90	323.90	6.00	1.8
20	259.95	254.75	5.20	2.0
21	558.80	543.80	15.00	2.7

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

เดือนเมษายน พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
รวม	10,135.32	9,931.92	203.40	2.0

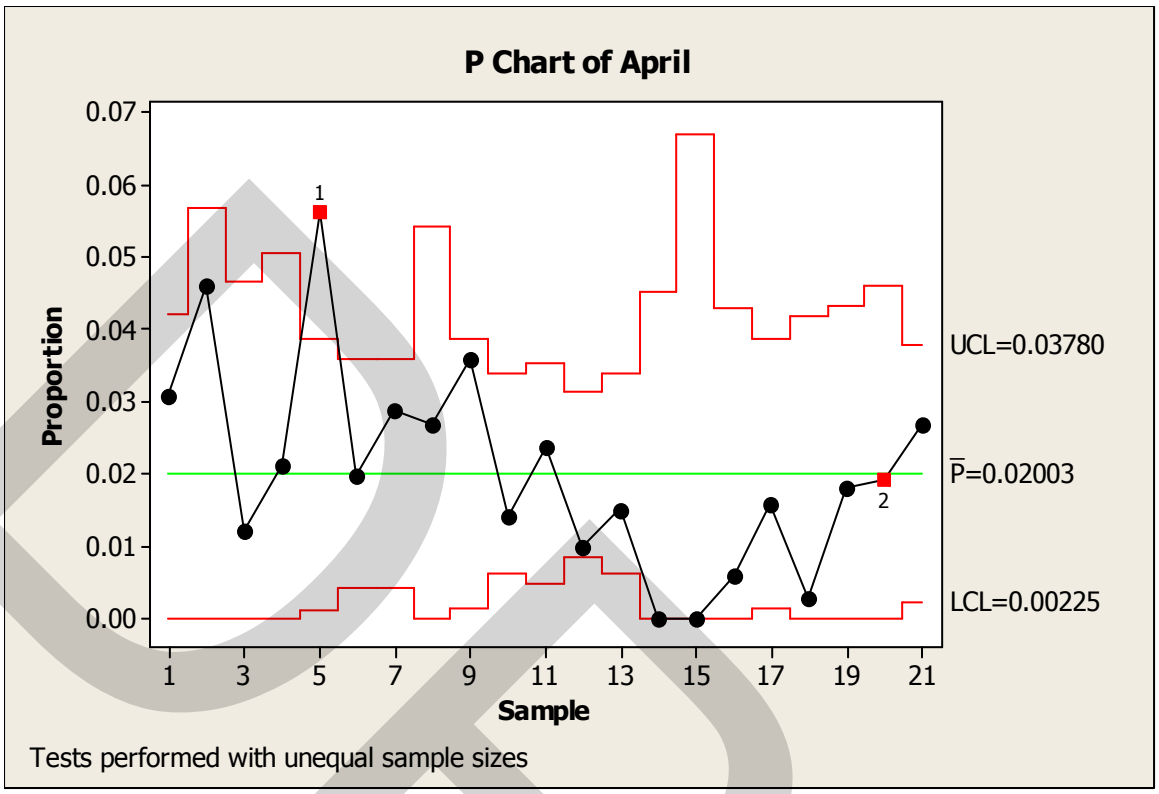
ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนเมษายน พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{182.5}{25}$$

= 7.3 กก.

จากตารางที่ 4.7 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 10,135.32 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 9,943.12 กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 203.40 กก. คิดเป็นร้อยละ 2.00 ค่าเฉลี่ยของ เดือนเมษายน เท่ากับ 9.69 กก.

DPU



ภาพที่ 4.9 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือนเมษายน 2554 ก่อนการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2553 ถึง เดือน เมษายน 2554

เดือน / วันที่	พฤศจิกายน 53	ธันวาคม 53	มกราคม 54	กุมภาพันธ์ 54	มีนาคม 54	เมษายน 54	รวม
1	4.8	16.0	-	0	14.6	11.2	46.6
2	6.2	5.2	-	-	10.2	5.6	27.2
3	3.2	6.0	1.4	-	5.0	-	15.6
4	-	0	3.2	3.2	16.0	3.0	25.4

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

เดือน / วันที่	พฤศจิกายน 53	ธันวาคม 53	มกราคม 54	กุมภาพันธ์ 54	มีนาคม 54	เมษายน 54	รวม
5	0.6	-	13.8	13.8	2.0	4.0	34.2
6	0.2	-	13.4	-	-	28.0	41.6
7	-	19.0	6.0	6.0	2.8	14.2	48.0
8	10.0	15.2	1.2	1.2	3.6	20.2	51.4
9	14.6	12.4	-	0	7.2	4.0	38.2
10	2.4	3.6	19.8	19.8	0.6	-	46.2
11	18.6	0.3	0	0	10.4	-	29.3
12	9.0	-	24	24.0	10.0	-	67.0
13	2.0	1.4	10.6	-	-	-	14.0
14	-	2.2	21.8	21.8	9.4	-	55.2
15	11.6	1.2	11.2	11.2	10.0	-	45.2
16	9.6	28.5	-	0	7.8	-	45.9
17	0.8	9.8	5.8	5.8	17.4	-	39.6
18	5.0	9.8	1.2	1.2	4.2	17.6	39.0
19	1.6	-	2.0	2.0	3.8	13.0	22.4
20	1.4	7.8	0	0	-	18.2	27.4
21	-	5.0	6.0	6.0	3.0	13.2	33.2
22	9.8	12.2	9.4	9.4	2.4	14.4	57.6
23	18.2	5.6	-	0	12.0	0.4	36.2
24	13.0	2.8	11.0	11.0	3.2	0.4	41.4
25	4.0	6.2	10.0	10.0	17.0	1.6	48.8

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

เดือน / วันที่	พฤศจิกายน 53	ธันวาคม 53	มกราคม 54	กุมภาพันธ์ 54	มีนาคม 54	เมษายน 54	รวม
26	3.6	-	17.2	17.2	13.0	7.6	58.6
27	6.2	12.6	48.4	0	-	0.6	67.8
28	-	11.0	15.0	0	5.2	6.0	37.2
29	12.6	11.6	6.0	-	3.2	5.2	38.6
30	13.5	0	-	-	11.6	15.0	40.1
31	-	0	1.6	-	22.4	-	24
รวม	182.5	205.4	260.0	163.6	228.0	203.4	1,242.9

ค่าเฉลี่ยระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเมษายน พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{182.5+205.4+260+163.6+228+203.4}{6}$$

= 207.15 กก.

จากตาราง 4.8 ก่อนการปรับปรุงตามแผนการแก้ไข พบว่า มีของเสียเกิดจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์เรียงลำดับตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเดือนเมษายน 2554 จากมากไปหาน้อย ได้แก่ 260 กก. 213.4 กก. 228 กก. 203.4 กก. 205.4 กก. 182.5 กก. และ 163.6 กก. ค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือน 207.15 กก.

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวดไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนพฤษภาคม 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง

เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า (กก.)	ส่งออก (กก.)	ของเสีย (กก.)	%ของเสีย
1	749.05	744.65	4.40	0.6
2	381.45	380.10	1.35	0.4
3	577.60	573.00	4.60	0.8
4	837.50	834.00	3.50	0.4
5	829.35	824.75	4.60	0.6
6	739.80	735.20	4.60	0.6
7	518.00	515.90	2.20	0.4
8	384.00	381.80	2.20	0.6
9	741.00	739.80	1.20	0.2
10	646.05	642.45	3.60	0.6
11	233.30	229.90	3.40	1.5
12	952.15	947.35	4.80	0.5
13	356.90	353.50	3.40	0.9
14	978.55	972.95	5.60	0.6
15	1,188.95	1,184.95	4.00	0.3
16	770.20	764.40	5.80	0.8
17	693.30	688.70	4.60	0.7
18	367.80	364.00	3.80	1.0
19	202.70	198.80	3.90	1.9
20	226.50	223.10	3.40	1.5
21	537.70	534.50	3.20	0.6

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

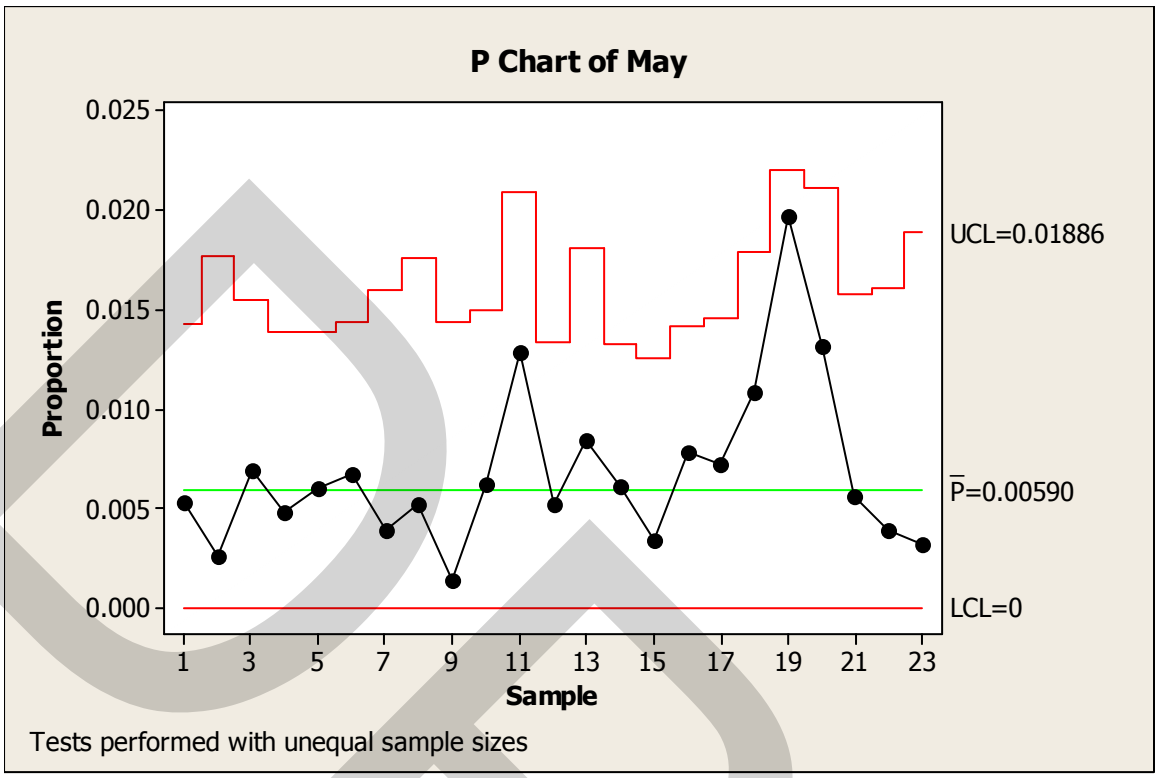
เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า	ส่งออก	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
22	507.70	505.40	2.30	0.5
23	313.50	312.60	0.90	0.3
รวม	13,733.15	13,651.80	81.35	0.6

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{81.35}{23}$$

= 3.54 กก.

