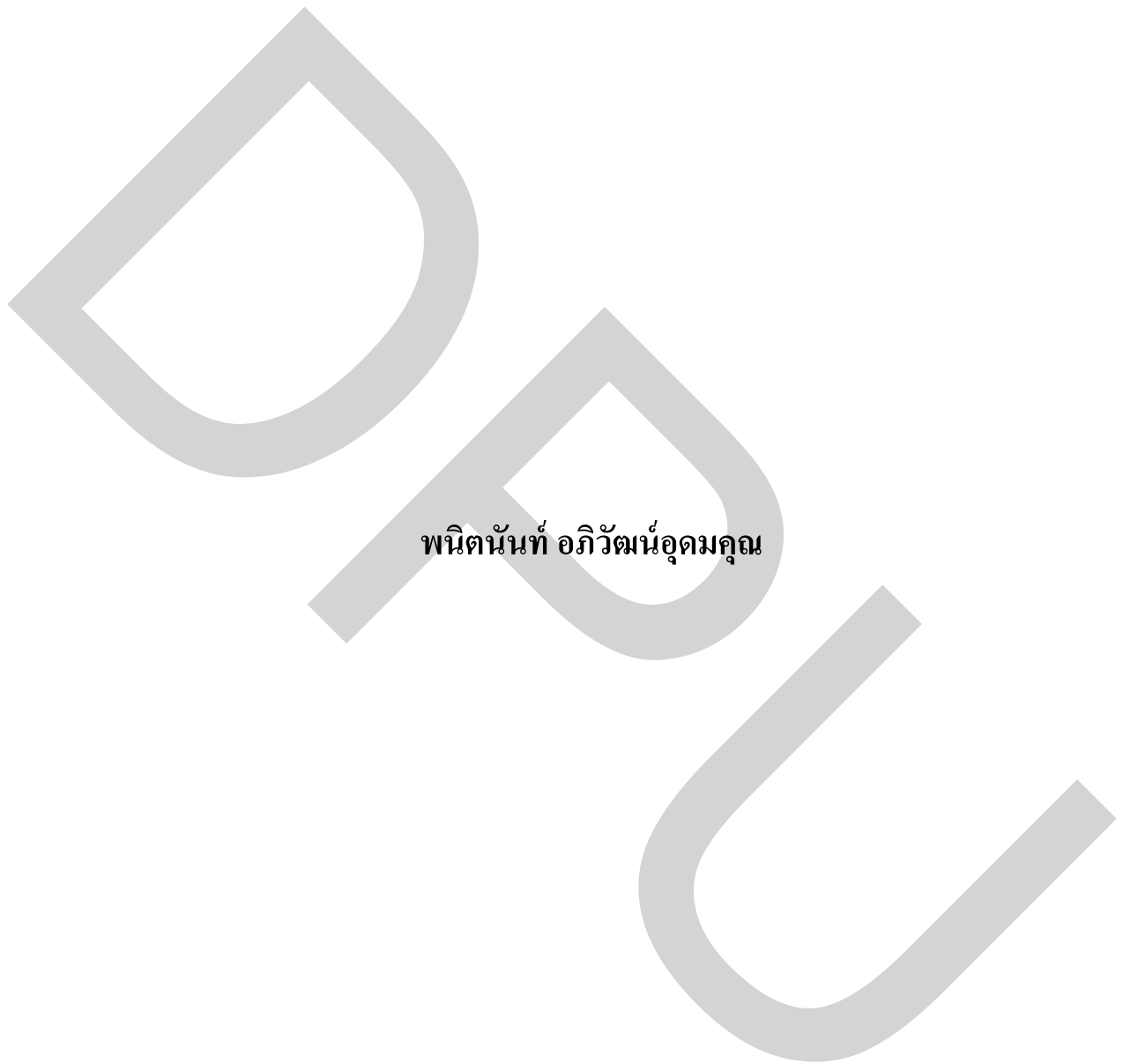


การควบคุมคุณภาพด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อลดต้นทุนในโรงงานอุตสาหกรรม

บรรณจุณฑ์: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมกล่องกระดาษ



พินิตนันท์ อภิวัดน์อุดมคุณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2555

Statistical Quality Control for Cost Reduction in a Packaging Factory

: A Case Study of a Corrugated Fiberboard Box Factory



PhanitnunApiwatudomkhun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Supply Chain Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความกรุณาจากคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทวิชาความรู้ และด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชพล มงคลิก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ชนกฤต แก้วนุ้ย ที่ได้สละเวลาอันมีค่า ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มาโดยตลอดจนสำเร็จได้ด้วยดี และท่านคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ ดร.ณัฐพัชร์ อารีรัชกุลกานต์ และอาจารย์อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์ ที่ได้ให้คำชี้แนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณโรงเรียนกรณิศศึกษา และพนักงาน โรงเรียนกรณิศศึกษาทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการให้ข้อมูลที่จำเป็นในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ได้ให้การอบรมส่งเสริม ในการเข้าศึกษาต่อ และเป็นกำลังใจจนสำเร็จการศึกษารวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้ด้านต่าง ๆ ขอขอบคุณเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัยสาขาการจัดการ โชอุปทาน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการดำเนินเรื่องสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมรุ่นปริญญาโทสาขาการจัดการ โชอุปทานทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และกำลังใจแก่ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

พนิตนันท์ อภิวัดน์อุดมคุณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของสารนิพนธ์.....	2
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	2
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	4
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ความหมายของการควบคุมคุณภาพ.....	5
2.2 เทคนิคการวิเคราะห์.....	6
3. การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา.....	44
3.1 ประวัติความเป็นมาของบริษัท.....	44
3.2 โครงสร้างองค์กร.....	45
3.3 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานโรงงานกรณีศึกษา.....	46
3.4 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต.....	47
3.5 กระบวนการผลิตกล่องกระดาษ.....	49
3.6 ลักษณะของผลิตภัณฑ์.....	49
3.7 ปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรมกล่องกระดาษ.....	67
4. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการควบคุมคุณภาพ.....	69
4.1 การเริ่มใช้งานโปรแกรม.....	69
4.2 การนำเข้าข้อมูลในการวิเคราะห์แผนภูมิ p.....	70

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.3 การนำเข้าข้อมูลในการวิเคราะห์แผนภาพพารेटโต.....	75
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	120
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	120
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	122
บรรณานุกรม.....	123
ภาคผนวก.....	126
ประวัติผู้เขียน.....	150

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ข้อมูลการผลิตและข้อมูลของเสีย เดือน มกราคม - เดือน มิถุนายน 2554.....	1
1.2 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	4
2.1 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบมาตรฐานการปฏิบัติงาน.....	8
2.2 ความสูญเสียด้านคุณภาพโรงงานกระดาษแห่งหนึ่ง.....	11
2.3 การวิเคราะห์ตามหลักพาเรโต.....	12
2.4 จำนวนเจ้าหน้าที่แผนกต่างๆ ที่ไม่อยู่ทำงาน.....	30
2.5 ข้อมูลความสูงของพนักงานชาย.....	33
2.6 ค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูล.....	34
2.7 การหาค่าความถี่.....	35
2.8 การหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	37
3.1 ชนิดของลอน.....	54
3.2 คุณสมบัติของลอนลูกฟูก.....	54
3.3 คุณสมบัติของกล่องธรรมดา.....	64
3.4 คุณสมบัติของกล่องฝาเกย.....	65
3.5 คุณสมบัติของกล่องผลไม้.....	65
3.6 คุณสมบัติของกล่องฝาครอบ.....	66
3.7 คุณสมบัติของกล่องไค้ท.....	67
3.8 ข้อมูลของเสีย เดือน มกราคม - เดือน มิถุนายน 2011.....	68
4.1 มาตรการการแก้ไขปรับปรุง.....	100
5.1 ข้อมูลการผลิตและข้อมูลของเสีย เดือน มกราคม - เดือน มิถุนายน 2011.....	120
5.2 ข้อมูลการผลิตและข้อมูลของเสีย เดือน มกราคม - เดือน กันยายน 2011.....	121

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะแผนภาพพาเรโต.....	13
2.2 ลักษณะแผนภูมิควบคุม.....	15
2.3 จุดพิกค้อยูนอกขีดการควบคุมข้างใดข้างหนึ่ง.....	15
2.4 จุดพิกค 2 จุดติดกัน และอยู่ใกล้ขีดจำกัดด้านบนหรือด้านล่าง.....	16
2.5 จุดพิกคอย่างน้อย 7 จุด อยู่ติดกันด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ.....	16
2.6 จุดพิกคแนวโน้มว่ไปด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ.....	17
2.7 กราฟแสดงความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ.....	19
2.8 ตัวอย่างกราฟเส้นแสดงจำนวนของเจ้าหน้าที่ ไม่อยู่ประจำที่ทำงาน.....	31
2.9 ตัวอย่างกราฟแท่งแสดงจำนวนของเจ้าหน้าที่ ไม่อยู่ประจำที่ทำงาน.....	31
2.10 ตัวอย่างกราฟวงกลมแสดงจำนวนของของเจ้าหน้าที่ ที่ไม่อยู่ประจำที่ทำงาน..	32
2.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับความสูง.....	36
2.12 โครงสร้างผังแสดงเหตุและผล.....	38
2.13 ตัวอย่างลูกศรแสดงสาเหตุหลัก.....	39
2.14 ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผล.....	40
2.15 ตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์แปรผกผันตามกัน.....	42
2.16 ตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์ผกผันกัน.....	42
3.1 ผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา.....	45
3.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์.....	46
3.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์.....	46
3.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์.....	47
3.5 ตัวอย่างเครื่องผ่ากระดาศ.....	48
3.6 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ลาย.....	48
3.7 แผนภาพขั้นตอนการผลิต.....	49
3.8 กระดาศลูกฟูก 2 ชั้น.....	50
3.9 กระดาศลูกฟูก 3 ชั้น.....	50
3.10 กระดาศลูกฟูก 5 ชั้น.....	51
3.11 ภาพแสดงแผ่นลูกฟูก 1 ชั้น 2 ชั้น และ 3 ชั้น.....	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.12 ชนิดของลอน.....	53
3.13 เครื่องมือวัดน้ำหนัก.....	56
3.14 การทดสอบการดูดซึมน้ำ.....	57
3.15 การหาความต้านทานแรงกดวงแหวน.....	58
3.16 การหาความต้านทานแรงกดในแนวตั้ง.....	59
3.17 การหาความต้านทานแรงดันทะลุ.....	60
3.18 การหาความต้านทานแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูก.....	61
3.19 ตัวอย่างกล่องธรรมดา (กล่องฝาชน).....	64
3.20 ตัวอย่างกล่องฝาแยก.....	64
3.21 ตัวอย่างกล่องผลไม้.....	65
3.22 ตัวอย่างกล่องฝาครอบ.....	66
3.23 ตัวอย่างกล่องไคคัท.....	66
3.24 กราฟแสดงของเสียเดือน มกราคม - มิถุนายน 2554.....	68
4.1 การเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพด้วยหลักการทางสถิติ.....	69
4.2 หน้าจอหลักโปรแกรมสำเร็จรูป.....	70
4.3 การใส่ข้อมูลในโปรแกรมในรูปแบบแบบแผนภูมิควบคุม.....	71
4.4 วิธีการเข้าสู่การประมวลผลแผนภูมิควบคุม.....	72
4.5 หน้าต่างก่อนการใส่ข้อมูล ในรูปแบบแบบแผนภูมิควบคุม.....	72
4.6 วิธีการใส่ข้อมูลในหน้าต่าง p chart.....	73
4.7 ตัวอย่างผลลัพธ์ของแผนภูมิควบคุม.....	74
4.8 หน้าต่าง session แผนภูมิควบคุม.....	74
4.9 การใส่ข้อมูลในโปรแกรม ในรูปแบบแผนภาพพारेโต.....	75
4.10 วิธีการเข้าสู่การประมวลผลแผนภาพพारेโต.....	76
4.11 หน้าต่างก่อนการใส่ข้อมูลในรูปแบบแผนภาพพारेโต.....	76
4.12 วิธีการใส่ข้อมูลในหน้าต่าง Pareto chart.....	77
4.13 ผลการหาปัญหาหลักโดยแผนภาพพारेโต.....	78
4.14 ข้อมูลแผนภูมิควบคุมเดือน กรกฎาคม 2554.....	79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.15 ผลแผนภูมิควบคุม จำนวนของเสีย เดือน กรกฎาคม 2554.....	80
4.16 หน้าต่าง session แผนภูมิควบคุม เดือน กรกฎาคม 2554.....	80
4.17 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 1 กรกฎาคม 2554.....	83
4.18 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 1 กรกฎาคม 2554.....	84
4.19 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 4 กรกฎาคม 2554.....	85
4.20 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 4 กรกฎาคม 2554.....	86
4.21 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 5 กรกฎาคม 2554.....	87
4.22 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 5 กรกฎาคม 2554.....	88
4.23 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 7 กรกฎาคม 2554.....	89
4.24 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 7 กรกฎาคม 2554.....	90
4.25 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 11 กรกฎาคม 2554.....	91
4.26 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 11 กรกฎาคม 2554.....	92
4.27 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 20 กรกฎาคม 2554.....	93
4.28 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 20 กรกฎาคม 2554.....	94
4.29 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 29 กรกฎาคม 2554.....	95
4.30 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 29 กรกฎาคม 2554.....	96
4.31 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต เดือน กรกฎาคม 2554.....	97
4.32 ผลแผนภาพพาเรโต เดือน กรกฎาคม 2554.....	98
4.33 แผนภาพแสดงเหตุและผลของลักษณะปัญหา ปุ่มหลุดจาก - ตก - เคลื่อน.....	99
4.34 บรรยากาศการระดมความคิดในห้องประชุม.....	102
4.35 การทำงานก่อนและหลังการนำมาตรการมาปรับใช้.....	103
4.36 การทำงานก่อนและหลังการนำมาตรการมาปรับใช้.....	103
4.37 ข้อมูลแผนภูมิควบคุม เดือน สิงหาคม 2554.....	104
4.38 ผลแผนภูมิควบคุม เดือน สิงหาคม 2554.....	105
4.39 หน้าต่าง session แผนภูมิควบคุม เดือน สิงหาคม 2554.....	105
4.40 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 23 สิงหาคม 2554.....	107
4.41 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 23 สิงหาคม 2554.....	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.42 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 25 สิงหาคม 2554.....	109
4.43 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 25 สิงหาคม 2554.....	110
4.44 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 26 สิงหาคม 2554.....	111
4.45 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 26 สิงหาคม 2554.....	112
4.46 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต เดือน สิงหาคม 2554.....	113
4.47 ผลแผนภาพพาเรโต เดือน สิงหาคม 2554.....	114
4.48 ข้อมูลแผนภูมิควบคุม เดือน กันยายน 2554.....	115
4.49 ผลแผนภูมิควบคุม เดือน กันยายน 2554.....	116
4.50 หน้าต่าง session แผนภูมิควบคุม เดือน กันยายน 2554.....	117
4.51 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต เดือน กันยายน 2554.....	118
4.52 ผลแผนภาพพาเรโต เดือน กันยายน 2554.....	119
5.1 กราฟอัตราส่วนของเสียต่อยอดการผลิต เดือน มกราคม - เดือน กันยายน 2554.	121