จากตารางที่ 4.9 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 13,733.15 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 13,651.80 กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 81.35 กก. คิดเป็นร้อยละ 0.6 ค่าเฉลี่ยของเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 3.54 กก.



ภาพที่ 4.10 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือน พฤษภาคม 2554 หลังแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนมิถุนายน 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า	ส่งออก	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
1	875.75	871.55	4.20	0.5
2	880.00	876.40	3.60	0.4
3	964.00	961.00	3.00	0.3
4	833.50	824.90	8.60	1.0
5	115.00	112.80	2.20	1.9
6	516.80	513.70	3.10	0.6
7	243.00	239.40	3.60	1.5
8	304.60	300.60	4.00	1.3
9	922.15	916.75	5.40	0.6
10	915.85	913.25	2.60	0.3
11	859.45	856.05	3.40	0.4
12	788.70	785.30	3.40	0.4
13	213.70	210.50	3.20	1.5
14	249.65	249.25	0.40	0.2
15	414.00	411.40	2.60	0.6
16	183.80	182.20	1.60	0.9
17	214.15	212.95	1.20	0.5
18	754.50	749.50	5.00	0.7
19	1,328.60	1,326.60	2.00	0.2
20	189.50	187.10	2.40	1.3
21	190.40	190.40	0.00	0

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

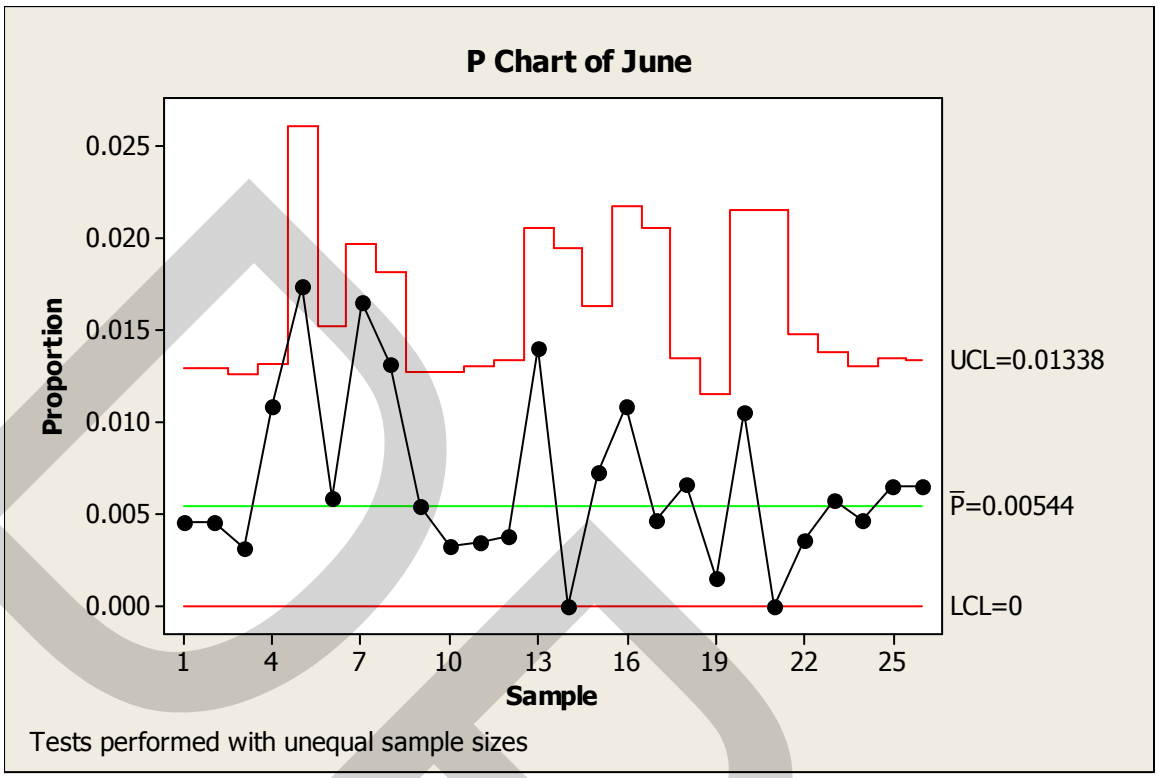
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า	ส่งออก	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
22	560.10	558.00	2.10	0.4
23	694.30	690.70	3.60	0.5
24	858.65	854.45	4.20	0.5
25	766.50	762.00	4.50	0.6
26	773.65	769.05	4.60	0.6
รวม	15,610.30	15,525.80	84.50	0.5

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{84.5}{26}$$

= 3.25 กก.

จากตารางที่ 4.10 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 15,610.30 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 15,525.80 กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 84.50 กก. คิดเป็นร้อยละ 0.5 ค่าเฉลี่ยของเดือนมิถุนายนเท่ากับ 3.25 กก.



ภาพที่ 4.11 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือน มิถุนายน 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ในเดือนกรกฎาคม 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง

เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า	ส่งออก	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
1	1,351.30	1,345.50	5.80	0.4
2	408.90	403.70	3.20	0.8
3	198.00	195.40	2.60	1.3
4	478.70	476.70	2.00	0.4
5	518.95	517.45	1.50	0.3
6	845.95	843.95	2.00	0.2
7	1,339.20	1,334.20	5.00	0.4
8	765.55	762.15	3.40	0.4
9	1,333.85	1,327.85	6.00	0.5
10	120.35	118.15	2.20	1.8
11	248.60	246.40	2.20	0.9
12	204.95	204.95	0.00	0
13	416.35	413.75	2.60	0.6
14	204.10	204.10	0.00	0
15	449.40	447.20	2.20	0.5
16	625.20	619.20	6.00	0.9
17	1,265.40	1,257.40	8.00	0.6
18	675.75	673.55	2.20	0.3
19	1,077.85	1,070.85	7.00	0.6
20	1,113.70	1,104.90	8.80	0.8
21	636.15	633.75	2.40	0.4

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

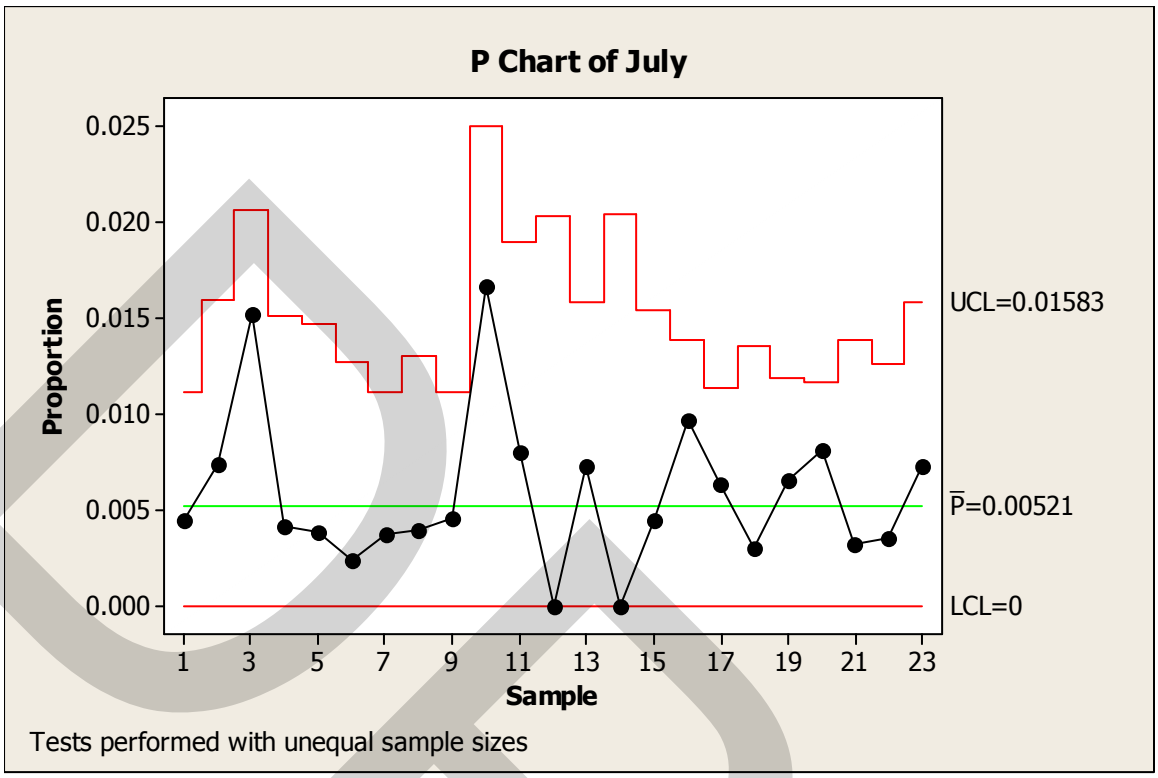
เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554				
วันที่	รับเข้า	ส่งออก	ของเสีย(กก.)	%ของเสีย
22	861.05	857.85	3.20	0.4
23	413.20	410.20	3.00	0.7
รวม	15,552.45	15,471.15	81.30	0.5

ค่าเฉลี่ยของเสียเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{81.30}{23}$$

= 3.53 กก.

จากตารางที่ 4.11 พบว่า วัตถุดิบที่นำเข้ารวม 15,552.45 กก. ได้ผลผลิตที่ส่งออกมา 15,471.15 กก. และของเสียในกระบวนการผลิต 81.30 กก. คิดเป็นร้อยละ 0.5 ค่าเฉลี่ยของเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 3.53 กก.



ภาพที่ 4.12 P – Chart แสดงการเกิดข้อบกพร่องในเดือน กรกฎาคม 2554 หลังการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องที่เป็นงานแวคไม่สุด งานเป็นหนวด และงานทะลุ ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2554 ถึง เดือน กรกฎาคม 2554

เดือน / วันที่	พฤษภาคม 54	มิถุนายน 54	กรกฎาคม 54	รวม
1	-	4.20	5.80	10.00
2	-	3.60	3.20	6.80
3	4.40	3.00	-	7.40
4	1.35	8.60	2.60	12.55
5	-	-	2.00	2.00
6	4.60	2.20	1.50	8.30
7	3.50	3.10	2.00	8.60
8	-	3.60	5.00	8.60
9	4.60	4.00	3.40	12.00
10	4.60	5.40	-	10.00
11	2.20	2.60	6.00	10.80
12	2.20	-	2.20	4.40
13	1.20	3.40	2.20	6.80
14	3.60	3.40	0.00	7.00
15	-	3.20	-	3.20
16	3.40	0.40	-	3.80
17	-	2.60	-	2.60
18	4.80	1.60	-	6.40
19	3.40	-	2.60	6.00
20	5.60	1.20	0.00	6.80
21	4.00	5.00	2.20	11.20

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

เดือน / วันที่	พฤษภาคม 54	มิถุนายน 54	กรกฎาคม 54	รวม
22	-	2.00	6.00	8.00
23	5.80	2.40	8.00	16.2
24	4.60	0.00	-	4.6
25	3.80	2.10	2.20	8.1
26	3.90	-	7.00	10.90
27	3.40	3.60	8.80	15.80
28	3.20	4.20	2.40	9.80
29	-	4.50	3.20	7.70
30	2.30	4.60	3.00	9.90
31	0.90	-	-	0.90
รวม	81.35	84.50	81.30	247.15

ค่าเฉลี่ยของเสียระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2554

$$\overline{X} = \frac{81.35+84.50+81.30}{3}$$

= 82.38 กก.