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การควบคุมคุณภาพด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อลดต้นทุนในโรงงานอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ : กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมกล่องกระดาษพินิตนันท์ อภิวัฒน์อุคมคุณ
ชื่อผู้เขียน	พินิตนันท์ อภิวัฒน์อุคมคุณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชพล มงคลิก
สาขาวิชา	การจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการผลิตด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมกล่องกระดาษลูกฟูก โดยใช้เครื่องมือทางคุณภาพ 7 อย่าง เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลหาแนวทางการแก้ไขปัญหาทางคุณภาพ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลจากบันทึกประวัติการเกิดของเสียเดือน มกราคม 2554- เดือน มิถุนายน 2554 เกี่ยวกับแนวโน้มการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุง จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาหลักและสาเหตุของการเกิดของเสียใน เดือน กรกฎาคม - เดือน กันยายน 2554

การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นใน เดือน กรกฎาคม - เดือน กันยายน 2554 นำมาแยกลักษณะการเกิดของเสียและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ซอฟต์แวร์ทางสถิติมาช่วยในการสร้างแผนภูมิควบคุม เพื่อควบคุมปริมาณการเกิดของเสียเมื่อทราบว่ามิของเสียเกิดขึ้นในแต่ละเดือน จึงทำการการสร้างแผนภาพพาเรโต เพื่อหาหลักะปัญหาของการเกิดของเสียที่เป็นปัญหาหลักของสถานประกอบการ พบว่าหลักะปัญหาหลักที่สำคัญ คือ บั้มหลุดจาก - ตก - เคลื่อน หลังจากนั้นนำหลักะปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการระดมสมอง เพื่อหาแนวทางในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยการสร้างแผนภูมิแก๊งปลา จาก การวิเคราะห์อัตราส่วนของเสียต่อยอดการผลิตก่อนการปรับปรุง เดือน มกราคม - เดือน มิถุนายน 2554 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 14.1 และเมื่อได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่า หลัง การปรับปรุง เดือน กันยายน 2554 อัตราส่วนของเสียต่อยอดการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 5.39 สรุปได้ว่า อัตราส่วนของเสียต่อยอดการผลิตระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงลดลงเท่ากับ ร้อยละ 38.23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในภาวะการแข่งขันทางการค้าและการตลาดยุคโลกาภิวัตน์ที่รุนแรงนั้นองค์กรธุรกิจต้องมีการปรับตัวที่รวดเร็วเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในขณะที่ผู้บริโภคมีความต้องการสินค้าที่หลากหลายและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้สินค้าและบริการก็คือ “คุณภาพ” ของสินค้าและบริการนั่นเอง นอกจากนี้ความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นแล้ว ผู้บริโภคยังมีความคาดหวังให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการด้านอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น การมีลักษณะรูปร่างที่ออกแบบมาอย่างสวยงาม ความคงทน การดูแลรักษาง่าย เป็นต้น โดยปกติการเสาะหาข้อมูลความต้องการของลูกค้าจะต้องอาศัยกระบวนการวิจัยทางการตลาดเข้าช่วย ดังนั้นในยุคปัจจุบัน การตลาด และการผลิต จะต้องประสานงานไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีฝ่ายควบคุมคุณภาพทำหน้าที่ตรวจสอบควบคุมให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจากฝ่ายผลิตเป็นไปตามข้อมูลที่ลูกค้าต้องการจากฝ่ายการตลาด

บรรจุภัณฑ์นอกจากการปกป้องรักษาสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังต้องออกแบบให้แข่งขันกัน อำนวยความสะดวกในการนำสินค้าออกใช้ กล่องกระดาษลูกฟูกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในเกือบทุกอุตสาหกรรม สำหรับใช้ในการบรรจุสินค้าเพื่อการจัดส่งสินค้าแทบทุกชนิด เนื่องจากความทนทาน สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย น้ำหนักเบา เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถปรับเปลี่ยนให้ตรงตามความต้องการได้

ตารางที่ 1.1 แสดงข้อมูลการผลิตและข้อมูลของเสีย เดือน มกราคม - เดือน มิถุนายน 2554

เดือน	ม.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ยอดการผลิต (ชิ้น)	577,324	580,120	612,006	587,455	530,749	590,708
จำนวนของเสีย (ชิ้น)	85,475	83,712	80,256	76,151	61,998	81,239
อัตราส่วนของเสีย(%)	14.81	14.43	13.11	12.96	11.68	13.75

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าปัญหาของเสียต่อยอดการผลิตยังมีอัตราที่สูง ในการวิจัยจึงมุ่งศึกษาเรื่องการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของการควบคุมคุณภาพด้วยวิธีการทางสถิติเข้ามาช่วยในการศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล โดยจะได้ทำการวางแผนคุณภาพโดยการพิจารณาปัญหาของผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียในกระบวนการผลิต จากนั้นทำการวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคด้านคุณภาพในการดำเนินการเพื่อให้ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่สนองต่อความต้องการของลูกค้า และทำการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณของเสียด้วยการควบคุมกระบวนการด้วยวิธีการทางสถิติ
2. เพื่อหามาตรการในการควบคุมคุณภาพการผลิตและพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการผลิต
3. เพื่อเป็นแนวทางในการวัดประสิทธิผล เกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการด้วยวิธีการทางสถิติ สำหรับอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ของโรงงานอุตสาหกรรมกล่องกระดาษกรณีศึกษา เท่านั้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษของโรงงานกรณีศึกษา เท่านั้น
2. ศึกษาเฉพาะการควบคุมคุณภาพกระบวนการด้วยวิธีการทางสถิติ (Statistic Process Control : SPC) โดยทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาสภาพการดำเนินงานการควบคุมคุณภาพในโรงงานกรณีศึกษา
3. ศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษ
4. ศึกษาขั้นตอนการทำงานของแผนกควบคุมคุณภาพ
5. ทำการรวบรวมข้อมูลจากส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาค้นหาปัญหาหลักตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 - เดือน กันยายน 2554

6. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียโดยใช้แผนภูมิควบคุม (P-chart)
7. ค้นหาปัญหาหลักเพื่อที่จะทำการแก้ไขปัญหาจากข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นโดยใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
8. วิเคราะห์ปัญหาหลักโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา (Cause and Effect Diagram) เพื่อที่จะหาสาเหตุของปัญหาที่สามารถจะเป็นไปได้
9. มาตรการในการแก้ปัญหาเพื่อควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามกระบวนการที่วางไว้
10. สรุปผลการศึกษาวิจัยจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบสาเหตุของของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต
2. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิต เพื่อให้มั่นใจว่าสินค้ามีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า
3. สามารถเป็นแนวทางการป้องกันของเสียจากต้นกระบวนการผลิตจนถึงท้ายกระบวนการผลิต
4. สามารถลดต้นทุนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและลดสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
5. สามารถเพิ่มขีดความสามารถด้านการควบคุมคุณภาพในการแข่งขัน
6. สามารถเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงการควบคุมกระบวนการ โดยใช้หลักสถิติ
7. สามารถเป็นข้อมูลต่อผู้ที่สนใจศึกษาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านอื่นๆ ต่อไป

1.6 ระยะเวลาดำเนินงาน

ตารางที่ 1.2 ระยะเวลาดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	ระยะเวลา (เดือน)											
	2554						2555					
	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	↔											
2. ศึกษาสภาพการดำเนินงานการควบคุมคุณภาพในโรงงานกรณีศึกษา		↔										
3. ศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษ			↔									
4. ศึกษาขั้นตอนการทำงานของแผนกควบคุมคุณภาพ				↔								
5. ทำการรวบรวมข้อมูลจากส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาค้นหาปัญหาหลัก	↔			↔								
6. วิเคราะห์ข้อมูลของเสียโดยใช้แผนภูมิควบคุม					↔							
7. ค้นหาปัญหาหลักเพื่อทำการแก้ไขปัญหาจากข้อมูลที่ได้ โดยใช้แผนภาพพาเรโต						↔						
8. วิเคราะห์ปัญหาหลักโดยใช้แผนภูมิแกงปลา							↔					
9. หามาตรการในการแก้ปัญหาเพื่อควบคุมคุณภาพ								↔				
10. สรุปผลการศึกษาวิจัยจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์										↔		↔



บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการควบคุมคุณภาพ (Definition of quality control)

จากคำว่า “การควบคุมคุณภาพ” ซึ่งมีความหมายถึง การควบคุมการผลิตให้อยู่ในระดับมาตรฐานกำหนด ซึ่งจะมีความหมายรวมถึงกิจกรรมต่างๆ หรือผลรวมของกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีข้อบกพร่อง หรือเสียออกมาในกระบวนการผลิต และการจัดการเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพก็คือ การจัดกิจกรรมในรูปแบบของการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์เสียออกมา ด้วยการจัดการตรวจสอบ การทดสอบ การแก้ไขสิ่งบกพร่อง ตลอดจนถึงการประกันคุณภาพ คำว่า “คุณภาพ (Quality)” สามารถกำหนดนิยามได้หลายแนวทางคนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าคุณภาพเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ลูกค้าพึงพอใจซึ่งความหมายนี้จะใกล้เคียงกับที่นิยามไว้ในระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000:2000 ที่ระบุว่า “คุณภาพ” คือระดับของการบรรลุถึงข้อกำหนดหรือความต้องการของกลุ่มลักษณะจำเพาะภายในตัว(ที่มาISO9000:2000 ข้อ 3.1.1) คำจำกัดความนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการสร้างความตระหนักถึงคุณภาพดังจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันคุณภาพถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์และบริการทั้งในผู้บริโภคระดับบุคคลและระดับองค์กรดังนั้นความเข้าใจความตระหนักและการปรับปรุงคุณภาพถือได้ว่าเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินธุรกิจให้ประสบความสำเร็จและสามารถแข่งขันได้นอกจากนั้นยังมีการกำหนดคำจำกัดความของคุณภาพไว้ในหลากหลายรูปแบบด้วยกัน โดยอยู่บนพื้นฐานที่ว่าผลิตภัณฑ์และบริการต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ที่ใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นคำจำกัดความเหล่านั้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สอดคล้องกับข้อกำหนด (Conformance to Requirement)
2. เหมาะสมกับการใช้งาน (Fitness to Use)
3. ความพึงพอใจของลูกค้า (Customer Satisfaction) เป็นต้น

ตามความหมายนี้ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นนอกจากจะต้องสามารถทำงานตามหน้าที่ได้แล้ว ยังจะต้องตอบสนองสิ่งที่ลูกค้าคาดหวังได้อีกด้วย เช่น รถยนต์ นอกจากจะวิ่งได้ตามหน้าที่หลักแล้ว สิ่งที่ลูกค้าคาดหวังเพิ่มเติมคือ มีลักษณะที่สวยงาม มีความคงทน ดูแลรักษาง่าย มีระบบความปลอดภัยที่ดี และมีบริการหลังการขายที่ดี เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจะผลิตสินค้าหรือบริการ

ให้ลูกค้าพึงพอใจนั้นไม่ใช่เรื่องง่ายๆ แต่ก็ไม่ใช่เรื่องยาก ถ้าหากมีความเข้าใจ มีการจัดการและการวางแผนอย่างเป็นระบบ การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) จึงหมายถึงขบวนการที่จัดทำขึ้นอย่างมีระบบเพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดมาตรฐานไว้ ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

2.2 เทคนิคการวิเคราะห์

หลักการที่สำคัญของเทคนิคการสร้างคุณภาพ คือ การปฏิบัติเพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายสำคัญ คือ คุณภาพซึ่งการปฏิบัติที่จะใดมาซึ่งคุณภาพนั้น จะต้องมีการวางแผนและกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่มีความชัดเจน เพื่อความง่ายในการที่จะปฏิบัติด้วยการใช้ตัวเลขต่างๆ ซึ่งรวบรวมมาในลักษณะของข้อมูลที่สามารถจะนำมาวิเคราะห์ได้ง่าย เพื่อผู้วิเคราะห์สามารถมองเห็นได้ในรูปแบบที่เหมาะสมและง่ายต่อการวิเคราะห์ จึงควรที่จะมีการเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลและควบคุมกระบวนการด้วยวิธีทางสถิติ (Statistic Process Control : SPC)ซึ่งในงานวิจัยเล่มนี้จะใช้เครื่องมือทางคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tool) เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาทางคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วย

2.2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

2.2.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

2.2.3 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

2.2.4 กราฟ (Graph)

2.2.5 ฮิสโตแกรม (Histogram)

2.2.6 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

2.2.7 แผนภูมิกระจาย (Scatter Diagram)

หลักเทคนิค 7 อย่างดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการปฏิบัติให้มีประสิทธิภาพ

2.2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ บางครั้งเรียกแผนภูมิแจกนับ หรือตารางตรวจสอบ เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตที่มีต่อปัญหาใดปัญหาหนึ่ง การใช้ตารางตรวจสอบช่วยให้การรวบรวมข้อมูลทำได้ง่ายขึ้นและเป็นระบบยิ่งขึ้นใบรายการตรวจสอบ คือ แบบฟอร์มตารางที่ออกแบบไว้ล่วงหน้า เพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูล ลักษณะของตารางนี้ได้มากมายหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1.1 วิธีการใช้ใบรายการตรวจสอบ

วิธีการใช้ใบรายการตรวจสอบ แบ่งได้เป็น 2 หมวดใหญ่ๆ คือ

1. ใช้บันทึก เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเริ่มโครงการเพื่อทราบสภาพของปัญหา ทราบความรุนแรงของปัญหา และเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด
2. ใช้ตรวจสอบ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการติดตามตรวจสอบ (Check) ผลของการแก้ไขปัญหา หรือการพัฒนา

2.2.1.2 วิธีการสร้างใบรายการตรวจสอบ

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการรวบรวมข้อมูลว่า จะนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อย่างไร เช่น ต้องการวิเคราะห์อาการเสียของชิ้นงาน หรือต้องการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานเสีย เป็นต้น
2. แจกแจงหัวข้อรายการหรือลักษณะของข้อมูลที่ต้องการจะรวบรวม
3. ออกแบบใบรายการตรวจสอบให้ง่าย รัดกุม สะดวกในการบันทึก แต่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการรวบรวมข้อมูลได้อย่างครบถ้วน
4. ควรมี "พื้นที่ (fields)" สำหรับจดบันทึกที่มาของข้อมูลเพื่อให้สอบกลับได้ เช่น วันที่ชื่อผู้ตรวจ หน่วยงาน สถานที่ สิ่งที่ตรวจสอบ คุณสมบัติที่ตรวจสอบ จำนวนที่ตรวจสอบ ระยะเวลาที่เก็บข้อมูล เป็นต้น ประโยชน์ของใบรายการตรวจสอบ คือ ช่วยให้เก็บข้อมูลได้ถูกประเภท เป็นแบบฟอร์มเดียวกันและสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ทันเวลา โดยหลักแล้ววัตถุประสงค์ของการตรวจสอบแต่ละอย่างจะเป็นตัวกำหนดแบบฟอร์มขึ้นมาเอง