จากตาราง 4.12 หลังการปรับปรุงตามแผนการแก้ไข พบว่า มีของเสียเกิดจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์เรียงลำดับตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2554 จากมากไปน้อย ได้แก่ 84.50 กก. 81.35 กก. และ 81.30 กก. ค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือน 82.38 กก.

จากการเปรียบเทียบผลการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องจากกระบวนการผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 กับเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ผลการเกิดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ไปถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554 ลดลงจากเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ของเสียลดลงจากเดิม 1,242.9 กก. ลดลงเป็น 247.15 กก. ซึ่งสามารถลดลงได้ 995.75 กก.

4.3 สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรม Minitab

$\overline{X}_1$ = 4.67 ค่าเฉลี่ยการสุ่มตัวอย่างก่อนการปรับปรุง

$\overline{X}_2$ = 3.43 ค่าเฉลี่ยการสุ่มตัวอย่างหลังการปรับปรุง

S_1 = 2.87 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนการปรับปรุง

S_2 = 1.87 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างหลังการปรับปรุง

การกำหนดสมมติฐาน

H0 : $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

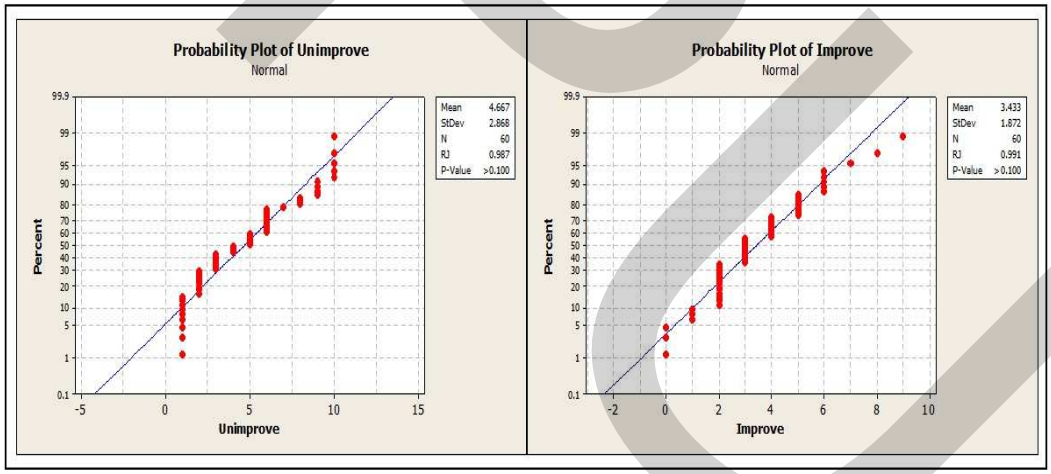
H1 : $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกัน

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ ค่าเฉลี่ยของเสียก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง ไม่แตกต่างกัน

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ ค่าเฉลี่ยของเสียก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง แตกต่างกัน

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05



ภาพที่ 4.13 แสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังปรับปรุง

Test and CI for Two Variances: Unimprove, Improve

Method

Null hypothesis Sigma(Unimprove) / Sigma(Improve) = 1

Alternative hypothesis Sigma(Unimprove) / Sigma(Improve) not = 1

Significance level Alpha = 0.05

Statistics

Variable	N	StDev	Variance
Unimprove	60	2.868	8.226
Improve	60	1.872	3.504

Ratio of standard deviations = 1.532

Ratio of variances = 2.348

95% Confidence Intervals

Distribution of Data	CI for StDev Ratio	CI for Variance Ratio
Normal	(1.184, 1.982)	(1.402, 3.930)
Continuous	(1.301, 2.277)	(1.692, 5.186)

Test

Method	DF1	DF2	Statistic	P-Value
F Test (normal)	59	59	2.35	0.001 < Alpha = 0.05
Levene's Test (any continuous)	1	118	15.63	0.000

P-Value = 0.001 < P-Alpha = 0.05 Reject First Assume Then Variances are difference

ภาพที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ทดสอบความแปรปรวนโดยโปรแกรมสำเร็จรูป (Minitab)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรม Minitab

สมมติฐานที่ 1

H0 : $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

H1 : $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกัน

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

สรุปว่า จากกราฟที่ 4.1 ทดสอบข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และภาพที่ 4.13 ได้ค่า P-Value = 0.001 มีค่าน้อยกว่า Alpha หรือที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงปฏิเสธ สมมติฐานหลัก คือ H0 : $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกัน

Two-Sample T-Test and CI: Unimprove, Improve

Two-sample T for Unimprove vs Improve

	N	Mean	StDev	SE Mean
Unimprove	60	4.67	2.87	0.37
Improve	60	3.43	1.87	0.24

Difference = mu (Unimprove) - mu (Improve)

Estimate for difference: 1.233

95% CI for difference: (0.356, 2.110)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.79 P-Value = 0.006 DF = 101

P-Value = 0.006 < P-Alpha = 0.05 Reject First Assume Then Means are difference

Both use Pooled StDev = 2.4218

Summary : P-Value = 0.006 less Than Alpha = 0.05

ภาพที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ทดสอบแตกต่างโดยโปรแกรมสำเร็จรูป (Minitab)

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มด้วยโปรแกรม Minitab

สมมติฐานที่ 2

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ ค่าเฉลี่ยของเสียก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง ไม่แตกต่างกัน

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ ค่าเฉลี่ยของเสียก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุง แตกต่างกัน

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

สรุปว่า จากภาพที่ 4.14 ค่า P-Value = 0.006 มีค่าน้อยกว่า Alpha หรือ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก และยอมรับสมมติฐานรอง คือ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ ค่าเฉลี่ยของเสียก่อนปรับปรุงกับหลังปรับปรุงแตกต่างกัน

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตสามารถลดของเสียได้จริง

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยการลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) ของบริษัท พรประภา เพ็คเกจจิ้ง อินดัสทรี เป็นการศึกษา เพื่อเป็นการลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก และเพื่อควบคุมคุมคุณภาพการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) และโปรแกรม Minitab

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แสดงผลเป็นร้อยละ เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการข้อมูล

5.1 สรุปผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท พรประภา แพ็คเกจจิ้ง อินดัสทรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ พร้อมการดำเนินงานปรับปรุงกระ บวนการผลิต จากการศึกษาสภาพปัญหาการเกิดลักษณะบกพร่องของผลิตภัณฑ์ โดยการระดมสมองเพื่อค้น หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) พบว่าข้อพบพร่องด้านแวคไม่สุด งานเป็นหนวดและงานทะลุเป็นรู ที่เกิดจากคน ได้แก่ ขาดความรู้พื้นฐานด้านการเดินงาน ทักษะการทำ งาน และประสบการณ์การทำงาน สภาพร่างกายในขณะปฏิบัติงานและความละเอียดรอบคอบ ปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องจักรขึ้นรูปด้วยสุญญากาศขาดการบำรุงรักษา การตั้งความดัน และอุณหภูมิของเครื่องไม่คงที่ ปัญหาที่เกิดจากวิธีการ ได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอน ไม่มีการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบ ไม่มีการบันทึกปัญหาและค่าเครื่อง ปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ ได้แก่ ลักษณะความแข็งของแผ่นพลาสติกและคุณภาพของวัตถุดิบไม่คงที่ และความสะอาดของวัตถุดิบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและวางแผนแนวทางในการแก้ไข

จากการสรุปหลังการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตของบริษัทตัวอย่างแล้ว จากข้อมูลที่ได้บัน ทึกไว้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เกิดข้อบกพร่องในระหว่างการผลิตในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554 เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บทั้งหมดมาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลการเกิดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิตช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเมษายน พ.ศ. 2554 การเกิดปัญหาของเสียลดลง เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วจากน้ำหนักของเสียทั้งหมดก่อนที่จะปรับปรุงจากเดิม 1,242.90 กิโลกรัม. ลดลงเป็น 247.15 กิโลกรัม โดยร้อยละของเสียหลังปรับปรุงทั้ง 3 เดือนสามารถลดลงตามเป้าหมายวางไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 1 ได้ จากเห็นได้ว่า การลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยสุญญากาศ โดยใช้เครื่องมือควบ คุมคุณภาพ (QC Tools) นี้การเกิดผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องลดลงและสามารถควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ในข้อกำหนดที่ทำการตรวจสอบได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ไขปัญหาอื่นๆ ได้ ทั้งบริษัทตัวอย่างหรือผู้ผลิตสินค้าอื่นๆ เพื่อเป็นการลดของเสีย ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น

5.2.2 จากผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน ส่วนมากมาจากคน ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการขับเคลื่อนงานขององค์กร ดังนั้น ควรจะมีการจัดอบรมให้ความรู้เพิ่มเติม ให้ทัศนคติในการทำ งาน และจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน เตรียมความพร้อมด้านบุคลากร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดำ เนินงานที่วางแผนไว้

5.2.3 งานวิจัยนี้เสนอแนะวิธีการลดของเสียโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) เท่านั้น การศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตควรมีการศึกษาในด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพ (KPI) หรือศึกษาการลดเวลาในกระบวนการผลิตด้วย

บรรณานุกรม

DPU

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2554). **สถิติสำหรับงานวิศวกรรม.** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกุล. (2538). **การควบคุมคุณภาพ.** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์. (2554). **สถิติวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ปราณี พันธุมสินชัย. (2541). **ISO 14000 มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมและกฎหมายไทยสำหรับผู้บริหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยา สุหฤทดำรง, ยุพา กลอนกลาง และสุนทร ศรีลังกา. (2550). **มุ่งสู่ "ลีน" ด้วยการจัดการสายธารคุณค่า.** กรุงเทพฯ : อี. ไอ. สแควร์ สำนักพิมพ์.

วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. (2541). **วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ศิริพร ขอพรกลาง. (2544). **การควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพฯ : บริษัทสยามปุ๊กส์ จำกัด.

ศุภชัย นาทะพันธ์ (2551**). การควบคุมคุณภาพ Quality Control**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. (2541). **คู่มือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001.** กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

เสรี ยูนิพันธ์ , จรูญ มหิทธาฟองกุล และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. (2528). **เทคนิคการ ควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยานิพนธ์

คมสัน ศรีประสิทธิ์ (2551). **การลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปเน็ตโดยหลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาภาควิชาการจัดการทางวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

จิระเดช ดิสสัน (2551). **การลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

จุฑาทิพย์ ทะประสพ (2551). **การลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐพล สินตระกูล (2543). **การลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องของเพลาข้างรถยนต์ในกระบวนการตีขึ้นรูป.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พงษ์พันธุ์ โครตประทุม (2548). **การลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องในกระบวนการหล่อชิ้นงานขึ้นรูปอะลูมิเนียม.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจ้อมเกล้าธนบุรี.

พิชัย ศรัณยโชติ (2547). **การลดของเสียในการผลิตเหล็กแหนบสปริงรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโลหะการ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศิริรัตน์ เชียวประยูร (2548). **การลดของเสียในกระบวนการหล่อฝาสูบอะลูมิเนียมโดยการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนของแบบหล่อ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรระบบการผลิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุกัญญา น้อยจันทร์ (2552). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตสบู่ เนื่องจากความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐาน กรณีศึกษา : บริษัทในอุตสาหกรรมผลิตสบู่.** สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุเมธ กาฬภักดี (2547). **การลดของเสียผ้าเหี่ยวเป็นลอนในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อภิชิต ศรัณยนิตย์ (2548). **การลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข. การทดลองทางวิศวกรรมอุตสาหการ : สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2554 , จาก **http://www.kmitl.ac.th/~kskittiw/kittiwat/control.pdf**

สมหวัง วิทยาปัญญานนท์. บริหารข้อเท็จจริงด้วยหลักการห้าจริง : สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2554, จาก **http : // www.budmgt.com/quarry/qua01/fact-mgt-5g.html**

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Mark, M. David, Nicholas, J. Aqulano, and Richard, B. Chase. (2003) . **Fundamentals of Operations Management.** New York : McGraw – Hill.

William, J. Stevenson. (2001). **Operation Management.** New York : McGraw – Hill.

ภาคผนวก

DPU

DPU

ภาคผนวก ก
ใบตรวจสอบ

CHECK SHEET

MONTH : ……WEEK : ……..

DATE	INPUT	OUTPUT	TOTAL
SUM.			

COMMENT : ……

……

……

CHECK BY : ……

APPROVE BY : ……

L-0001-011A

Demo mode

SUMMARY CHECK SHEET

PORN - PRAPA PACKAGING CO.,LTD. MONTH : _____

No.	DATE	INPUT	OUTPUT	UNCOMPLETE	FILAMENTBAR	LEAK/THROUGH	OTHER	TOTAL	REMARK
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
	TOTAL								

CHECK BY :_____ APPROVE BY : _____

0A001-1000A

Demo mode

ภาคผนวก ข

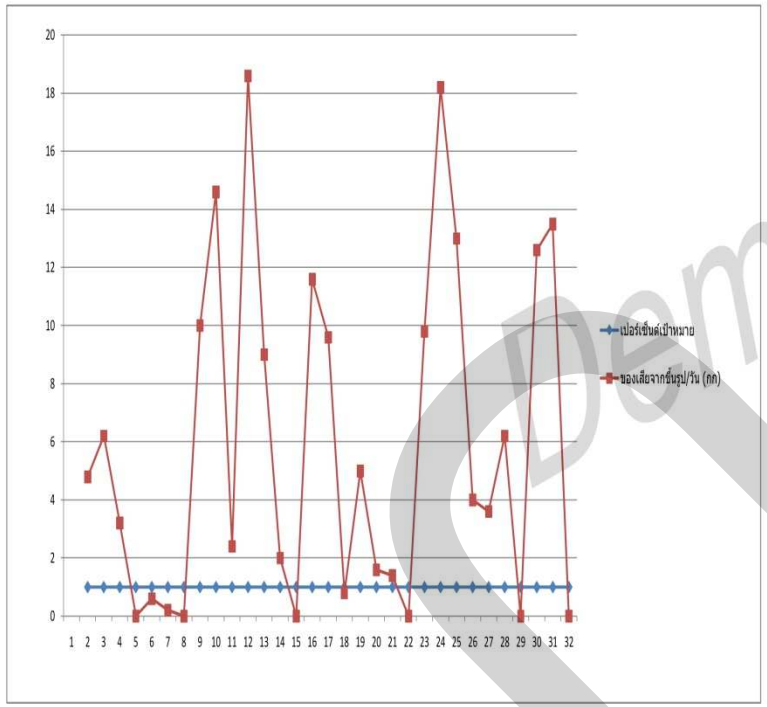
ตารางการผลิต

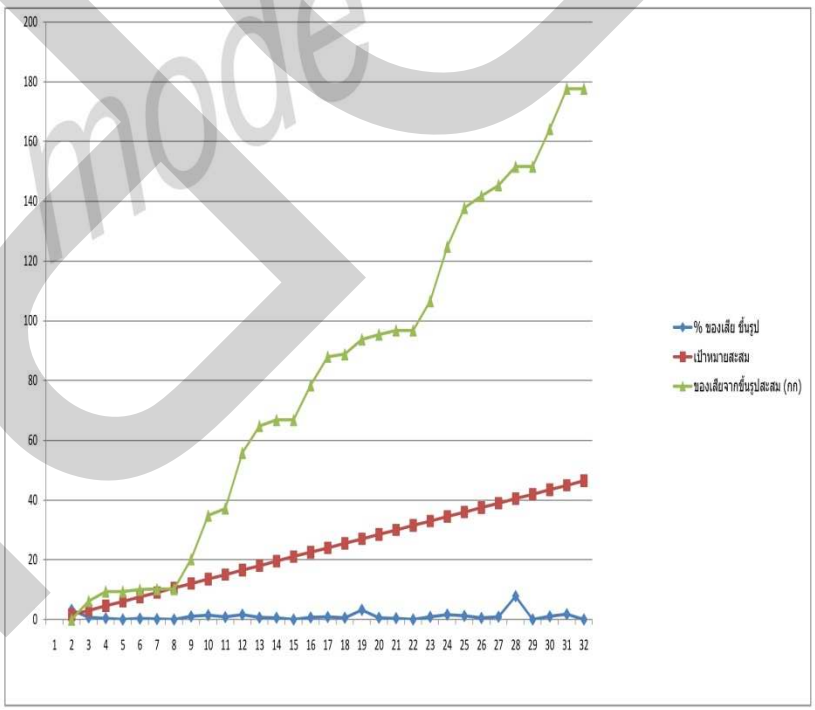
DPU

ยอดของเสีย เดือน พฤศจิกายน 2553

เดือน / วัน		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมายวัน	เป้าหมายผลิต
	เปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	% ของเสีย ขึ้น	3.20	0.72	0.43	0.00	0.31	0.14	0.00	1.03	1.45	0.81	1.62	0.64	0.59	0.00	0.67	0.82	0.57	3.24	0.59	0.44	0.00	0.88	1.65	1.19	0.51	0.94	7.78	0.00	1.03	1.77	0.00		1.00%	
แผน	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
	ของเสียจากขึ้น	0.00	6.20	9.40	9.40	10.00	10.20	10.20	20.20	34.80	37.20	55.80	64.80	66.80	66.80	78.40	88.00	88.80	93.80	95.40	96.80	96.80	106.60	124.80	137.80	141.80	145.40	151.60	151.60	164.20	177.70	177.70		177.70	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	4.80	6.20	3.20	0.00	0.60	0.20	0.00	10.00	14.60	2.40	18.60	9.00	2.00	0.00	11.60	9.60	0.80	5.00	1.60	1.40	0.00	9.80	18.20	13.00	4.00	3.60	6.20	0.00	12.60	13.50	0.00		182.50	
	ผลต่าง	0.00	3.20	4.90	3.40	0.00	1.20	-0.30	8.20	21.30	22.20	39.30	0.00	47.30	45.80	55.90	64.00	63.30	66.80	0.00	66.80	65.30	73.60	90.30	101.80	104.30	0.00	111.10	109.60	120.70	132.70	131.20			
	ส่งออก/วัน (กก)	149.90	866.80	742.80	0.00	193.40	147.30	0.00	971.80	1,009.70	296.00	1,146.65	1,416.75	337.55	0.00	1,726.90	1,165.20	140.90	154.40	270.70	321.60	0.00	1,114.75	1,106.01	1,088.52	776.75	384.05	79.70	0.00	1,221.50	763.25	0.00		17,592.89	

1.04% % ของเสียเดือน พฤศจิกายน 53



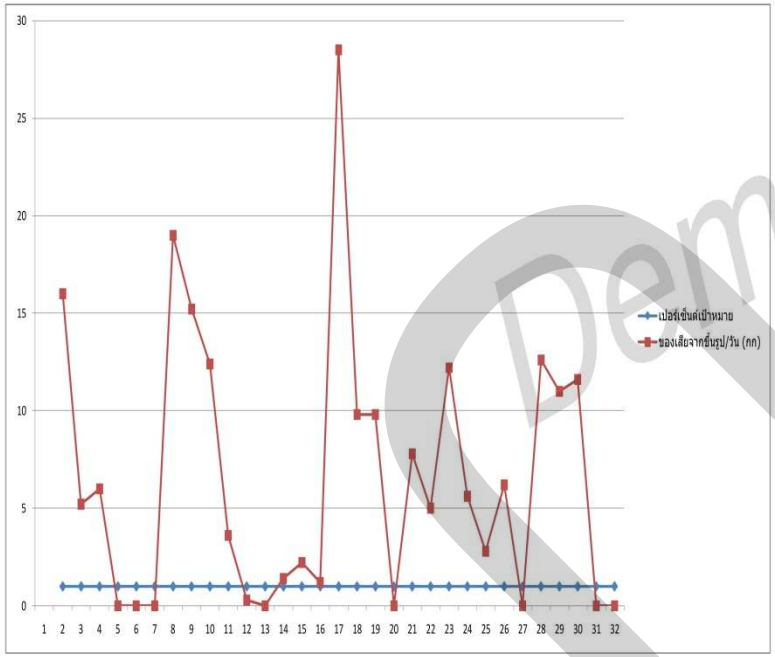


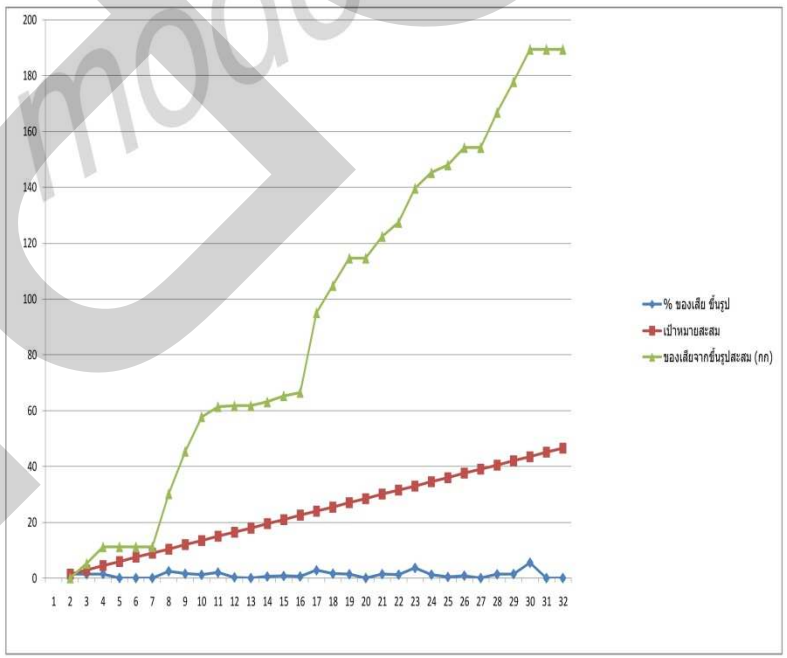
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน ธันวาคม 2553