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบมาตรฐานการปฏิบัติงาน

<p style="text-align: center;">ใบตรวจเช็ครถยก ประจำสัปดาห์</p> <p style="text-align: center;">ผู้ตรวจ : นายมนัส พูนผล รหัสหมายเลข : 5</p> <p style="text-align: center;">วันที่ตรวจ : 18/9/2554 หมายเลขเครื่องยนต์ : 2658-998511</p> <p style="text-align: center;">เวลา : 9.00 น. ถึง 10.00 น. ชั่วโมงที่ทำงาน : 2500</p>					
รายการ	ผ่าน	ปรับปรุง	ซ่อม	เปลี่ยน	
ระบบเครื่องยนต์					
1. สายพาน		✓			ตั้งสายพานใหม่ รุ่น R-16 (จำนวน 1 ลูก)
2. กรองอากาศ				✓	
3. ระดับน้ำมันเครื่อง	✓				
4. รอยรั่วของน้ำมัน	✓				
ระบบไฮดรอลิก					
1. ระดับน้ำมัน	✓				
2. ท่อน้ำมัน	✓				
3. รอยรั่วของน้ำมัน	✓				
ระบบเกียร์และต้อเกี้ยว					
1. ระดับน้ำมันเกียร์	✓				
2. เกจน้ำมันเชื้อเพลิง	✓				
3. รอยรั่วของน้ำมัน	✓				
ระบบไฟ					
1. ระดับน้ำกลั่นแบตเตอรี่		✓			เติมน้ำกลั่น
2. เกจน้ำมันเชื้อเพลิง	✓				สายไฟขาด (ตัดต่อสายไฟใหม่) หน้า-ซ้าย
3. ไฟหน้า-หลัง				✓	
4. ไฟเลี้ยว	✓				
ระบบอื่นๆ					
1. ระดับน้ำในหม้อน้ำ	✓				
2. ระบบเบรค	✓				
3. ระบบคลัชท์	✓				
4. สภาพล้อ	✓				

2.2.2 แผนภูมิพารेटโต (Pareto Diagram)

แผนภูมิพารेटโต เป็นการนำหลักการทั่วไปมาใช้ หลักการนี้คือ "ของดีมีน้อย" (Vital few and trival many) คำว่า "ของดีมีน้อย" ในที่นี้อาจเป็นของไม่ดีก็ได้ หมายความว่า สาเหตุสำคัญของ

ปัญหามักจะมีเพียงไม่กี่อย่าง นั่นคือ สาเหตุส่วนน้อยทำให้เกิดปัญหาส่วนใหญ่ ซึ่งอาจถือเป็นหลักการว่า "ประมาณร้อยละ 80 ของปัญหา เกิดจากสาเหตุเพียงไม่กี่ประการเท่านั้น"

แผนภูมิพารेटอ เป็นการรวมกราฟพื้นฐาน 2 ชนิด มาไว้ด้วยกันคือ กราฟคอลัมน์และกราฟเส้น แต่คอลัมน์กราฟต้องมีลักษณะพิเศษ โดยการจัดการลำดับความสูงของแต่ละแท่งให้เรียงแถวลดหลั่นกันลงมาจากรายมาขวา แกนนอนใช้เป็นฐานสำหรับคอลัมน์ต่างๆ แต่ละคอลัมน์เป็นตัวแทนของประเภทรายการข้อมูลที่กำลังพิจารณาความสูงของคอลัมน์แต่ละแท่งแสดงสัดส่วนของ "ขนาด" หรือ "ค่าใช้จ่าย" หรือ "ประชากร" ของรายการแต่ละประเภท ส่วนแผนภูมิพารेटอที่เป็นกราฟเส้นมีไว้เพื่อแสดงค่าสะสมของความสูงของคอลัมน์ต่างๆ เรียงจากซ้ายมาขวา

ปัจจุบันได้มีการนำแผนภูมิพารेटอมาใช้งานด้านต่างๆ เช่น

1. เปรียบเทียบความถี่ของอาชญากรรมรุนแรงรูปแบบต่างๆ
2. สาริตการใช้เวลาปฏิบัติการกิจด้านต่างๆ ของพนักงาน
3. จัดรูปข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นส่วนที่เสียตามประเภทของข้อบกพร่อง
4. ระบุสาเหตุสำคัญของการเกิดของเสีย
5. การประเมินเปรียบเทียบปัญหา ก่อนและหลังการใช้
6. อื่นๆ

2.2.2.1 ประโยชน์ของแผนผังพารेटอ

1. สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด
2. สามารถเข้าใจลำดับความสำคัญมากน้อยของปัญหาได้ทันที
3. สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด
4. เนื่องจากใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดี
5. ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้
6. สามารถใช้ในเปรียบเทียบผลได้
7. ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมาย ทั้งตัวเลขและปัญหา

2.2.2.2 วิธีการสร้างแผนภูมิพารेटอ

ขั้นที่ 1 ตัดสินใจเลือกเกณฑ์ในการแยกประเภทข้อมูล เช่น แยกตามกะหรือผลัดตามชนิดของของเสียตามวิธีการปฏิบัติงานหรือตามประเภทของอุปกรณ์ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 เลือกช่วงเวลาที่จะทำการศึกษา ลงมือสร้างรายการตรวจสอบ (Check sheet) สำหรับการรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลานั้น โดยออกแบบรายการให้มีที่สำหรับบันทึกข้อมูลได้ทุกประเภท แล้วทำการรวบรวมข้อมูล พยายามแปลงปริมาณต่างๆ ให้เป็นจำนวนเงิน ถ้าพอทำได้ ค่าทั้งสองอาจเป็นสัดส่วนกันโดยตรงแต่ก็ไม่เสมอไป

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากรายการตรวจสอบ มานับข้อมูลรวมตลอดช่วงเวลา แล้วบันทึกยอดของข้อมูลแต่ละประเภท ถ้ามีจำนวนประเภทมากกว่า 5 หรือ 10 ประเภท ควรพิจารณารวมกลุ่มประเภทของข้อมูลที่มียอดต่ำๆ แล้วเรียกเสียใหม่ว่า "อื่นๆ"

ขั้นที่ 4 เขียนแกนแนวนอนและแนวตั้งของแผนภูมิพารโตนลงบนกระดาษกราฟหรือกระดาษธรรมดาแล้วแบ่งแกนแนวนอนออกเป็นส่วนเท่าๆ กัน ให้มีจำนวนช่วงเท่ากับจำนวนประเภทข้อมูลแบ่งแกนแนวตั้งเป็นสเกลให้ค่าสูงสุดบนแกนนี้เท่ากับยอดรวมของค่าข้อมูลทุกประเภท

ขั้นที่ 5 เขียนคอลัมน์จากรายการสรุปข้อมูล เรียงแถวจากยอดข้อมูลที่มีค่าสูงสุดลงมาหาค่าต่ำสุดจากซ้ายมาขวาถ้ามีประเภท "อื่นๆ" ให้เป็นคอลัมน์สุดท้ายทางด้านขวาสุด

ขั้นที่ 6 เขียนกราฟเส้นแสดงค่าสะสม เริ่มต้นด้วยการเขียนเส้นทแยงคอลัมน์แรกจากมุมล่างซ้ายไปสู่มุมบนขวา จากนั้นลากเส้นตรงทแยงไปทางขวาให้มีระยะแนวนอนเท่ากับความกว้างของคอลัมน์หนึ่งแท่งและมีระยะแนวตั้งเท่ากับความสูงของคอลัมน์ที่สอง ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งกราฟเส้นนี้สัมผัสมุมขวาบนสุดของแผนภูมิพารโต ซึ่งจะเป็นตำแหน่ง 100% ของแกนแนวตั้งอีกแกนหนึ่งที่กำกับด้านขวาของแผนภูมิ

ขั้นที่ 7 เขียนแกนแนวตั้งด้านขวาของแผนภูมิ แล้วจัดทำสเกลจาก 0 ถึง 100% โดยให้ความสูงของแกนนี้ สอดคล้องกับความสูงของแกนแนวตั้งด้านซ้าย

ขั้นที่ 8 เพิ่มเติมข้อมูลบนแผนภูมิ แสดงว่าใครเป็นผู้รวบรวมข้อมูล ในช่วงเวลาใดจากที่ไหนและเพิ่มเติมข้อความที่จำเป็นในการอ้างอิงข้อมูล ควรมีแสดงวัน เดือน ปี ที่จัดทำแผนภูมิพารโตนี้พร้อมทั้งให้ชื่อบุคคลหรือกลุ่มที่รับผิดชอบในการจัดทำ

ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบพารโตนตารางที่ 2.2 รายการบัญชีของต้นทุนด้านคุณภาพ (Quality costs) ของโรงงานผลิตกระดาษแห่งหนึ่งจะเห็นได้ว่ารายการ "ของเสีย" เป็นความสูญเสียด้านคุณภาพต่อปี (Annual quality loss) ที่สูงที่สุดคือ เป็นมูลค่าถึง 11,676,000 บาทต่อปี หรือร้อยละ 61 ของยอดรวมต้นทุนด้านคุณภาพ รายการนี้เพียงรายการเป็นต้นทุนที่สูงกว่าต้นทุนที่เหลือทั้งหมดรวมกัน

ตารางที่ 2.2 ความสูญเสียด้านคุณภาพของโรงงานกระดาษแห่งหนึ่ง

รายการบัญชี	ความสูญเสียด้านคุณภาพ (ล้านบาท/ปี)	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
1. ของเสีย	11.676	61	61
2. ลูกค้ำร้องเรียน	2.562	14	75
3. กลุ่มผลิตผิดแผน	1.638	9	84
4. สูญเสียด้านวัสดุ	1.407	7	91
5. เสียเวลา	0.777	4	95
6. ตรวจสอบเกินจำเป็น	0.588	3	98
7. ค่าทดสอบสูง	0.399	2	100
รวม	19.047	100	

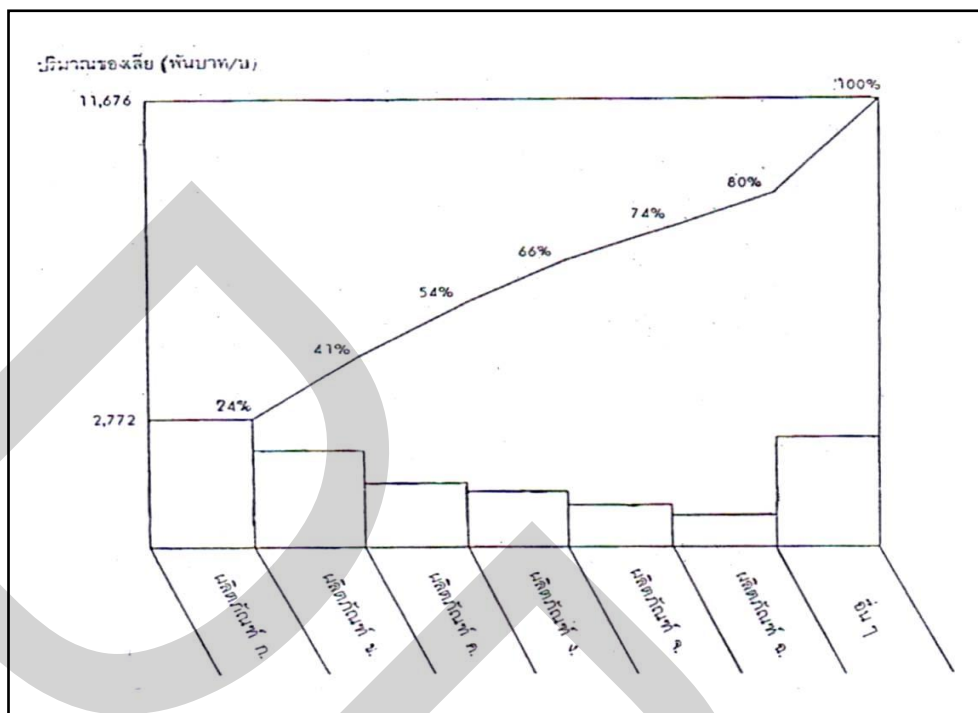
หลังจากนั้น ดำเนินการวิเคราะห์แนวโน้มต่อไปอีก ตารางที่ 2 แสดงค่าการจัดกระจายของความสูญเสียด้านคุณภาพเนื่องจาก "ของเสีย" นี้ ในบรรดากระดาษ 53 ชนิดที่โรงงานแห่งนี้ได้ทำการผลิตในรอบปีที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์แบบพारेโตในขั้นตอนนี้ ชี้ให้ทราบว่ากระดาษที่มีปัญหาหมากมีเพียง 6 ชนิด เท่านั้น ที่ก่อให้เกิดความสูญเสียถึงร้อยละ 80 ของ "ของเสีย" หรือเป็นมูลค่าเสียหาย 9.408 ล้านบาทต่อปี

ภาพที่ 2.1 การสร้างแผนภูมิพारेโตจากข้อมูลในตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ชัดเจนว่าปัญหาส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) ของการเกิด "ของเสีย" อยู่ที่ผลิตภัณฑ์เพียง 6 ชนิดคือ ผลิตภัณฑ์ ก., ข., ค., ง., จ. และ ฉ. ในจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 53 ชนิดผลิตภัณฑ์อีก 47 ชนิด รวมเรียกว่า "อื่นๆ" เป็นเพียงร้อยละ 20 ของปัญหาทั้งหมดการวิเคราะห์ถึงขั้นนี้ทำให้เราทราบว่าผลิตภัณฑ์ที่ควรได้รับการพิจารณาแก้ไขปัญหาคคุณภาพมีเพียง 6 ชนิด

ตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์ตามหลักพาเรโต

ประเภทผลิตภัณฑ์	ปริมาณ “ของเสีย” (พันบาท/ปี)	ปริมาณสะสม “ของเสีย” (พันบาท/ปี)	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ก.	2,772	2,772	24	24
ข.	2,016	4,788	17	41
ค.	1,512	6,300	13	54
ง.	1,428	7,728	12	66
จ.	987	8,715	8	74
ฉ.	693	9,408	6	80
อื่น ๆ (47 ชนิด)	2,268	11,676	20	100
รวม 53 ชนิด	11,676		100	

จากตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์ตามหลักพาเรโต โดยนำรายการแรก (ของเสีย) จากตารางที่ 1 มาวิเคราะห์จำแนกข้อมูลตามประเภทของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2.1 ลักษณะแผนภาพพารेटโต

ที่มา : นิตยสารพิมพ์, 2535 : 179

2.2.3 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือเครื่องมือตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้วยคุณภาพได้อย่างรวดเร็วและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าที่ผลิต หลักการของแผนภูมิควบคุมแผนภูมิควบคุมมีหลายชนิดจำแนกตามลักษณะและการใช้งาน แต่หลักการขั้นพื้นฐานของแผนภูมิควบคุมชนิดต่างๆ จะเหมือนกัน ประเภทของแผนภูมิควบคุมแผนภูมิควบคุมจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ แผนภูมิควบคุมตามลักษณะหรือแผนภูมิควบคุมชนิดแอตทริบิวต์ (Attribute Control Charts) และแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Charts)

แผนภูมิควบคุมชนิดแอตทริบิวต์ที่สำคัญประกอบด้วย

1. แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p- chart)
2. แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานของเสีย (np- chart)
3. แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ (c - chart)
4. แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อชิ้น (u - chart)

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันที่สำคัญ ประกอบด้วย

1. แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{x} - chart)
2. แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R- chart)
3. แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S- chart)
4. แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X – chart)
5. แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)

ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

2.2.3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุมซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิตและชนิดของแผนภูมิควบคุมที่เลือกใช้ อย่างเช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{x} -chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R-chart) เป็นต้น สิ่งที่ควบคุม คือ ค่าของข้อมูลที่มีคุณสมบัติในเชิงปริมาณและคุณภาพ เช่น น้ำหนัก เส้นผ่านศูนย์กลางของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดแตกต่างกัน

ขั้นที่ 2 กำหนดจำนวนตัวอย่างและความถี่ห่างในการเก็บข้อมูล จำนวนตัวอย่างที่จะทำการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุม ปริมาณการผลิตของกระบวนการและค่าใช้จ่ายในการเก็บและทดสอบตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม โดยตัวอย่างที่เก็บมานั้นจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมต่อไป

ขั้นที่ 4 คำนวณขีดจำกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุม โดยแผนภูมิควบคุมประกอบไปด้วยขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่าง