	เดือน /วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมายวัน	เป้าหมายผลิต
	ปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
แผน	% ของเสีย ขึ้น	1.46	1.39	1.48	0.00	0.00	0.00	2.42	1.52	1.16	1.96	0.26	0.00	0.53	0.74	0.56	2.75	1.55	1.36	0.00	1.38	1.21	3.60	1.21	0.37	0.86	0.00	1.34	1.43	5.46	0.00	0.00		1.00%	
	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	5.20	11.20	11.20	11.20	11.20	30.20	45.40	57.80	61.40	61.70	61.70	63.10	65.30	66.50	95.00	104.80	114.60	114.60	122.40	127.40	139.60	145.20	148.00	154.20	154.20	166.80	177.80	189.40	189.40	189.40		189.40	
	ของเสียจากขึ้น	16.00	5.20	6.00	0.00	0.00	0.00	19.00	15.20	12.40	3.60	0.30	0.00	1.40	2.20	1.20	28.50	9.80	9.80	0.00	7.80	5.00	12.20	5.60	2.80	6.20	0.00	12.60	11.00	11.60	0.00	0.00		205.40	
	ผลต่าง	0.00	2.20	6.70	5.20	0.00	2.20	19.70	33.40	44.30	46.40	45.20	0.00	43.60	44.30	44.00	71.00	79.30	87.60	0.00	92.40	95.90	106.60	110.70	112.00	116.70	0.00	126.30	135.80	145.90	144.40	142.90			
	ส่งออก/วัน (กก)	1,093.85	373.75	404.90	842.70	0.00	0.00	783.90	996.95	1,066.35	184.10	113.90	0.00	266.40	297.35	213.70	1,036.75	633.20	722.35	0.00	563.80	413.80	338.70	463.15	767.05	721.55	0.00	938.25	766.70	212.50	0.00	0.00		14,215.66	

1.44% % ของเสียเดือน ธันวาคม 53



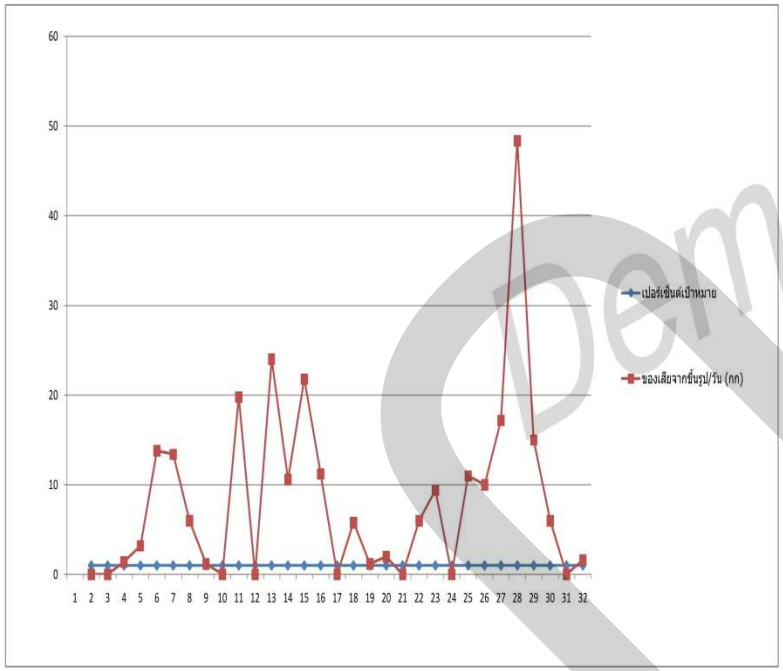


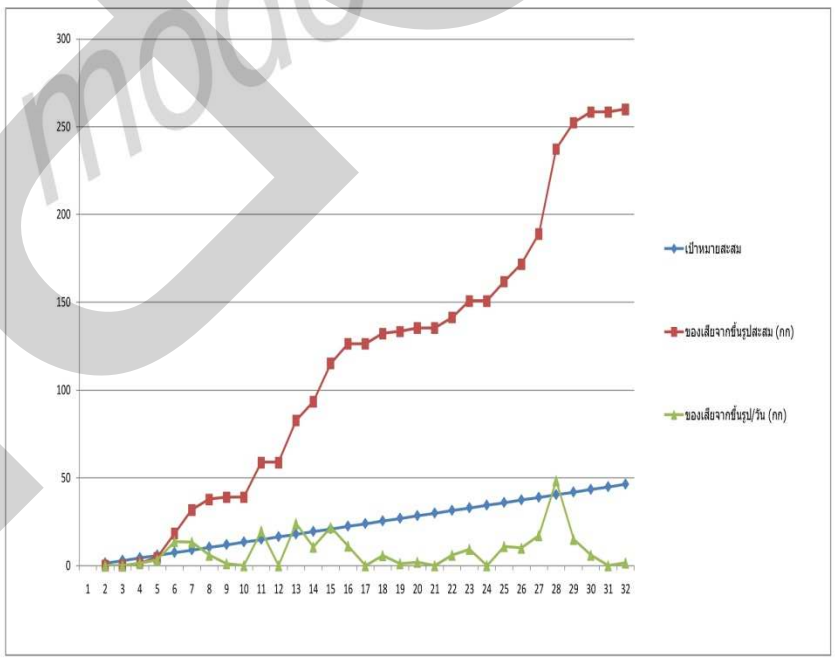
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน มกราคม 2554

	เดือน / วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมายวัน	เป้าหมายผลต่	
	ปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	% ของเสีย ขึ้น	0.00	0.00	4.61	2.50	1.56	3.48	1.18	0.40	0.00	4.75	0.00	3.00	0.87	1.95	1.43	0.00	2.68	0.48	1.02	0.00	0.47	1.12	0.00	1.09	0.95	1.57	6.05	3.06	2.05	0.00	0.46		1.00%		
แผน	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50		
	ของเสียจากขึ้น	0.00	0.00	1.40	4.60	18.40	31.80	37.80	39.00	39.00	58.80	58.80	82.80	93.40	115.20	126.40	126.40	132.20	133.40	135.40	135.40	141.40	150.80	150.80	161.80	171.80	189.00	237.40	252.40	258.40	258.40	260.00		260.00		
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	0.00	1.40	3.20	13.80	13.40	6.00	1.20	0.00	19.80	0.00	24.00	10.60	21.80	11.20	0.00	5.80	1.20	2.00	0.00	6.00	9.40	0.00	11.00	10.00	17.20	48.40	15.00	6.00	0.00	1.60		260.00		
	ผลต่าง	1.50	3.00	3.10	1.40	-10.90	-22.80	-27.30	-27.00	-25.50	-43.80	-42.30	-64.80	-73.90	-94.20	-103.90	-102.40	-106.70	-106.40	-106.90	-105.40	-109.90	-117.80	-116.30	-125.80	-134.30	-150.00	-196.90	-210.40	-214.90	-213.40	-213.50				
	ส่งออก/วัน (กก)	0.00	0.00	30.40	128.10	887.10	385.40	508.55	300.00	0.00	416.90	884.50	799.75	1,223.25	1,118.95	781.45	0.00	216.50	251.40	195.70	29.10	1,279.25	836.95	0.00	1,012.40	1,055.50	1,098.55	800.15	489.75	293.35	0.00	344.50		15,367.46		

1.69% % ของเสียเดือน มกราคม 54



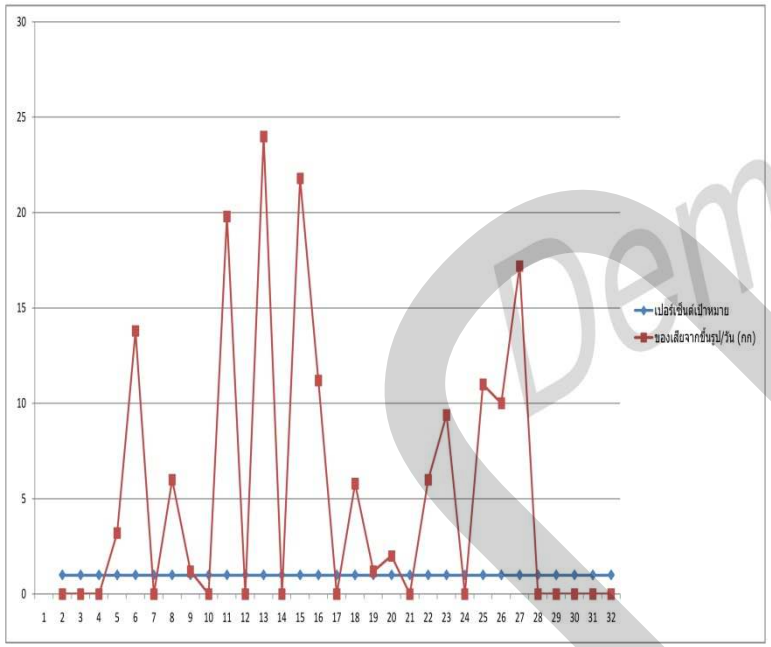


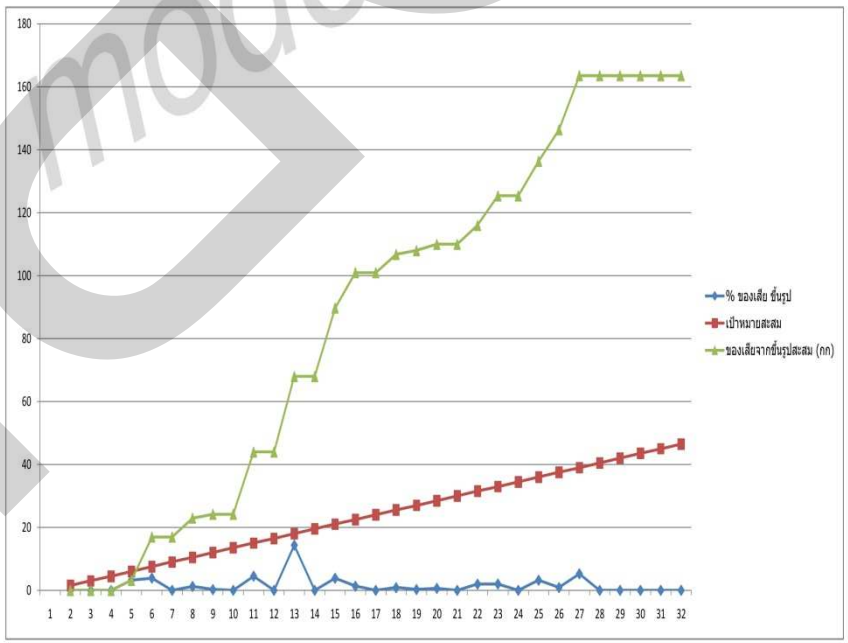
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน กุมพาพันธ์ 2554