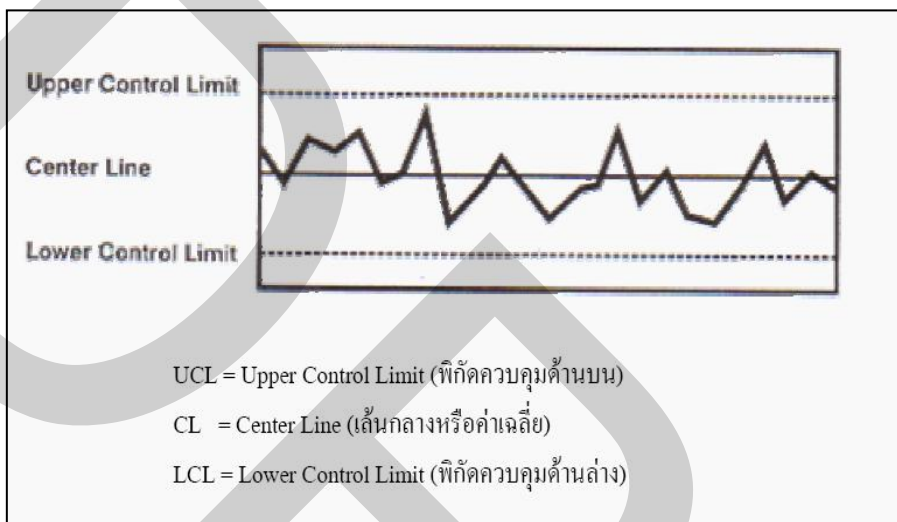
ขั้นที่ 5 เขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการเขียนจุดของตัวอย่างข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม จากนั้นทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมการกระจายของจุดบนแผนภูมิ จะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับตัวกระบวนการผลิตหรือไม่

2.2.3.2 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้

- ประมาณ 2 หรือ 3 จุดบนแผนภูมิควบคุมคุณภาพควรอยู่บนหรือล่างของเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
- มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุมบนเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างที่ฝั่งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย

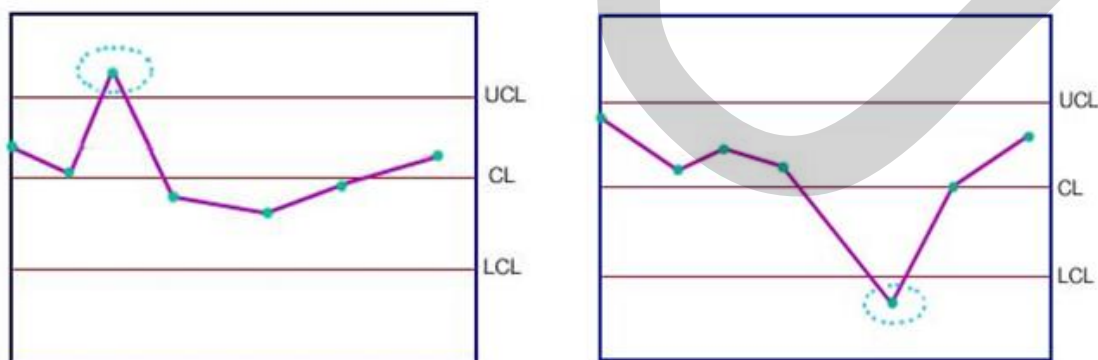
- จุดต่างๆ บนเส้นแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่สมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางหรือค่าเฉลี่ย
- ไม่มีจุดใดเลยอยู่นอกเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและเส้นขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ



ภาพที่ 2.2 ลักษณะแผนภูมิควบคุม

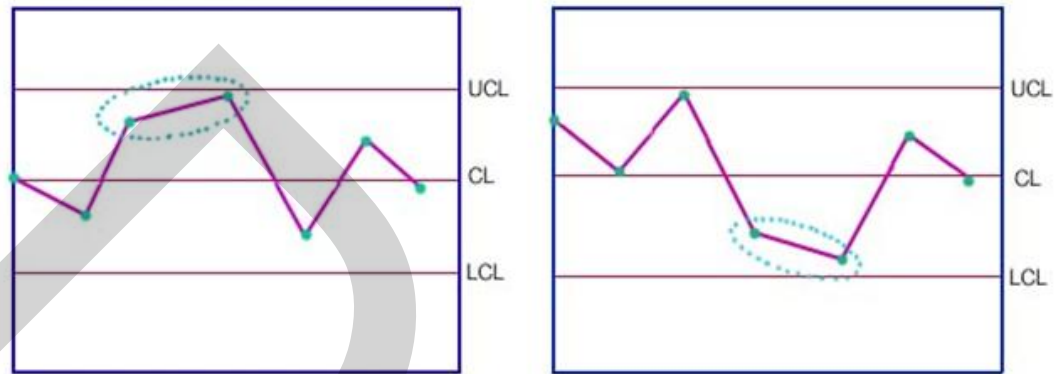
2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีดังนี้

- เมื่อมีจุดพิทักอยู่นอกขีดการควบคุมข้างใดข้างหนึ่ง



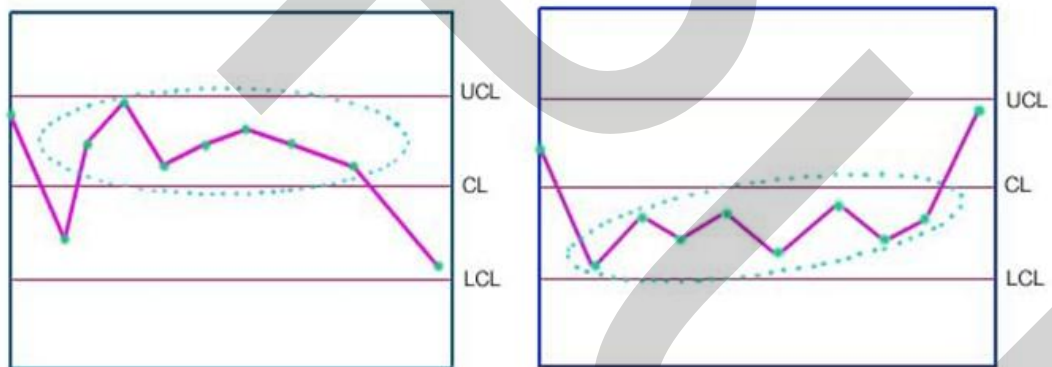
ภาพที่ 2.3 จุดพิทักอยู่นอกขีดการควบคุมข้างใดข้างหนึ่ง

- เมื่อมีจุดพิกต์ 2 จุดติดกัน และอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง



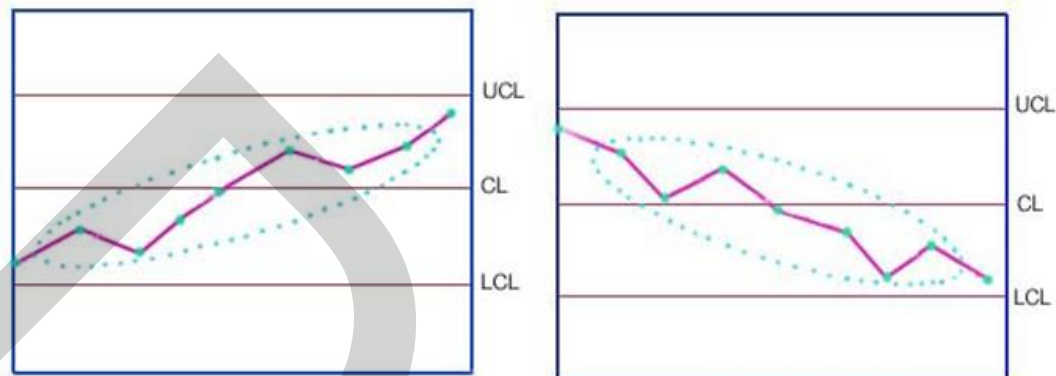
ภาพที่ 2.4 จุดพิกต์ 2 จุดติดกัน และอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมด้านบนหรือด้านล่าง

- เมื่อมีจุดพิกต์อย่างน้อย 7 จุด อยู่ติดกันด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ



ภาพที่ 2.5 จุดพิกต์อย่างน้อย 7 จุด อยู่ติดกันด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ

- เมื่อมีจุดพิกัดแสดงแนวโน้มว่าไปด้านใดด้านหนึ่งของของแผนภูมิ



ภาพที่ 2.6 จุดพิกัดแสดงแนวโน้มว่าไปด้านใดด้านหนึ่งของของแผนภูมิ

2.2.3.3 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกหลายประการซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

1. ควบคุมและเฝ้าระวังกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์สิ่งที่จะต้องควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่างและเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้าจุดมิได้แสดงความผิดปกติก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุมเมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติผู้ควบคุมการผลิตก็สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สภาพการผลิตกลับสู่ปกติได้อย่างทันท่วงทีนอกจากนี้สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดการณ์สภาพการของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. รู้ถึงสมรรถภาพกระบวนการที่อยู๋ภายใต้การควบคุมอาจอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ก็ได้กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติสามารถนำไปใช้เพื่อคำนวณถึงสมรรถภาพกระบวนการเพื่อหาความสามารถในการผลิตของกระบวนการภายใต้ข้อกำหนดผลของสมรรถภาพกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างสำคัญต่อผู้บริหารในการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่นการตัดสินใจเพื่อลงทุนปรับปรุงสมรรถภาพกระบวนการฯ

- แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิตแผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำตัวอย่างเช่นแผนภูมิควบคุมสาเหตุของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียการลดของเสียจากการผลิตและลดการทำซ้ำก็ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการ

- แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาด้านคุณภาพช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยจัดสภาพการผลิตสินค้าด้วยคุณภาพเมื่อใดที่กระบวนการผลิตเริ่มผิดปกติแผนภูมิควบคุมจะแสดงให้เห็นทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรสามารถแก้ปัญหาได้

- แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น แผนภูมิควบคุมสามารถแยกแยะสภาพความแปรปรวนของกระบวนการผลิตว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนตามสภาพธรรมชาติ และเมื่อใดเป็นสภาพความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ การแยกแยะสภาพความแปรปรวนนี้ไม่มีวิธีใดดีเท่าการใช้แผนภูมิควบคุมเป็นตัวกำหนดถึงเวลาแล้วหรือยังที่ปรับแต่งกระบวนการผลิต

- แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิตการวิเคราะห์สภาพการกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอจะทำให้ข้อมูลเพื่อการแก้ไขกระบวนการผลิตเช่นการเปลี่ยนวัตถุดิบการเปลี่ยนวิธีการทำงานเป็นต้น

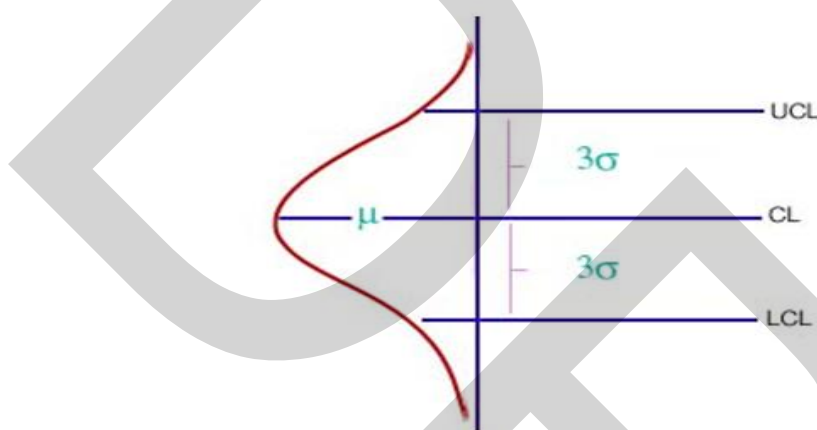
2.2.3.4 แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน เป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตสำหรับคุณสมบัติหรือลักษณะคุณภาพที่วัดค่าได้ เช่นเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นลวด น้ำหนักของผงชูรส ปริมาณของน้ำอัดลม อุณหภูมิของเตาหลอม เป็นต้น

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันมีหลายประเภท คือ แผนภูมิ \bar{x} แผนภูมิ R และแผนภูมิ S แผนภูมิทั้งสามนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการควบคุมแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง (Central Tendency) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) และการกระจาย (Dispersion) ของลักษณะคุณภาพแผนภูมิ \bar{x} เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยของลักษณะคุณภาพ ส่วนแผนภูมิ R และแผนภูมิ S ใช้เพื่อควบคุมการกระจายของลักษณะคุณภาพ ลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุมโดยทั่วไปจะมีความแจกแจงแบบปกติ การควบคุมคุณภาพคือ การควบคุมให้ลักษณะคุณภาพมีค่าเฉลี่ยและการกระจายตามที่กำหนด ค่าที่กำหนดนี้เรียกว่า ขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification Limit) ขีดจำกัดข้อกำหนดนี้ประกอบด้วยขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit) หรือที่เขียนย่อว่า USL และขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit) หรือที่เขียนย่อว่า LSL ลักษณะคุณภาพบางชนิดอาจกำหนดเฉพาะขีดจำกัดข้อกำหนดล่างเพียงอย่างเดียว เช่นความสามารถในการทนแรงดึงของเหล็กเส้น ความสามารถในการทนความร้อนของพลาสติก หรือความสามารถในการทนแรงกดของกระเบื้องดินเผา เป็นต้น

2.2.3.5 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่าคือค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่ากับ 0.9974 สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกราฟแผนภูมิควบคุมซึ่งประกอบด้วยเส้นสำคัญ 3 เส้น



ภาพที่ 2.7 กราฟแสดงความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติ

1. เส้นแกนกลาง (Central Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย
2. ขีดจำกัดควบคุมด้านบน (Upper Control Limit : UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลางเท่ากับ 3σ ทางค่ามาก
3. ขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นแกนกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย

จากภาพที่ 2.7 ขีดจำกัดควบคุมด้านบนและล่างแสดงถึงขอบเขตของความแปรผันที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$ เท่านั้นดังนั้นหากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าวก็แสดงว่ากระบวนการผลิตยัง “อยู่ภายใต้การควบคุม (In Control)” สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานในทางกลับกันหากความแปรผันมีมากเกินไปทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดทั้ง 2 ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้ “อยู่นอกรับการควบคุม (Out of Control)” หรือสินค้านั้นไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิตนั่นเอง

2.2.3.6 สาเหตุของความผันแปร

โดยปกติทั่วไปแล้ว กระบวนการผลิตต่างๆ ถึงแม้ว่าเราจะทำการควบคุมการผลิตเป็นอย่างดี มันก็ยังสามารถเกิดความแปรผัน (Variable) ขึ้นได้ เช่น ในการผลิตนมกระป๋อง 2 กระป๋อง เมื่อบรรจุใส่ภาชนะน้ำหนักที่ได้ของทั้ง 2 กระป๋องที่ได้รับการบรรจุจากเครื่องเดียวกันก็ย่อมไม่เท่ากันพอดีซึ่งความแปรผันที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์นั้นมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ

1. สาเหตุที่เป็นปกติวิสัยหรือสาเหตุโดยบังเอิญ (Chance Cause) เป็นความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญจากสาเหตุตามธรรมชาติที่ควบคุมไม่ให้เกิดขึ้นได้ยากเช่น การเปลี่ยนแปลงความชื้น อุณหภูมิ หรือกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2. สาเหตุที่ระบุได้หรือกำจัดได้ (Assignable Cause) เป็นความผันแปรที่เกิดจากความผิดพลาด หรือความผิดพลาดความชำรุดของปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เป็นธรรมชาติของการผลิตเช่นการปฏิบัติของคนงาน การผิดพลาดของเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งสาเหตุเหล่านี้จะอยู่นอกการควบคุม (Out of control)