	เดือน / วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมายปีใน	เป้าหมายแต่ละ
	ปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
แผน	% ของเสีย ขึ้น	0.00	0.00	#DIV/0!	3.25	3.89	0.00	1.24	0.23	0.00	4.48	0.00	14.33	0.00	3.84	1.31	0.00	0.85	0.26	0.63	0.00	1.96	2.00	0.00	3.21	0.88	5.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		1.00%	
	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	0.00	0.00	3.20	17.00	17.00	23.00	24.20	24.20	44.00	44.00	68.00	68.00	89.80	101.00	101.00	106.80	108.00	110.00	110.00	116.00	125.40	125.40	136.40	146.40	163.60	163.60	163.60	163.60	163.60	163.60		163.60	
	ของเสียจากขึ้น	0.00	0.00	0.00	3.20	13.80	0.00	6.00	1.20	0.00	19.80	0.00	24.00	0.00	21.80	11.20	0.00	5.80	1.20	2.00	0.00	6.00	9.40	0.00	11.00	10.00	17.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		163.60	
	ผลต่าง	1.50	3.00	4.50	2.80	-9.50	-8.00	-12.50	-12.20	-10.70	-29.00	-27.50	-50.00	-48.50	-68.80	-78.50	-77.00	-81.30	-81.00	-81.50	-80.00	-84.50	-92.40	-90.90	-100.40	-108.90	-124.60	-123.10	-121.60	-120.10	-118.60	-117.10			
	ส่งออก/วัน (กก)	300.60	0.00	0.00	98.60	354.60	0.00	484.70	519.00	51.50	441.50	3,025.10	167.50	0.00	567.90	853.90	419.20	683.37	468.60	317.20	0.00	305.90	469.80	586.15	342.20	1,142.55	328.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		11,928.13	

1.37% % ของเสียเดือน กุมพาพันธ์ 54



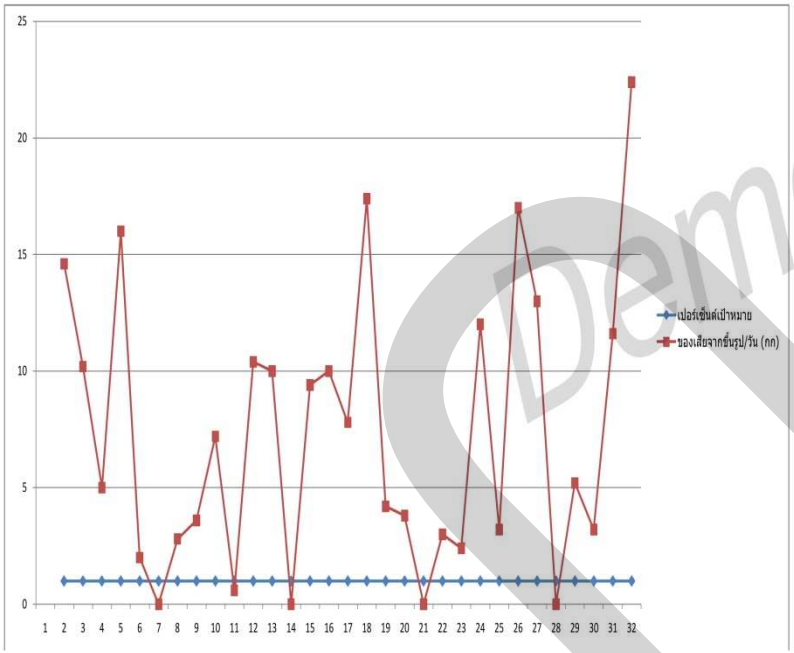


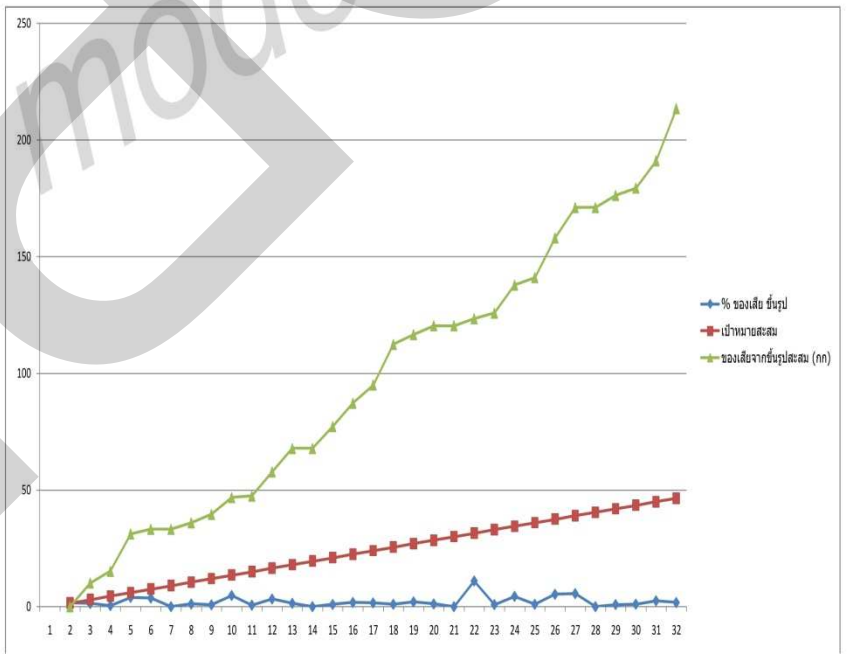
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน มีนาคม 2554

	เดือน / วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมาย/วัน	เป้าหมาย/ผลิต
	เปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
แผน	% ของเสีย ขึ้น	1.71	1.35	0.47	3.98	3.68	0.00	1.15	0.80	4.76	0.66	3.26	1.43	0.00	0.94	1.80	1.60	1.03	2.04	1.15	0.00	10.95	0.89	4.38	1.02	5.27	5.57	0.00	0.90	1.07	2.51	1.78		1.00%	
	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	10.20	15.20	31.20	33.20	33.20	36.00	39.60	46.80	47.40	57.80	67.80	67.80	77.20	87.20	95.00	112.40	116.60	120.40	120.40	123.40	125.80	137.80	141.00	158.00	171.00	171.00	176.20	179.40	191.00	213.40		213.40	
	ของเสียจากขึ้น	14.60	10.20	5.00	16.00	2.00	0.00	2.80	3.60	7.20	0.60	10.40	10.00	0.00	9.40	10.00	7.80	17.40	4.20	3.80	0.00	3.00	2.40	12.00	3.20	17.00	13.00	0.00	5.20	3.20	11.60	22.40		228.00	
	ผลต่าง	1.50	-7.20	-10.70	-25.20	-25.70	-24.20	-25.50	-27.60	-33.30	-32.40	-41.30	-49.80	-48.30	-56.20	-64.70	-71.00	-86.90	-89.60	-91.90	-90.40	-91.90	-92.80	-103.30	-105.00	-120.50	-132.00	-130.50	-134.20	-135.90	-146.00	-166.90			
	น้ำหนักที่ใช้/	854.65	758.20	1,065.35	402.10	54.40	0.00	243.80	451.60	151.20	91.50	318.60	701.05	0.00	998.60	555.70	486.40	1,695.01	206.30	330.80	0.00	27.40	270.50	273.85	312.50	322.35	233.55	0.00	576.90	300.00	461.80	1,260.10		13,404.21	

1.70% ของเสียเดือน มีนาคม 54



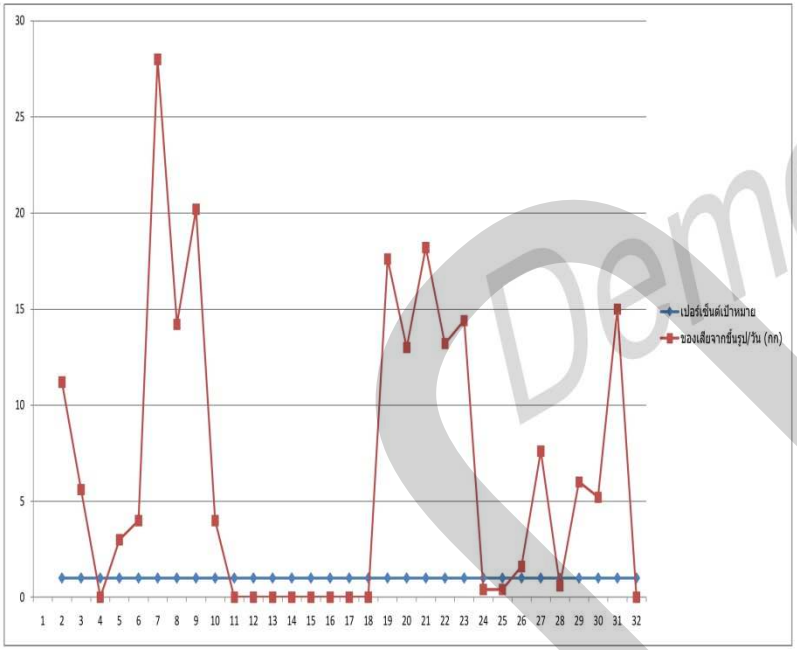


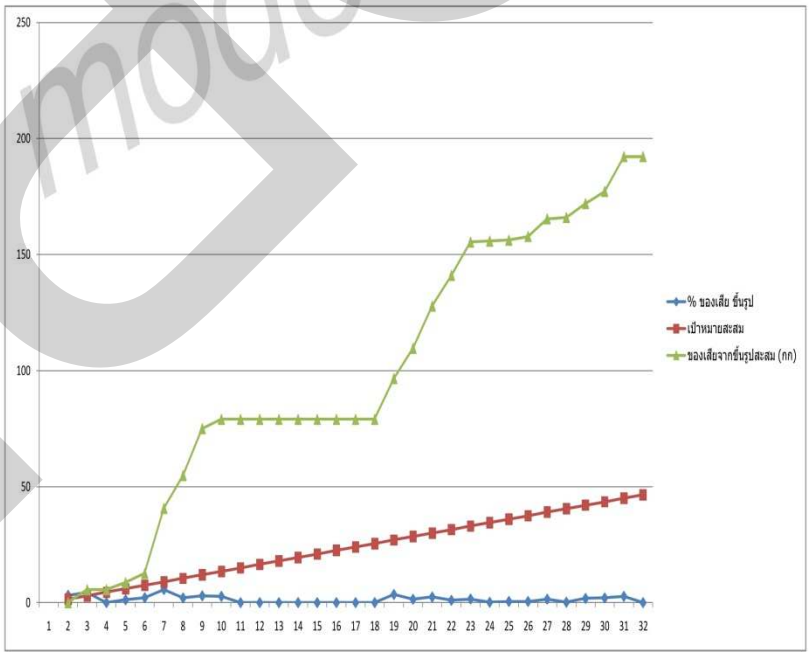
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน เมษายน 2554