2.2.3.7 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{x} - Chart)

หลักการของ \bar{x} - Chart คือ หากกระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุมค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ที่วัดได้ควรจะกระจายอยู่รอบๆ ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (μ) โดยมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอและทุกๆ ค่าของ \bar{x} ควรอยู่ในช่วง $\mu \pm 3\sigma_{\bar{x}}$ แต่เนื่องจากไม่ทราบค่า μ ดังนั้นสามารถประมาณค่า μ จากค่าเฉลี่ยของ \bar{x} ได้ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{x}_i}{k}$$

โดยที่ \bar{x} หมายถึงค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (ซึ่งได้จากการประมาณค่าเฉลี่ยของ \bar{x})

k หมายถึงจำนวนชุดตัวอย่างที่สุ่มมา

และเนื่องจาก $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มดังนั้นการสร้างแผนภูมิ

ควบคุมจึงคำนวณขีดจำกัดควบคุมด้านบนและล่างได้จากสมการ $\bar{x} \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ซึ่งค่า $\frac{3}{\sqrt{n}}$ หาได้จาก

ค่า A ในตาราง Factor for Control Chart สามารถสร้างสูตรเพื่อหาค่า CL, LCL และ UCL ได้ดังนี้

$$CL_{\bar{x}} = \bar{x}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{x} - A\sigma$$

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{x} + A\sigma$$

ในกรณีที่ไมทราบค่า σ จะประมาณค่าของ σ จากค่าพิสัย (R) โดยที่ σ และ R มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad \text{เมื่อ} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

ค่า d_2 ในสูตรหาได้จากค่า A_2 ในตาราง Factor for Control Chart ดังนั้น การสร้างแผนภูมิควบคุมจึงคำนวณขีดจำกัดควบคุมได้จาก $\bar{x} \pm 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}}$ และแทน $\frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$ ด้วยค่า A_2 ก็จะสามารถสร้างสูตรเพื่อหาค่า CL, LCL และ UCL ในกรณีที่ไมทราบค่า σ ได้ดังนี้

$$CL_{\bar{x}} = \bar{x}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{x} - A_2 \bar{R}$$

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{x} + A_2 \bar{R}$$

2.2.3.8 แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - Chart)

แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเป็นแผนภูมิที่ใช้วัดความแปรผันของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือเป็นการวัดความแตกต่างกันของสินค้าแต่ละหน่วยในกระบวนการผลิตสินค้าโดยหาค่าพิสัยที่ได้มีค่าน้อย (ความแปรผันต่ำ) แสดงว่ากระบวนการผลิตคงที่โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จะมีค่ามากในทางกลับกันหาค่าพิสัยที่ได้มีค่ามาก (ความแปรผันสูง) แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่คงที่เปลี่ยนแปลงบ่อยดังนั้น โอกาสที่จะได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จึงมีน้อยด้วย

การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - Chart) จะมีหลักการเช่นเดียวกับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (X- Chart) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

- กรณีที่ทราบค่า σ :

$$CL_R = d_2 \sigma$$

$$LCL_R = D_1 \sigma$$

$$UCL_R = D_2 \sigma$$

- กรณีที่ไม่ทราบค่า σ :

$$CL_R = \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

โดยที่

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

และค่า d_2 , D_1 , D_2 , D_3 และ D_4 สามารถหาได้จากตาราง Factor for Control Chart

2.2.3.9 แผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ R

แผนภูมิชนิดแปรผันที่นิยมใช้กันมากที่สุดในอุตสาหกรรม คือ แผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ R แผนภูมิทั้งสองนี้จะใช้ควบคู่กันเพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการและค่าการกระจายของกระบวนการ วัตถุประสงค์และประโยชน์ที่สำคัญของแผนภูมิทั้งสองประกอบด้วย

1. แผนภูมิ \bar{x} ใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต เช่น น้ำหนักเฉลี่ยของซองผงชูรส เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของหลอดทองแดง เป็นต้น
2. แผนภูมิ R ใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมการกระจายของกระบวนการผลิต เช่น น้ำหนักของซองผงชูรส เส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดทองแดง เป็นต้น
3. แผนภูมิ \bar{x} และ R สามารถใช้เพื่อประเมินสมรรถภาพกระบวนการเพื่อวิเคราะห์ถึงความสามารถในการผลิต ภายใต้ข้อกำหนด และประเมินจำนวนสินค้าที่มีระดับคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนด

2.2.3.10 การกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุม

แผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ R ใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการผลิตซึ่งสิ่งที่จะควบคุมต้องเป็นลักษณะคุณภาพที่สามารถวัดค่าได้ เช่น ความยาว มวลเวลา กระแส อุณหภูมิ ความส่องสว่าง กำลังคน ความเร็ว แสง ความหนาแน่น ความเข้มข้น แรงกด และอื่นๆ สินค้าบางชนิดอาจมี

ลักษณะคุณภาพเพียงอย่างเดียว สินค้าบางชนิดอาจมีลักษณะคุณภาพหลายอย่าง การควบคุมคุณภาพของสินค้าบางชนิด จึงอาจต้องใช้แผนภูมิควบคุมหลายแผนภูมิหรือหลายชนิดเช่นเดียวกับกระบวนการผลิต บางกระบวนการผลิตอาจใช้แผนภูมิควบคุมเพียงชุดเดียว เพราะมีลักษณะคุณภาพที่ต้องควบคุมเพียงอย่างเดียว แต่บางกระบวนการผลิตอาจต้องใช้แผนภูมิควบคุมหลายชุด เพราะลักษณะคุณภาพที่ต้องควบคุมมีหลายอย่างการกำหนดว่าจะควบคุมลักษณะคุณภาพใดของกระบวนการผลิตจะต้องวิเคราะห์และพิจารณาเลือกควบคุมลักษณะคุณภาพที่มีความสำคัญต่อคุณภาพสินค้า และเมื่อลักษณะคุณภาพนั้นเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลกระทบต่อความเสียหายของภาพสินค้านั้น

2.2.3.11 แผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ S

นอกจากแผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ R แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันที่นิยมใช้อีกประเภทหนึ่งคือ แผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ S เมื่อ S เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบแผนภูมิ R และแผนภูมิ S แล้วจะพบว่าแผนภูมิ R นั้นการคำนวณจะง่ายกว่า แต่แผนภูมิ S จะมีค่าที่แม่นยำกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่ามาก โดยทั่วไปเมื่อจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 10 ตัวอย่าง แผนภูมิควบคุม S จะให้ผลการควบคุมที่แม่นยำกว่าแผนภูมิ R ในอดีตแผนภูมิ R นิยมใช้กันมากกว่าแผนภูมิ S เพราะความง่ายในการคำนวณค่า R เมื่อเทียบกับค่า S ของกลุ่มตัวอย่าง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีเครื่องคิดเลขที่สามารถคำนวณค่า S ได้อย่างรวดเร็ว แผนภูมิ S จึงได้รับความนิยมมากขึ้น

2.2.3.12 แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ

คำว่าแอตทริบิวต์ (Attribute) หรือลักษณะในความหมายของวิชาการควบคุมคุณภาพ หมายถึงลักษณะคุณภาพของสินค้าที่สอดคล้องหรือไม่กับข้อกำหนดหรือมาตรฐานการผลิต เพื่อความสะดวกในการอ้างถึงในที่นี้จะใช้คำว่าของดี (Good) แทนสินค้าที่มีลักษณะคุณภาพถูกต้องตรงตามข้อกำหนด และใช้คำว่า ของเสีย (Defective) แทนสินค้าที่มีลักษณะคุณภาพไม่ถูกต้องกับข้อกำหนดแอตทริบิวต์จำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ลักษณะคุณภาพที่วัดไม่ได้ หรือวัดได้ยาก เช่น ความสวยงาม สี สัน รอยตำหนิ หรือสภาพความเก่าใหม่ เป็นต้น

2. ลักษณะคุณภาพที่วัดได้ แต่ไม่ได้วัดเนื่องจากอาจเสียเวลามากเสียค่าใช้จ่ายมาก หรือไม่มีความจำเป็นต้องใช้ค่านั้น ตัวอย่างเช่น น้ำหนักของผงชูรส ซึ่งสามารถวัดค่าได้ด้วยการชั่ง แต่ในกรณีที่ต้องการควบคุมว่าน้ำหนักได้ตามมาตรฐานหรือไม่ อาจใช้วิธีชั่งด้วยตาชั่งชนิดคานกระดก เพื่อให้รู้ว่าน้ำหนักผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยไม่จำเป็นต้องรู้น้ำหนักที่แท้จริงของซองผงชูรส

2.2.3.13 ข้อจำกัดของแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน

แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการควบคุมคุณภาพของสินค้า และการปรับปรุงคุณภาพสินค้า อย่างไรก็ตามแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันก็มีข้อจำกัดในการใช้งาน ข้อจำกัดประการแรกคือ แผนภูมิชนิดแปรผันไม่สามารถใช้ในการควบคุมลักษณะคุณภาพที่ไม่สามารถวัดค่าได้

จำกัดประการที่สองคือ สินค้าหนึ่งๆ จะประกอบด้วยลักษณะคุณภาพมากมายหลายอย่าง สอนค้าบางชนิดอาจมีลักษณะคุณภาพนับร้อยอย่าง เนื่องจากแผนภูมิควบคุมแบบแปรผันจะใช้ควบคุมลักษณะคุณภาพได้เพียง 1 อย่างต่อ 1 แผนภูมิควบคุม ดังนั้นถ้าสินค้านั้นมีลักษณะคุณภาพนับร้อยอย่าง ก็จำเป็นต้องมีแผนภูมิควบคุมนับจำนวนร้อยเช่นเดียวกัน แผนภูมิควบคุมตามลักษณะจะช่วยลดความจำเป็นในการใช้แผนภูมิควบคุมหลายๆ แผ่นลงได้ โดยอาจใช้แผนภูมิควบคุมเพียงแผนภูมิเดียว เพื่อควบคุมลักษณะคุณภาพหลายๆ อย่างพร้อมๆ กัน

2.2.3.14 ประเภทของแผนภูมิตามลักษณะ

แผนภูมิควบคุมตามลักษณะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นแผนภูมิเพื่อควบคุมจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แผนภูมิ p เป็นแผนภูมิที่นิยมใช้ในกลุ่มแรกนี้ แผนภูมิ p ใช้ควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจะมีการแจกแจงแบบทวินาม (Binomial Distribution)

แผนภูมิตามลักษณะกลุ่มที่ 2 คือ แผนภูมิเพื่อควบคุมรอยตำหนิ หรือสาเหตุที่ทำให้สินค้าเป็นของเสีย แผนภูมิควบคุมในกลุ่มนี้มี 2 ชนิดคือ แผนภูมิ C ซึ่งใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิให้สินค้า เช่น รอยตำหนิในม้วนผ้า รอยตำหนิในแผ่นกระจก เป็นต้น แผนภูมิชนิดที่ 2 คือ แผนภูมิ U ซึ่งใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสินค้า จำนวนรอยตำหนิในสินค้ามีการแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson Distribution)

2.2.3.15 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

แผนภูมิควบคุมที่ใช้ควบคุมสัดส่วนของเสียคือ แผนภูมิ p ซึ่งใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการผลิต โดยควบคุมสัดส่วนของเสีย

ถ้ากำหนดให้

- n เป็นจำนวนตัวอย่างในกลุ่มตัวอย่าง
- np เป็นจำนวนของเสียที่พบในกลุ่มตัวอย่าง
- p เป็นสัดส่วนของเสีย

ดังนั้น

$$p = \frac{np}{n}$$

แผนภูมิ p เป็นแผนภูมิที่สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง แผนภูมิ p อาจใช้ในการควบคุมลักษณะคุณภาพสินค้าเพียงลักษณะเดียว เช่นเดียวกับแผนภูมิ X และแผนภูมิ R หรือใช้ควบคุมลักษณะคุณภาพกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือควบคุมลักษณะคุณภาพหลายๆ อย่างของสินค้าพร้อมกันก็ได้ แผนภูมิ p สามารถใช้เพื่อควบคุมเครื่องจักร หน่วยงานผลิต กระบวนการผลิต หรือทั้งโรงงาน นอกจากนี้แผนภูมิ p ยังสามารถใช้เพื่อเปรียบเทียบผลการทำงานของพนักงานหรือกลุ่มพนักงาน เพื่อประโยชน์ในการประเมินความสามารถในการผลิต

2.2.3.16 วัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

วัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียประกอบด้วย

1. เพื่อคำนวณหาระดับเฉลี่ยของคุณภาพสินค้าว่าผลิตแล้วมีของดีเท่าใดของเสียเท่าใด
2. เพื่อให้ผู้บริการกำหนดระดับของคุณภาพสินค้าที่ผลิต จากระดับคุณภาพสินค้าที่ประเมินได้จากแผนภูมิ p ผู้บริหารสามารถใช้เป็นบรรทัดฐานในการกำหนดระดับคุณภาพสินค้า เช่น การเพิ่มระดับคุณภาพสินค้าขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งคือ การลดสัดส่วนของเสียลงนั่นเอง
3. เพื่อปรับปรุงคุณภาพสินค้า แผนภูมิ p จะช่วยให้ผู้บริหารและคนทำงานรู้ถึงระดับคุณภาพสินค้าที่ผลิต การรู้ถึงระดับคุณภาพจะทำให้คนทำงานเกิดแรงจูงใจที่จะปรับปรุงคุณภาพสินค้าให้ดีขึ้นตลอดเวลา เพราะโดยหลักจิตวิทยาแล้วคนทำงานทุกคนอยากทำในสิ่งที่ดีกว่าเสมอ
4. เพื่อประเมินความสามารถ ในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพของคนทำงาน และฝ่ายบริหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้บริหารการผลิต ถ้าแผนภูมิ p แสดงถึงการลดลงของสัดส่วนของเสีย ก็แสดงว่าผู้บริหารการผลิตได้บริหารงานอย่างมีประสิทธิภาพ
5. เพื่อการตัดสินใจว่าจะส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าหรือไม่ แผนภูมิ p จะแสดงถึงสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งถ้ามีมากเกินไปผู้บริหารอาจจะสั่งการส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องการเสียชื่อเสียงขององค์กร

2.2.3.17 การสร้างแผนภูมิ p เมื่อจำนวนตัวอย่างคงที่

ในขั้นตอนการสร้างแผนภูมิ p ก็เช่นเดียวกับการสร้างแผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันคือประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. กำหนดจำนวนตัวอย่าง
3. เก็บข้อมูล
4. คำนวณขีดจำกัดควบคุม
5. เขียนจุดลงในแผนภูมิควบคุม
6. ปรับปรุงแผนภูมิควบคุม
7. ใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อปรับปรุงคุณภาพสินค้า

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

$$\bar{p}' = \frac{\sum np - \sum np_d}{\sum n - \sum n_d}$$

เมื่อ \bar{p}' เป็นค่าเฉลี่ยของ p หลังการปรับปรุง

$\sum np$ เป็นผลรวมของจำนวนของเสียก่อนปรับปรุง

$\sum n$ เป็นผลรวมของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

$\sum np_d$ เป็นผลรวมของจำนวนของเสียที่ถูกตัดออก

$\sum n_d$ เป็นผลรวมของจำนวนตัวอย่างที่ถูกตัดออก

จากนั้นคำนวณขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยกำหนดให้

$$P_0 = \bar{p}'$$

ดังนั้น

$$UCL_p = P_0 + 3\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}$$

$$LCL_p = P_0 - 3\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}$$

2.2.3.18 ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับแผนภูมิ p

เช่นเดียวกับแผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ R การประยุกต์ใช้แผนภูมิ p ในการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรติดแผนภูมิควบคุม ณ จุดที่ผู้คุมเครื่องจักร หรือ

กระบวนการผลิตสามารถมองเห็นได้ และเช่นเดียวกับแผนภูมิ \bar{x} และแผนภูมิ R จีตจำกัดควบคุมของแผนภูมิ p จะห่างจากเส้นกึ่งกลาง 3 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนั้นจำนวนจุดที่จะตกภายในจีตจำกัดควบคุมบนและล่างจะมีอยู่ 99.73 เปอร์เซ็นต์ ถ้าหากกระบวนการผลิตไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ

ในกรณีที่รู้สัดส่วนของเสียของกระบวนการผลิต แผนภูมิควบคุมสามารถสร้างได้โดยไม่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูล จีตจำกัดควบคุมแผนภูมิควบคุมประกอบด้วย

$$\begin{aligned}UCL_p &= p' + 3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}} \\CL_p &= p' \\LCL_p &= p' - 3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}\end{aligned}$$

เมื่อ p' เป็นสัดส่วนของเสียที่รู้ค่า

n เป็นจำนวนตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม

2.2.3.19 การสร้างแผนภูมิ p เมื่อจำนวนตัวอย่างไม่คงที่

โดยทั่วไปแผนภูมิ p ที่สร้างควรกำหนดให้จำนวนตัวอย่างแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีค่าคงที่ อย่างไรก็ตามในหลายกรณีจำนวนตัวอย่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง อาจกำหนดให้คงที่ตลอดไปไม่ได้ เช่นในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนทั้งหมดที่ได้ในแต่ละวัน และจำนวนที่ผลิตได้ในแต่ละวันไม่เท่ากันทำให้จำนวนตัวอย่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่างไม่คงที่ หรือในกรณีที่ข้อมูลของแผนภูมิ p ได้จากแหล่งอื่น เช่นได้จากแผนภูมิ \bar{x} และ R หรือจากแผนภูมิ p อื่นๆ

ถึงแม้ว่าแผนภูมิ p ชนิดที่มีจำนวนตัวอย่างไม่คงที่จะไม่เป็นที่ต้องการในแง่การใช้งาน เพราะเสียเวลาในการคำนวณและวิเคราะห์การกระจายของจุดในแผนภูมิยาก แต่อาจมีความจำเป็นที่ต้องสร้างดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามขั้นตอนการสร้างยังคงเหมือนกับแผนภูมิ p ในกรณีที่จำนวนตัวอย่างคงที่ทุกประการ

2.2.3.20 เส้นโค้ง OC สำหรับแผนภูมิควบคุม p

เส้นโค้ง OC สำหรับแผนภูมิควบคุม p เป็นเส้นโค้งระหว่างความน่าจะเป็นในการยอมรับว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม เมื่อกระบวนการผลิตจริงได้เปลี่ยนไปแล้ว หรือความผิดพลาดแบบที่ 2 (β) กับสัดส่วนของเสีย (p) เส้นโค้ง OC วัดความสามารถของแผนภูมิควบคุมในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิตจากค่าเฉลี่ย p ไปเป็นสินค้า \bar{p} ใดๆ

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดแบบที่ 2 หรือ β คือค่าความน่าจะเป็นที่จุดยังคงอยู่ภายใต้ขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง เมื่อกำหนดให้สัดส่วนของเสียเป็น p ดังนี้

$$\beta = p(\bar{p} \leq UCL_{p/p}) - p(\bar{p} \leq LCL_{p/p})$$

$$\text{เนื่องจาก } \bar{p} = \frac{D}{n}$$

2.2.3.21 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในรูปแบบอื่น

แผนภูมิ p นับเป็นแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียที่นิยมใช้มากที่สุด อย่างไรก็ตามก็ยังมีการพัฒนาไปจากแผนภูมิ p อีก 2 ประเภทที่นิยมใช้กันมากเช่นกันคือ

1. แผนภูมิ PD (Percent Defective Chart) แท้ที่จริงแผนภูมิ PD ก็คือแผนภูมิ p แต่แสดงในรูปของร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์เพื่อความสะดวกในการอ่านค่าและตีความ ดังนั้นวิธีการสร้างและการประยุกต์ใช้แผนภูมิ PD จึงเหมือนกับแผนภูมิ p ทุกประการเพียงแต่คูณค่าของ CL_{PD} , UCL_{PD} และ LCL_{PD} ด้วย 100

2. แผนภูมิ np (Number Defective Chart) แผนภูมิ np เป็นแผนภูมิที่พัฒนามาจากแผนภูมิ p เช่นเดียวกัน แผนภูมิ p ใช้เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย แต่แผนภูมิ np ใช้เพื่อควบคุมจำนวนของเสียสำหรับผู้ควบคุมเครื่องจักร จำนวนของเสียซึ่งสามารถนับได้อาจสื่อความหมายได้ดีกว่าค่าสัดส่วนของเสีย การใช้แผนภูมิ np สำหรับคนทำงานในระดับปฏิบัติการจึงอาจสะดวกกว่า ส่วนการสร้างแผนภูมิ np และการประยุกต์ใช้มีขั้นตอนและวิธีการเหมือนแผนภูมิ p ทุกประการเพียงแต่คูณค่าของ UCL , LCL , CL ด้วยจำนวนตัวอย่าง n ก็จะได้ขีดจำกัดควบคุม

2.2.3.22 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ

แผนภูมิควบคุมตามลักษณะประเภทที่สอง คือ แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ ขณะที่แผนภูมิ p ใช้เพื่อการควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิจะใช้เพื่อการควบคุมจำนวนรอยตำหนิหรือสาเหตุที่ทำให้สินค้าเป็นของเสีย แผนภูมิในกลุ่มนี้ประกอบด้วยแผนภูมิ C ที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิและแผนภูมิ n ซึ่งใช้ควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย

เนื่องจากแผนภูมิทั้งสองนี้สร้างบนพื้นฐานของการแจกแจงแบบปัวซองซึ่งมีเงื่อนไขที่สำคัญ 2 ประการคือ ประการแรกจำนวนเฉลี่ยของรอยตำหนิจะต้องน้อยกว่าจำนวนรอยตำหนิที่มีโอกาสเกิดขึ้นมาก หรืออีกนัยหนึ่งคือโอกาสที่จะมีรอยตำหนิมีสูง แต่โอกาสที่จะเกิดเฉพาะตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งจะต้องมีน้อยมาก ประการที่สองคือ การเกิดรอยตำหนิในที่ต่างๆ เป็นอิสระแก่กันหรืออีกนัยหนึ่งคือ โอกาสในการเกิดรอยตำหนิในที่ต่างๆ เป็นอิสระแก่กันอีกนัยหนึ่งคือ โอกาสในการเกิดรอยตำหนิในครั้งต่อไปไม่ขึ้นกับการเกิดรอยตำหนิที่ผ่านมา

แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ ประยุกต์ใช้ได้กับการควบคุมรอยตำหนิในม้วนกระดาษ จำนวนรอยตำหนิในแผ่นเหล็ก จำนวนฟองอากาศในแผ่นกระจก หรือภาชนะแก้ว รอยตำหนิในผ้า

เป็นต้นเช่นเดียวกับแผนภูมิ p ซิดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิจะสร้างบนพื้นฐานที่ซิดจำกัดควบคุมบนและล่างห่างจากเส้นกึ่งกลาง 3 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนั้น โอกาสที่จุดจะตกอยู่ระหว่างซิดควบคุมบนและล่างจึงเป็น 99.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการวิเคราะห์สภาพการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ก็อาศัยหลักเกณฑ์เช่นเดียวกับแผนภูมิชนิดอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว

วัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิเช่นเดียวกับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิสามารถใช้เพื่อควบคุมลักษณะคุณภาพของสินค้า กลุ่มของลักษณะคุณภาพสินค้าเครื่องจักร กลุ่มของเครื่องจักร หรือสินค้าทั้งหมด

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของแผนภูมิควบคุมนี้ประกอบด้วย

1. เพื่อกำหนดระดับคุณภาพเฉลี่ยของสินค้า
2. เพื่อดึงดูดความสนใจของฝ่ายบริหาร เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปของระดับคุณภาพเฉลี่ยจะได้หาทางปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง
3. เพื่อปรับปรุงคุณภาพ ความรู้ในระดับคุณภาพที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตจะช่วยให้ผู้บริหารและคนทำงาน เกิดแรงจูงใจในการหาทางปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นตลอดเวลา แผนภูมิควบคุมจะบอกได้ว่าแนวทางปรับปรุงที่กำลังดำเนินการอยู่นั้นถูกต้องหรือไม่
4. เพื่อประเมินความสามารถในการผลิตและการจัดการตราปใดที่กระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม ย่อมแสดงว่าผู้ควบคุมเครื่องและฝ่ายบริหารทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมจำนวนความผิดพลาดในการทำงาน
5. เพื่อตัดสินใจว่าสินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพดีพอที่จะส่งให้ลูกค้าได้หรือไม่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิมีความคล้ายคลึงกับวัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ดังนั้นผู้ใช้แผนภูมิจึงต้องมีความรอบคอบในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมถูกต้องกับสภาพการผลิต และเนื่องจากข้อจำกัดและเงื่อนไขในการใช้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ ทำให้แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ ทำให้แผนภูมิควบคุมกลุ่มนี้ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ในทุกอุตสาหกรรม

2.2.4 กราฟ (Graph)

กราฟ คือ เครื่องมือสำหรับใช้ในการแสดงข้อมูลที่เป็นตัวเลขออกมาให้เห็นภาพเพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขทุกประเภทสามารถนำเสนอในรูปกราฟได้ข้อดีของกราฟคือ เขียนง่าย อ่านง่าย เข้าใจง่าย ช่วยให้ตีความหมายของข้อมูลได้รวดเร็วและสามารถเปรียบเทียบข้อมูลหลายๆชุดให้เห็นความแตกต่าง ได้ชัดเจนกราฟที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับกันดีได้แก่ กราฟเส้น กราฟแท่ง กราฟวงกลม และกราฟรูปภาพ ในทางปฏิบัติมีการใช้

กราฟมากมายหลายชนิดอาจแบ่งออกได้เป็น 7 ชนิดดังนี้

2.2.4.1 กราฟเส้น (Line Graphs) เป็นชนิดที่นิยมใช้กันทั่วไปมากที่สุด

2.2.4.2 กราฟแท่งแนวตั้ง (Column Graphs) มีลักษณะตามชื่อ คือ เป็นแท่งคอลัมน์แสดงข้อมูลตามที่ต้องการนำเสนอ

2.2.4.3 กราฟแท่งแนวนอน (Bar Graphs) มีลักษณะตามชื่อ คือ เป็นแท่งคล้ายกราฟคอลัมน์เพียงแต่เป็นแท่งตามแนวนอน

2.2.4.4 กราฟวงกลม (Pie Graphs) มักใช้ในการแสดงค่าร้อยละขององค์ประกอบต่างๆ ที่รวมกันเป็นร้อย เช่นค่าใช้จ่ายประเภทต่างๆ ยอดขายของสินค้าประเภทต่างๆ เป็นต้น

2.2.4.5 กราฟบันทึก (Record Graphs) ใช้ในการบันทึกข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความกลม ความเรียบของผิวหน้า ความหนาแน่น ปริมาณพลังงานในเตาปฏิกรณ์ปรมาณู

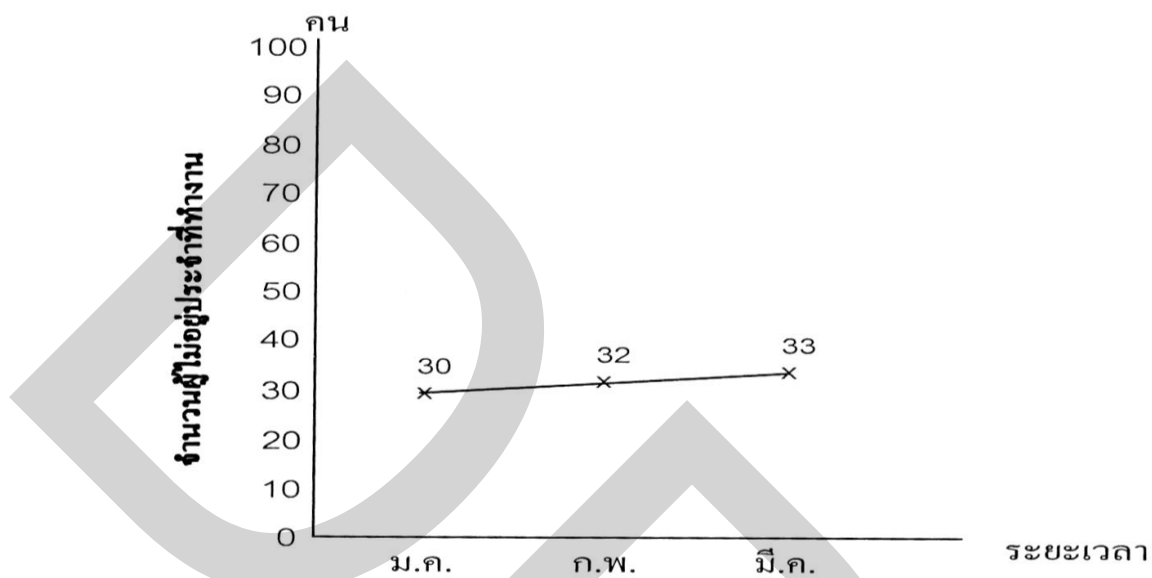
2.2.4.6 กราฟรูปภาพ (Pictorial Graphs) ใช้รูปภาพ เช่น รูปทหารรูปคน แสดงจำนวนทหาร จำนวนประชากรในปีต่างๆ หรือใช้รูปสตางค์แสดงจำนวนเงิน เป็นต้น

2.2.4.7 กราฟพาเรโต (Pareto Graphs), ฮิสโตแกรม (Histograms) แผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect Diagrams) หรือผังก้างปลา และกราฟอื่นๆ เช่น ผังเรดาร์ (Radar Chart) ล้วนเป็นกราฟประเภทต่างๆ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันในอนาคตอาจมีกราฟรูปแบบใหม่เกิดขึ้นได้อีกมากอันเป็นผลจากความคิดสร้างสรรค์และเพื่อสนองความจำเป็นบางประการให้ได้ผลดียิ่งขึ้นในที่นี้จะขอแสดงรายละเอียดและตัวอย่างเฉพาะกราฟบางชนิดที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ กราฟเส้น กราฟแท่งและกราฟ