	เดือน / วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมายวัน	เป้าหมายผลิต
	ปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
แผน	% ของเสีย ขึ้น	3.15	4.30	0.00	1.20	2.12	5.63	2.00	2.91	2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	1.42	2.41	0.99	1.55	0.14	0.50	0.48	1.49	0.16	1.82	2.00	2.68	0.00		1.00%	
	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	5.60	5.60	8.60	12.60	40.60	54.80	75.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	96.60	109.60	127.80	141.00	155.40	155.80	156.20	157.80	165.40	166.00	172.00	177.20	192.20	192.20		192.20	
	ของเสียจากขึ้น	11.20	5.60	0.00	3.00	4.00	28.00	14.20	20.20	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.60	13.00	18.20	13.20	14.40	0.40	0.40	1.60	7.60	0.60	6.00	5.20	15.00	0.00		203.40	
	ผลต่าง	1.50	-2.60	-1.10	-2.60	-5.10	-31.60	-44.30	-63.00	-65.50	-64.00	-62.50	-61.00	-59.50	-58.00	-56.50	-55.00	-53.50	-69.60	-81.10	-97.80	-109.50	-122.40	-121.30	-120.20	-120.30	-126.40	-125.50	-130.00	-133.70	-147.20	-145.70			
	ส่งออก/วัน (กก)	355.81	130.30	0.00	250.30	189.00	497.60	709.25	693.45	148.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	503.00	916.70	756.06	1,336.50	926.70	278.75	79.80	336.50	510.00	368.30	329.90	259.95	558.80	0.00		10,135.33	

2.01% ของเสียเดือน เมษายน 54



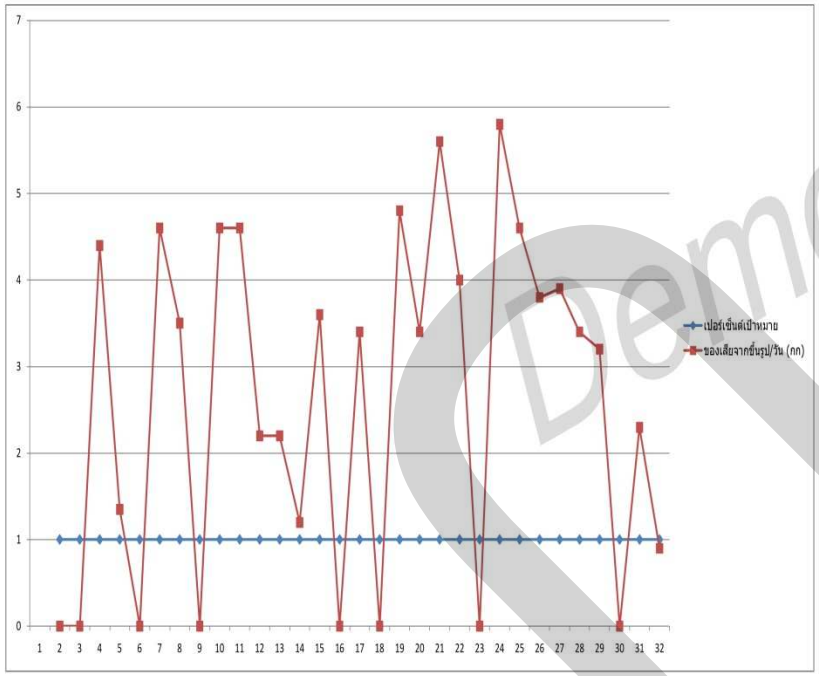


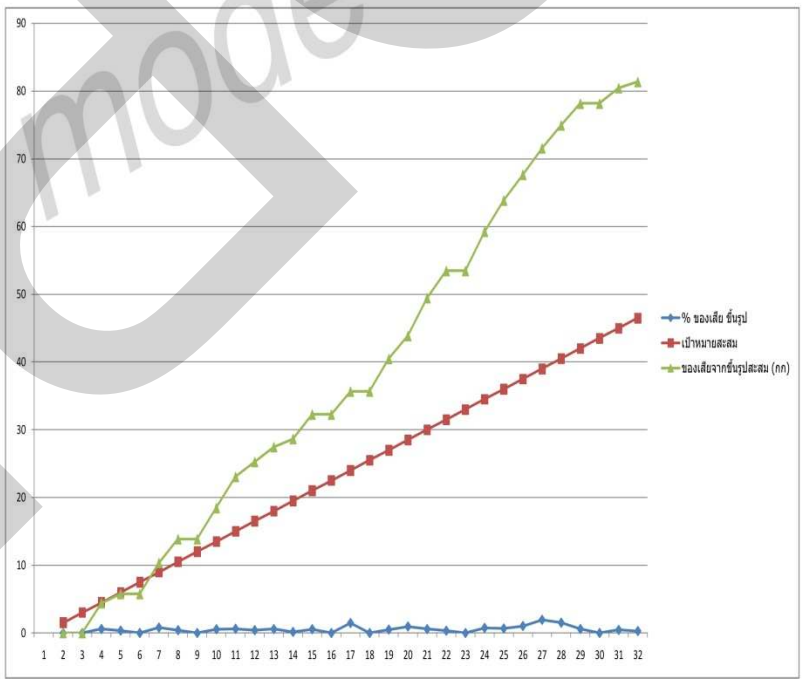
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน พฤษภาคม 2554

	เดือน / วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมาย/วัน	เป้าหมายผลิต
	ปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
แผน	% ของเสีย ขึ้น	0.00	0.00	0.59	0.36	0.00	0.80	0.42	0.00	0.56	0.63	0.43	0.58	0.16	0.56	0.00	1.48	0.00	0.51	0.96	0.58	0.34	0.00	0.76	0.67	1.04	1.96	1.52	0.60	0.00	0.45	0.29		1.00%	
	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	0.00	4.40	5.75	5.75	10.35	13.85	13.85	18.45	23.05	25.25	27.45	28.65	32.25	32.25	35.65	35.65	40.45	43.85	49.45	53.45	53.45	59.25	63.85	67.65	71.55	74.95	78.15	78.15	80.45	81.35		81.35	
	ของเสียจากขึ้น	0.00	0.00	4.40	1.35	0.00	4.60	3.50	0.00	4.60	4.60	2.20	2.20	1.20	3.60	0.00	3.40	0.00	4.80	3.40	5.60	4.00	0.00	5.80	4.60	3.80	3.90	3.40	3.20	0.00	2.30	0.90		81.35	
	ผลต่าง	1.50	3.00	0.10	0.25	1.75	-1.35	-3.35	-1.85	-4.95	-8.05	-8.75	-9.45	-9.15	-11.25	-9.75	-11.65	-10.15	-13.45	-15.35	-19.45	-21.95	-20.45	-24.75	-27.85	-30.15	-32.55	-34.45	-36.15	-34.65	-35.45	-34.85			
	ส่งออก/วัน (กก)	0.00	0.00	744.65	380.10	0.00	573.00	834.00	0.00	824.75	735.20	515.90	381.80	739.80	642.45	0.00	229.90	0.00	947.35	353.50	972.95	1,184.95	0.00	764.40	688.70	364.00	198.80	223.10	534.50	0.00	507.70	313.50		13,655.01	

0.60% % ของเสียเดือน พฤษภาคม 54



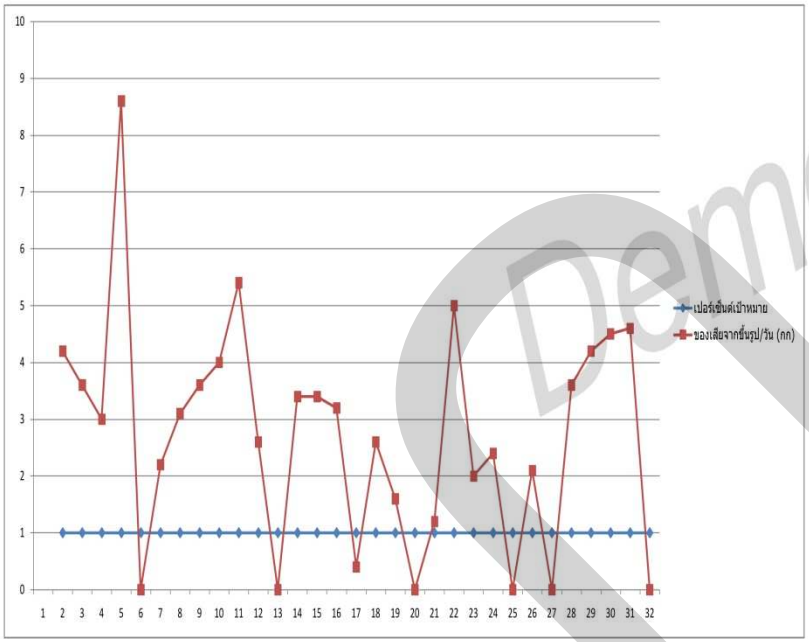


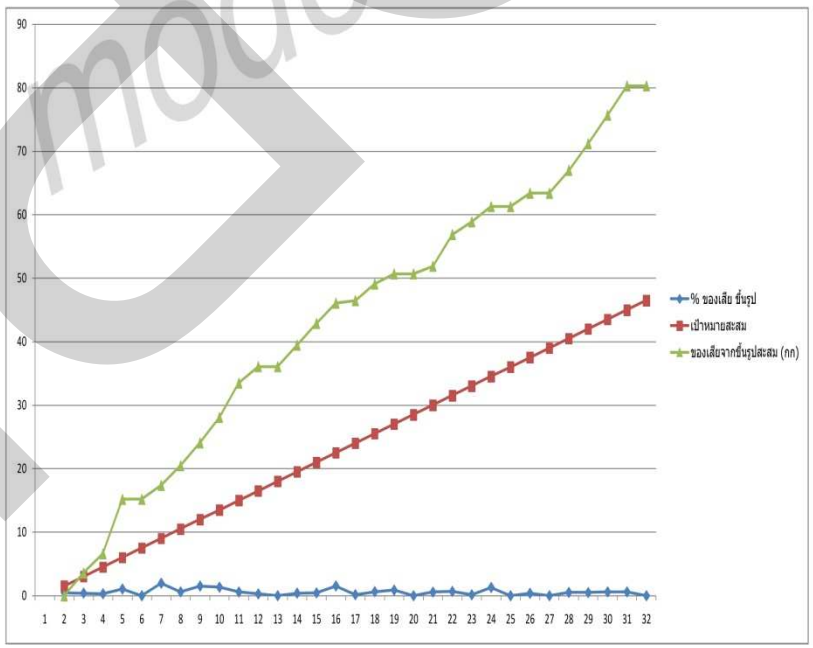
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน มิถุนายน 2554

	เดือน / วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมายวัน	เป้าหมายผลิต
	ปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	% ของเสีย ขึ้น	0.48	0.41	0.31	1.04	0.00	1.95	0.60	1.50	1.33	0.59	0.28	0.00	0.40	0.43	1.52	0.16	0.63	0.88	0.00	0.56	0.67	0.15	1.28	0.00	0.38	#DIV/0!	0.52	0.49	0.59	0.60	#DIV/0!		1.00%	
แผน	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	3.60	6.60	15.20	15.20	17.40	20.50	24.10	28.10	33.50	36.10	36.10	39.50	42.90	46.10	46.50	49.10	50.70	50.70	51.90	56.90	58.90	61.30	61.30	63.40	63.40	67.00	71.20	75.70	80.30	80.30		80.30	
	ของเสียจากขึ้น	4.20	3.60	3.00	8.60	0.00	2.20	3.10	3.60	4.00	5.40	2.60	0.00	3.40	3.40	3.20	0.40	2.60	1.60	0.00	1.20	5.00	2.00	2.40	0.00	2.10	0.00	3.60	4.20	4.50	4.60	0.00		84.50	
	ผลต่าง	1.50	-0.60	-2.10	-9.20	-7.70	-8.40	-10.00	-12.10	-14.60	-18.50	-19.60	-18.10	-20.00	-21.90	-23.60	-22.50	-23.60	-23.70	-22.20	-21.90	-25.40	-25.90	-26.80	-25.30	-25.90	-24.40	-26.50	-29.20	-32.20	-35.30	-33.80			
	ส่งออก/วัน (กก)	871.55	876.40	961.00	824.90	0.00	112.80	513.70	239.40	300.60	916.75	913.25	0.00	856.05	785.30	210.50	249.25	411.40	182.20	0.00	212.95	749.50	1,326.60	187.10	190.40	558.00	0.00	690.70	854.45	762.00	769.05	0.00		15,525.80	