ตารางที่ 2.4 จำนวนของเจ้าหน้าที่แผนกต่างๆ ที่ไม่อยู่ทำงาน

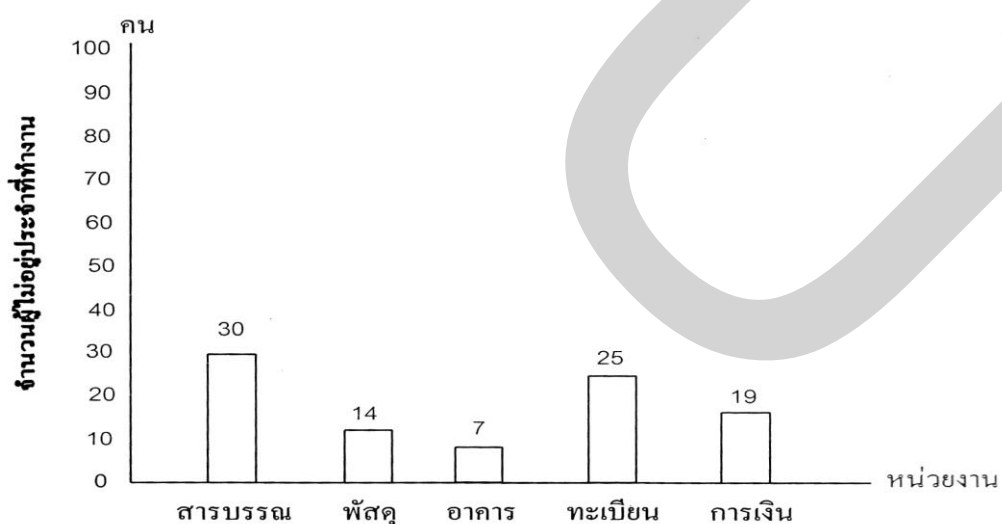
รายการ	จำนวน	ร้อยละ	องศา
1. แผนกสารบรรณ	30	31.58	113.69
2. แผนกพัสดุ	14	14.74	53.06
3. แผนกอาคารสถานที่	7	7.36	26.50
4. แผนกทะเบียนประวัติ	25	26.32	94.75
5. แผนกการเงิน	19	20.00	72.0
รวม	95	100.0	360.0

กราฟเส้น ใช้แสดงข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของข้อมูล



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างกราฟเส้นแสดงจำนวนของเจ้าหน้าที่ไม่อยู่ประจำที่ทำงาน

กราฟแท่ง ใช้เขียนแสดงแทนข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องกัน



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างกราฟแท่งแสดงจำนวนของเจ้าหน้าที่ไม่อยู่ประจำที่ทำงาน

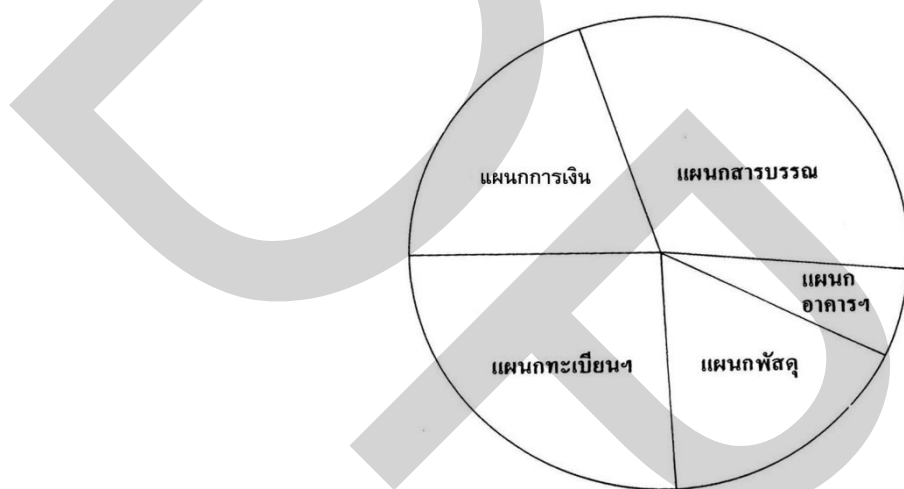
กราฟวงกลม ใช้พื้นที่วงกลมแทนขนาดข้อมูลจึงต้องเทียบค่าของข้อมูลกับจำนวนองศา ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมคือ360องศาจากข้อมูล จากข้อมูลในตัวอย่างจึงได้ค่าองศาดังต่อไปนี้

$$\text{หาองศาโดยเทียบค่า } 100.0 \text{ เปอร์เซนต์} = 360 \text{ องศา}$$

$$\text{แผนกสารบรรณ ไม่อยู่ } 31.58 \text{ เปอร์เซนต์} = (360 \times 31.58)/100$$

$$= 113.69 \text{ องศา}$$

หาค่าของแต่ละแผนกด้วยวิธีเดียวกันแล้วนำไปเขียนกราฟวงกลม



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างกราฟวงกลมแสดงจำนวนของเจ้าหน้าที่แผนกต่างๆ ที่ไม่อยู่ที่ทำงาน

2.2.4.8 ประโยชน์ของกราฟ

1. ใช้เสนอข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น
2. เปรียบเทียบให้เห็นความสัมพันธ์หรือความแตกต่างของข้อมูลได้ชัดเจน
3. ใช้แสดงสถิติก่อนและหลังการแก้ไข

2.2.5 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดง ความถี่และมีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ ซึ่งจะใช้ดูความแปรปรวนของ กระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง

2.2.5.1 กรณีการใช้แผนภาพฮิสโตแกรม

1. เมื่อต้องการตรวจสอบความผิดปกติโดยดูการกระจายของกระบวนการทำงาน
2. เมื่อต้องการเปรียบเทียบข้อมูลกับเกณฑ์ที่กำหนด หรือค่าสูงสุด-ต่ำสุด

3. เมื่อต้องการตรวจสอบสมรรถนะของกระบวนการทำงาน (Process Capability)
4. เมื่อต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา (Root Cause)
5. เมื่อต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการในระยะยาว
6. เมื่อข้อมูลมีจำนวนมากๆ

2.2.5.2 ประโยชน์ของฮิสโตแกรม

1. เพื่อศึกษาว่าข้อมูลชุดหนึ่ง มีการกระจายตัวมากหรือน้อยเพียงไรอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ (ตามสเปก) มากหรือน้อยเพียงไร
2. ใช้ในการคำนวณหาค่าทางสถิติของข้อมูลชุดนั้น เช่น ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. จากค่าขอบเขตที่ยอมรับได้ (ตามขนาด) และค่าทางสถิติที่คำนวณได้ ทำให้สามารถระบุค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Index : Cp) ได้ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบสมรรถนะ (benchmarking) และการปรับปรุงกระบวนการต่อไป
4. ใช้ตรวจสอบประสิทธิผลของการปรับปรุง

2.2.5.3 วิธีการเขียนฮิสโตแกรม

สาธิตวิธีการเขียนโดยใช้กรณีข้อมูลความสูงของพนักงานชาย 50 คน
ชั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลความสูงของพนักงานชายดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลความสูงของพนักงานชาย

170	162	167	156	172	165	168	159	161	167
164	168	173	158	164	168	163	169	171	161
158	165	169	166	174	162	164	168	166	165
136	170	165	166	170	162	161	166	168	160
164	162	167	165	168	164	168	165	167	162

ชั้นที่ 2 หาค่าสูงสุด (X_{\max}) และค่าต่ำสุด (X_{\min}) ของข้อมูล โดยพิจารณาทีละแถวพร้อมกับระบุค่ามากที่สุดด้วยเครื่องหมาย “ o ” และค่าน้อยที่สุดด้วยเครื่องหมาย “ x ” ลงในแต่ละแถว หลังจากนั้นหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของทุกๆแถว จากตัวอย่างได้ค่า X_{\max} เท่ากับ 174 เซนติเมตรและค่า X_{\min} เท่ากับ 156 เซนติเมตร

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูล

										X_{max}	X_{min}
o170	162	167	x156	172	165	168	159	161	167	170	x156
164	168	o173	x158	164	168	163	169	171	161	173	158
x158	65	169	166	o174	162	164	168	166	165	o174	158
163	170	165	166	o170	162	161	166	168	x160	170	160
164	162	167	165	168	164	o168	165	167	x162	168	162
										174	156

ขั้นที่ 3 หาค่าพิสัย (Range) และความกว้างของช่วงชั้น

$$\text{ค่าพิสัย } R = X_{max} - X_{min}$$

$$= 174 - 156 \text{ เซนติเมตร}$$

$$= 18 \text{ เซนติเมตร}$$

- หาจำนวนชั้น โดยกำหนดจำนวนชั้นเท่ากับรากที่สองของจำนวนข้อมูล

$$K = \sqrt{n} \text{ โดยที่ } n \text{ คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด}$$

$$= \sqrt{50}$$

$$= 7.07 \text{ หรือ } 7 \text{ ชั้น (จำนวนชั้นต้องเป็นจำนวนเต็ม)}$$

- ความกว้างของช่วงชั้น

$$h = (X_{max} - X_{mi}) / k$$

$$= 18/7$$

$$= 2.57 \text{ หรือ } 3 \text{ เซนติเมตร (ปรับเป็นจำนวนเต็มเพื่อความสะดวก)}$$

ขั้นที่ 4 หาค่าขอบเขตของแต่ละชั้น

$$\text{ค่าขอบเขตล่างของชั้นแรก} = X_{mi} - h/2$$

$$= 156 - 3/2$$

$$= 154.5 \text{ เซนติเมตร}$$

$$\text{ค่าขอบเขตบนของชั้นแรก} = \text{ค่าขอบเขตล่างของชั้นแรก} + h$$

$$= 157.5 \text{ เซนติเมตร}$$

$$\text{ค่าขอบเขตบนของชั้นต่อไป} = \text{ค่าขอบเขตบนของชั้นก่อน} + h$$

ชั้นที่ 5 หาค่ากึ่งกลางแต่ละชั้น (เท่ากับผลรวมค่าขอบเขตบนและล่างของชั้นหารสอง)

$$\begin{aligned} - \text{ค่ากึ่งกลางของชั้นแรก} &= (154.5 + 157.5) / 2 \\ &= 156 \text{ เซนติเมตร} \end{aligned}$$

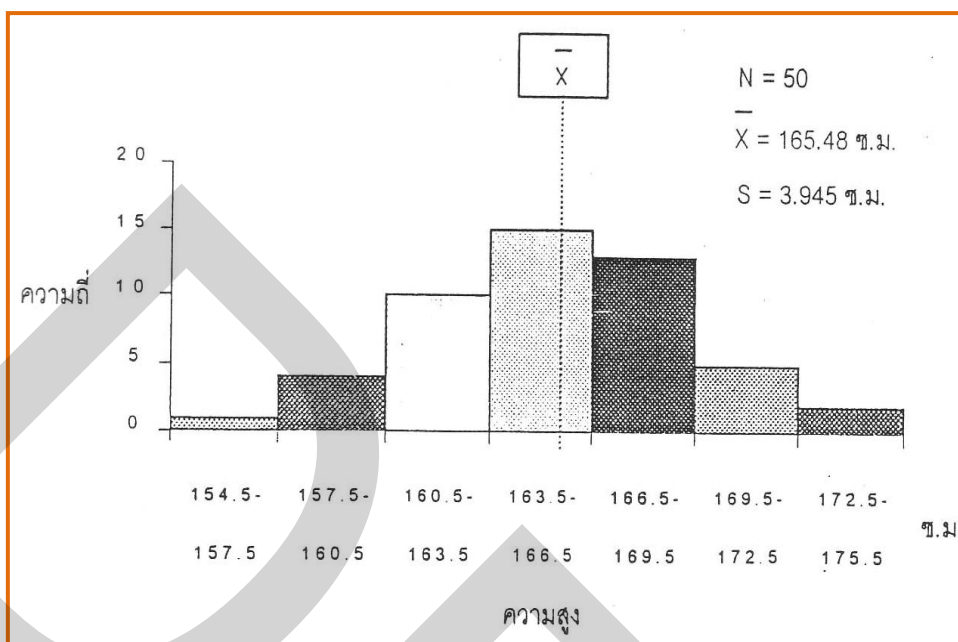
$$- \text{ค่ากึ่งกลางของชั้นต่อไป} = \text{ค่ากึ่งกลางของชั้นก่อน} + h$$

ชั้นที่ 6 นับจำนวนข้อมูลที่มีค่าตกอยู่ในช่วงของแต่ละชั้น (เรียกจำนวนนับนี้ว่า ความถี่ของข้อมูล) รวมยอดความถี่ทั้งหมดและตรวจสอบดูว่าเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมดหรือไม่

ตารางที่ 2.7 แสดงการหาค่าความถี่

ความสูงของพนักงานชาย (ซ.ม.)		นับจำนวนข้อมูล	ความถี่
ค่าขอบเขตของชั้น	ค่ากึ่งกลาง		
154.5 – 157.5	156	/	1
157.5 – 160.5	159	////	4
160.5 – 163.5	162	/// /	10
163.5 – 166.5	165	/// / /	15
166.5 – 169.5	168	/// / / /	13
169.5 – 172.5	171	///	5
172.5 – 175.5	174	//	2
รวม			50

ชั้นที่ 7 เขียนกราฟแท่งโดยให้ค่าขีดจำกัดชั้นต่างๆ เรียงลำดับอยู่ในแกนนอนและความสูงของแท่งกราฟแทนค่าความถี่ของข้อมูลในแต่ละชั้น



ภาพที่ 2.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับความสูง

ขั้นที่ 8 เพื่อที่จะคำนวณค่าเฉลี่ย (X_{mean}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ได้ง่ายขึ้นนำตัวแปรช่วย u เข้ามาใช้ แล้วคำนวณหาค่า uf และ u^2f ดังต่อไปนี้ (f คือ ความถี่ของข้อมูลในแต่ละช่วงชั้น)

- กำหนดค่า u เป็น 0 สำหรับชั้นที่มีความถี่สูงสุด (ถือว่าชั้นนี้เป็นแกนหมุน) แล้วกำหนดค่า u ให้เป็น -1, -2, -3,... แก่ชั้นที่อยู่ข้างบนและค่า 1, 2, 3,... ให้แก่ชั้นที่อยู่ข้างล่างตามลำดับ

- คำนวณค่า uf และ u^2f ของแต่ละชั้นรวมทั้งค่ารวมของทุกชั้นด้วย

ตารางที่ 2.8 การหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ความสูง (ซ.ม.)		นับจำนวนข้อมูล	ความถี่ (f)	u	uf	u ² f
ค่าขอบเขตชั้น	ค่ากึ่งกลาง					
154.5 – 157.5	156	/	1	-3	-3	9
157.5 – 160.5	159	////	4	-2	-8	16
160.5 – 163.5	162	/// //	10	-1	-10	10
163.5 – 166.5	165	/// // //	15	0	0	0
166.5 – 169.5	168	/// // ///	13	1	13	13
169.5 – 172.5	171	///	5	2	10	20
172.5 – 175.2	174	//	2	3	6	18
		รวม	50	-	8	86

ขั้นที่ 9 คำนวณค่าเฉลี่ย (X_{mean}) ของข้อมูลทั้งหมด ดังนี้

$$\begin{aligned}
 X_{\text{mean}} &= \text{ค่ากึ่งกลางของชั้นที่เป็นแกนหมุน} + \sum (uf) xh / n \\
 &= 165 + 8 X / 50 \\
 &= 165 + 0.48 \\
 &= 165.48 \text{ เซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 10 คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S &= h X \sqrt{\left(\sum u^2 f - \left(\sum uf \right)^2 / n \right) / (n-1)} \\
 &= 3 X \sqrt{(86 - (8)^2 / 50) / 49} \\
 &= 3 X \sqrt{84.72 / 49} \\
 &= 3 X 1.31491 \\
 &= 3.945 \text{ เซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

2.2.6 ฟังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ฟังแสดงเหตุและผล หรือเรียกย่อว่า C-E Diagram และบางครั้งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "แผนภูมิอิชิคาว่า" (Ishikawa Diagram) ทั้งนี้เป็นการให้เกียรติแก่ผู้พัฒนาแผนภูมิชนิดนี้ขึ้นเป็นคนแรกเมื่อตอนต้นทศวรรษ ค.ศ.1950-1959 (พ.ศ. 2493-2502) ผู้ประดิษฐ์แผนภูมินี้มีชื่อเต็มว่า