0.54% % ของเสียเดือน มิถุนายน 54



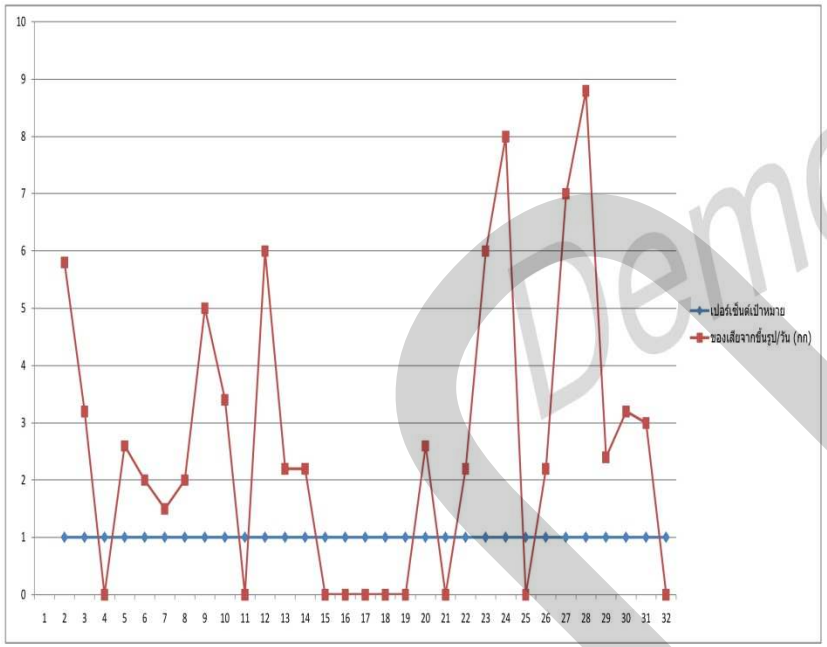


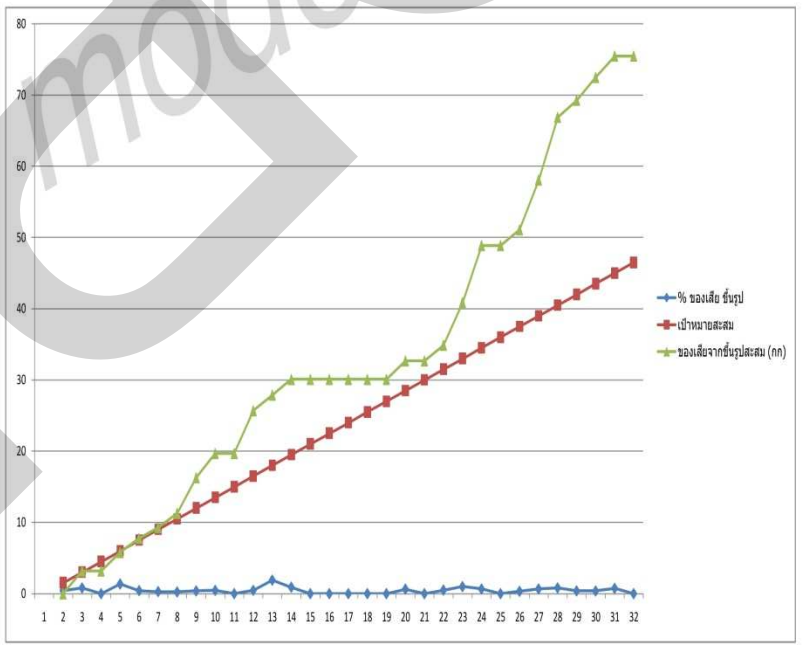
Demo mode

ยอดของเสีย เดือน กรกฎาคม 2554

	เดือน /วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เฉลี่ย	เป้าหมาย/วัน	เป้าหมายผลิต
	ปอร์เซ็นต์เป้าหมา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
แผน	% ของเสีย ขึ้น	0.43	0.79	0.00	1.33	0.42	0.29	0.24	0.37	0.45	0.00	0.45	1.86	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.49	0.97	0.64	0.00	0.33	0.65	0.80	0.38	0.37	0.73	0.00		1.00%	
	เป้าหมายสะสม	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	24.00	25.50	27.00	28.50	30.00	31.50	33.00	34.50	36.00	37.50	39.00	40.50	42.00	43.50	45.00	46.50		1.50	
ของจริง	ของเสียจากขึ้น	0.00	3.20	3.20	5.80	7.80	9.30	11.30	16.30	19.70	19.70	25.70	27.90	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10	30.10	32.70	32.70	34.90	40.90	48.90	48.90	51.10	58.10	66.90	69.30	72.50	75.50	75.50		75.50	
	ของเสียจากขึ้น	5.80	3.20	0.00	2.60	2.00	1.50	2.00	5.00	3.40	0.00	6.00	2.20	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	2.20	6.00	8.00	0.00	2.20	7.00	8.80	2.40	3.20	3.00	0.00		81.30	
	ผลต่าง	1.50	-0.20	1.30	0.20	-0.30	-0.30	-0.80	-4.30	-6.20	-4.70	-9.20	-9.90	-10.60	-9.10	-7.60	-6.10	-4.60	-3.10	-4.20	-2.70	-3.40	-7.90	-14.40	-12.90	-13.60	-19.10	-26.40	-27.30	-29.00	-30.50	-29.00			
	ส่งออก/วัน (กก)	1,345.50	403.70	0.00	195.40	476.70	517.45	843.95	1,334.20	762.15	0.00	1,327.85	118.15	246.40	204.95	0.00	0.00	0.00	0.00	413.75	204.10	447.20	619.20	1,257.40	0.00	673.55	1,070.85	1,104.90	633.75	857.85	410.20	0.00		15,469.16	

0.53% % ของเสียเดือน กรกฎาคม 54





Demo mode

ภาคผนวก ค

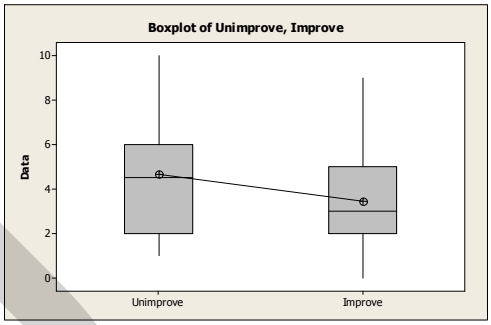
ผลการทดลอง

DPU

1. ผลการคำนวณการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรม MINITAB

Test and CI for Two Variances: Unimprove, Improve

```
Method

Null hypothesis         Sigma(Unimprove) / Sigma(Improve) = 1
Alternative hypothesis  Sigma(Unimprove) / Sigma(Improve) not = 1
Significance level      Alpha = 0.05


Statistics

Variable    N  StDev  Variance
Unimprove  60  2.868     8.226
Improve    60  1.872     3.504

Ratio of standard deviations = 1.532
Ratio of variances = 2.348


95% Confidence Intervals

                                  CI for
Distribution   CI for StDev      Variance
of Data           Ratio            Ratio
Normal        (1.184, 1.982)  (1.402, 3.930)
Continuous    (1.301, 2.277)  (1.692, 5.186)


Tests

                                              Test
Method                           DF1  DF2  Statistic  P-Value
F Test (normal)                   59   59       2.35    0.001 < Alpha = 0.05
Levene's Test (any continuous)     1  118      15.63    0.000

P-Value = 0.001 < P-Alpha = 0.05 Reject First Assume Then Variances are
difference
```



Two-Sample T-Test and CI: Unimprove, Improve

```
Two-sample T for Unimprove vs Improve

            N  Mean  StDev  SE Mean
Unimprove  60  4.67   2.87     0.37
Improve    60  3.43   1.87     0.24


Difference = mu (Unimprove) - mu (Improve)
Estimate for difference:  1.233
95% CI for difference:  (0.356, 2.110)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.79  P-Value = 0.006  DF = 101

P-Value = 0.006 < P-Alpha = 0.05 Reject First Assume Then Means are difference
```

2. ผลการคำนวณการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรม MICROSOFT EXEL

Column1	
Mean	4.666667
Standard Error	0.37027
Median	4.5
Mode	6
Standard Deviation	2.868098
Sample Variance	8.225989
Kurtosis	-0.93067
Skewness	0.432196
Range	9
Minimum	1
Maximum	10
Sum	280
Count	60

F-Test Two-Sample for Variances $\alpha = 0.05$

	Variable 1	*Variable 2*
Mean	4.666666667	3.433333333
Variance	8.225988701	3.503954802
Observations	60	60
df	59	59
F	2.347629797	
P(F<=f) one-tail	0.000649219	0.0014
F Critical one-tail	1.539956607	

F > F Critical Reject H^0	Variances are difference
P < P Alpha Reject H^0	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances $\alpha = 0.05$

	Variable 1	*Variable 2*
Mean	4.666666667	3.433333333
Variance	8.225988701	3.503954802
Observations	60	60
Hypothesized Mean Difference	0	
df	102	
t Stat	2.789382901	
P(T<=t) one-tail	0.003151209	
t Critical one-tail	1.659929976	
P(T<=t) two-tail	0.006302418	
t Critical two-tail	1.983495205	

t Stat > t Critical Reject H^0	Means are difference
P < P Alpha Reject H^0	

3. ผลการคำนวณการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรม SPSS

NPar Tests

[DataSet1] C:\Users\User\Desktop\t-test complete.sav

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Sum
N		120
Normal Parameters[a]	Mean	4.0500
	Std. Deviation	2.48981
Most Extreme Differences	Absolute	.163
	Positive	.163
	Negative	-.085
Kolmogorov-Smirnov Z		1.790
Asymp. Sig. (2-tailed)		.003

a. Test distribution is Normal.

DPU

T-Test

➡ Sig 0.000143 < P Alpha 0.05 Variances are difference and Sig 2-tailed 0.006 < P Alpha 0.05 Means are difference

Group Statistics

	Problem	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
group-test	Unimprove	60	4.6667	2.86810	.37027
	Improve	60	3.4333	1.87189	.24166

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
t-test	Equal variances assumed	15.451	.000
	Equal variances not assumed		

t-test for Equality of Means						
					95% Confidence Interval of the Difference	
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
2.789	118	.006	1.23333	.44215	.35775	2.10892
2.789	101.544	.006	1.23333	.44215	.35628	2.11039

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ฐาปนันดร์ เขียวสังข์
ประวัติการศึกษา	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2549

DPU