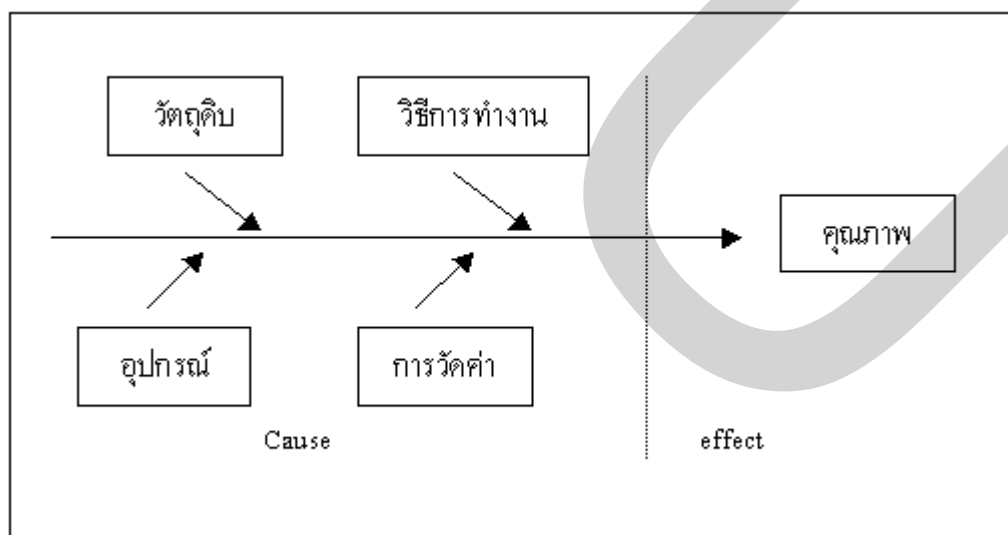
ศาสตราจารย์เคโรอู อิชิกาวา(Professor Karu Ishikawa) แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว (The University of Tokyo) โดยนำแผนภูมินี้มาใช้เป็นครั้งแรกเมื่อ ค.ศ.1953 (พ.ศ. 2496)ในงานเหล็กของโรงงาน ฟุสไซ (The Fulsai iron work) เนื่องจากแผนภูมินี้เมื่อสร้างเสร็จแล้วมีรูปร่างคล้ายปลา จึงมีผู้นิยมเรียกว่า "ผังก้างปลา" (Fishbone Diagram)

ปัญหาพื้นฐานในการควบคุมคุณภาพคือการที่คุณลักษณะที่แสดงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาซึ่งเป็นไปตามหลักธรรมชาติที่ว่าไม่มีของสองสิ่งที่จะมีคุณลักษณะเหมือนกันทุกประการคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็เช่นเดียวกัน คุณลักษณะต่างๆ เช่น สี ขนาด น้ำหนัก เป็นต้น

สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ นั้นจะมีสาเหตุต่างๆ มากมายผังก้างปลาจะช่วยให้สามารถค้นหาและเรียงลำดับสาเหตุต่างๆและแสดงถึงความเกี่ยวข้องของสาเหตุต่างๆ และผลที่เกิดขึ้นได้โดยทั่วไปแล้ว การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพนั้น 50 เปอร์เซ็นต์ เกิดเนื่องมาจาก

1. วัตถุดิบ
2. เครื่องจักรหรืออุปกรณ์
3. วิธีการทำงาน

ผังก้างปลา หรืออิชิกาวาไดอะแกรมจะแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุ (Cause) ซึ่งทำให้คุณภาพเปลี่ยนแปลงกับผลที่เกิด(effect) ที่แสดงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างผังก้างแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

2.2.6.1 ขั้นตอนในการเขียนแผนภูมิเหตุและผล

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีมากมายจนแทบจะนับไม่ถ้วนแผนภูมิเหตุและผลแสดงถึงความสัมพันธ์ของสาเหตุต่างๆที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างนี้เขียนขึ้นจากบทความของ อาคิระ คาโด แห่งโรงงาน ทากา บริษัท ฮิตาชิ จำกัด เรื่องการลดข้อบกพร่องในการบัดกรีในงานประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งตีพิมพ์ในวารสาร Factory Management (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2541: 105)

ขั้นที่ 1 ตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่เป็นลักษณะที่ทำให้สินค้าคุณภาพไม่ดีในกรณีเราพบว่าของที่บกพร่องเราต้องการสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนี้

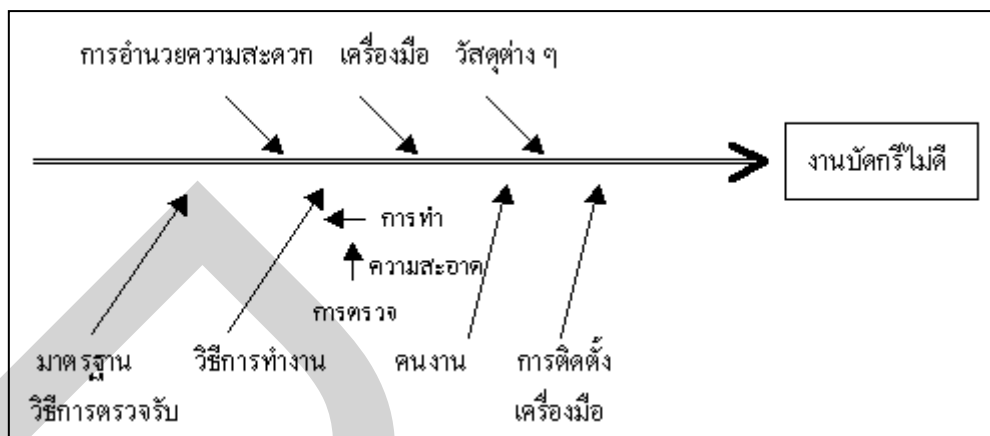
ขั้นที่ 2 เขียนข้อบกพร่องนี้ลงทางขวามือแล้วเขียนลูกศรใหญ่ๆ จากซ้ายไปขวา



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างลูกศรแสดงสาเหตุหลัก

ขั้นที่ 3 เขียนต้นเหตุใหญ่ๆที่สำคัญอันจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้นขึ้นได้

ขั้นที่ 4 จากแต่ละสาขาของลูกศรนี้เขียนองค์ประกอบโดยละเอียดที่ทำให้เกิดสาเหตุนั้นๆลงไปซึ่งจะเป็นรูปร่างแตกออกเป็นสาขาย่อยๆ



ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผล

จากภาพที่ 2.14 แผนภูมิเป็นรูปร่างขึ้นมาทีละชั้น โดยการตั้งคำถามถึงสาเหตุที่ทำให้คุณภาพของสินค้าไม่ดีคำตอบจะเป็นแต่ละสาขาย่อยๆ ของแผนภูมินั้นเอง เช่น เราเริ่มจากหาสาเหตุว่า

1. ทำไมสินค้าคุณภาพไม่ดี? เพราะว่างานบักกรีไม่ดี
2. ทำไมบักกรีไม่ดีเพราะว่าสาเหตุหนึ่งคือวิธีการทำงานแต่ละครั้งไม่เหมือนกันทุกครั้งไป
3. ทำไมวิธีการทำงานแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน เพราะว่าสาเหตุหนึ่งคือการทำ ความสะอาดบริเวณที่บักกรีไม่เหมือนกันทุกครั้งไป
4. ทำไมการทำ ความสะอาดแต่ละครั้งไม่เหมือนกันมีข้อบกพร่อง ก็เนื่อง จากทำ ความสะอาดแล้วตรวจสอบไม่ดีด้วยวิธีการนี้แผนภูมิจะเป็นรูปร่างขึ้นมาทีละน้อยจนครบถ้วน

2.2.6.2 ข้อสังเกตในการนำผังแสดงเหตุและผลไปใช้

1. ก่อนสรุปปัญหาควรใ้สำเนาหน้าหรือคะแนนให้กับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวเพื่อจะได้ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา (Setting Priority) ก่อนนำไปปฏิบัติต่อไปควรอาศัยข้อมูลสถิติหรือตัวเลขในการพิจารณาใ้สำเนาหน้าหรือใ้คะแนนความสำคัญของปัจจัยสาเหตุพยายามเลี่ยงการใช้ความรู้สึกของตนเอง (ยกเว้นกรณีไม่มีข้อมูลสนับสนุนก็อาจจะอาศัยประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ)

2. ขณะใช้ผังแสดงเหตุและผลก็ให้ทำการปรับปรุงแต่งเติมแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ด้วยเพราะว่าผังแสดงเหตุและผล ที่เขียนครั้งแรกอาจจะไม่สมบูรณ์แต่เมื่อนำไปใช้แก้ปัญหาแล้ว

อาจจะได้ข้อมูลและข้อเท็จจริงมากขึ้นมาอีกมากและอาจจะไปหักล้างความเข้าใจแต่เดิมก็ได้ การปรับปรุงไปเรื่อยๆจึงเป็นการบันทึกผลการศึกษาค้นคว้าประกอบการแก้ไขปัญหาในการผลิตที่ดี

2.2.6.3 ประโยชน์ของการใช้ผังก้างปลา

ใช้เป็นเครื่องมือในการระดมความคิดจากสมองของทุกคนที่เป็นสมาชิกกลุ่มคุณภาพ อย่างเป็นหมวดหมู่ซึ่งได้ผลมากที่สุด

แสดงให้เห็นสาเหตุต่างๆ ของปัญหา ของผลที่เกิดขึ้นที่มีมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปมสำคัญที่นำไปปรับปรุงแก้ไข

แผนผังนี้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ได้มากมายทั้งในหน้าที่การงาน สังคมแม้กระทั่งชีวิตประจำวัน

2.2.7 แผนภูมิกระจาย (Scatter Diagram)

แผนภูมิการกระจายเป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงว่าข้อมูล 2 ชุดหรือตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันหรือไม่และระดับความสัมพันธ์นั้นมีมากหรือน้อยเพียงใดตัวแปรที่แสดงแทนข้อมูลทั้ง 2 ชุดนั้นอาจจะเป็น

1. ตัวแปรตาม (หรือ Outputs ของกระบวนการ) ทั้ง 2 ตัว
2. ตัวแปรอิสระ (หรือ Factors ภายในกระบวนการ) ทั้ง 2 ตัว
3. ตัวหนึ่งเป็นตัวแปรตามอีกตัวหนึ่งเป็นตัวแปรอิสระ

ลักษณะของแผนภูมิกระจายโดยทั่วไปแสดงเป็นกราฟโดยให้แกน X แทนตัวแปรหนึ่ง และแกน Y แทนตัวแปรหนึ่ง จากข้อมูลที่ได้จะนำไปเขียนเป็นจุดลงในกราฟ แล้วดูความสัมพันธ์ของตัวแปร

2.2.7.1 วิธีการเขียนแผนภูมิการกระจาย

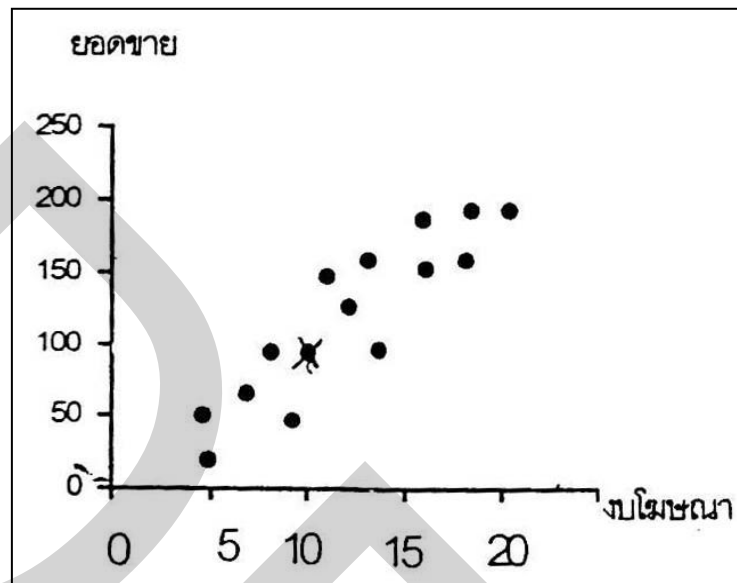
ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลของตัวแปรทั้ง 2 ตัวมาเป็นคู่ๆ (ไม่ควรน้อยกว่า 5 คู่)

ขั้นที่ 2 ให้ตัวแปรตัวหนึ่งเป็นแกน x (แกนนอน) และอีกตัวแปรหนึ่งเป็นแกน y (แกนตั้ง) เขียนจุดลงระหว่างแกน x และ แกน y แสดงค่าของข้อมูลที่ละคู่

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าพารามิเตอร์ที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง เช่น ผลรวมของผลต่างยกกำลังสอง (Sum of Least Square), ความชัน (a) และจุดตัดแกนตั้ง (b) ของกราฟ $y = ax + b$ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis) ซึ่งจะไม่อธิบายรายละเอียดในที่นี้

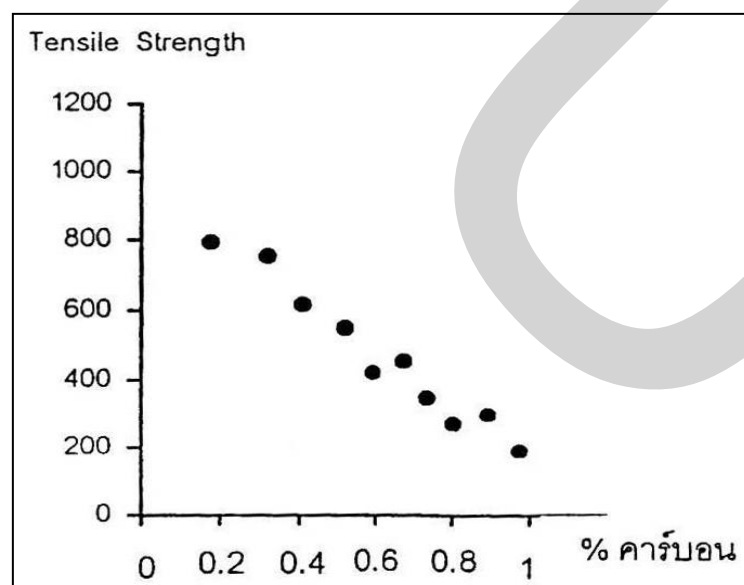
2.2.7.2 รูปแบบของความสัมพันธ์

1. ความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน (ความสัมพันธ์เชิงบวก) เช่น งบประมาณยิ่งมากทำให้ยอดขายยิ่งมากตามไปด้วย (ภายในขอบเขตจำกัดช่วงหนึ่ง)



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน

2. ความสัมพันธ์แบบผกผันกัน (ความสัมพันธ์เชิงลบ) เช่น เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนในเนื้อเหล็กยิ่งมาก ความเหนียวของเหล็ก (tensile strength) ยิ่งลดลง



ภาพที่ 2.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบผกผันกัน

3. ความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรง (Non linear) หมายถึงจุดทั้งหลายเรียงตัวเป็นแนวที่บอกว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันแต่ไม่เป็นแนวเส้นตรงแบบกรณีที่ 1 และ

4. กรณีที่ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย หมายถึง กรณีที่จุดต่างๆ กระจัดกระจายอยู่บนกราฟโดยไม่แสดงความสัมพันธ์ในแนวใดแนวหนึ่ง

2.2.7.3 ประโยชน์ของแผนภูมิการกระจาย

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดหรือตัวแปร 2 ตัว
2. เพื่อตรวจสอบว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหนึ่งมีผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งหรือไม่ และจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด (เพิ่มขึ้นตามกันหรือตัวหนึ่งเพิ่มอีกตัวหนึ่งลด)

บทที่ 3

การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

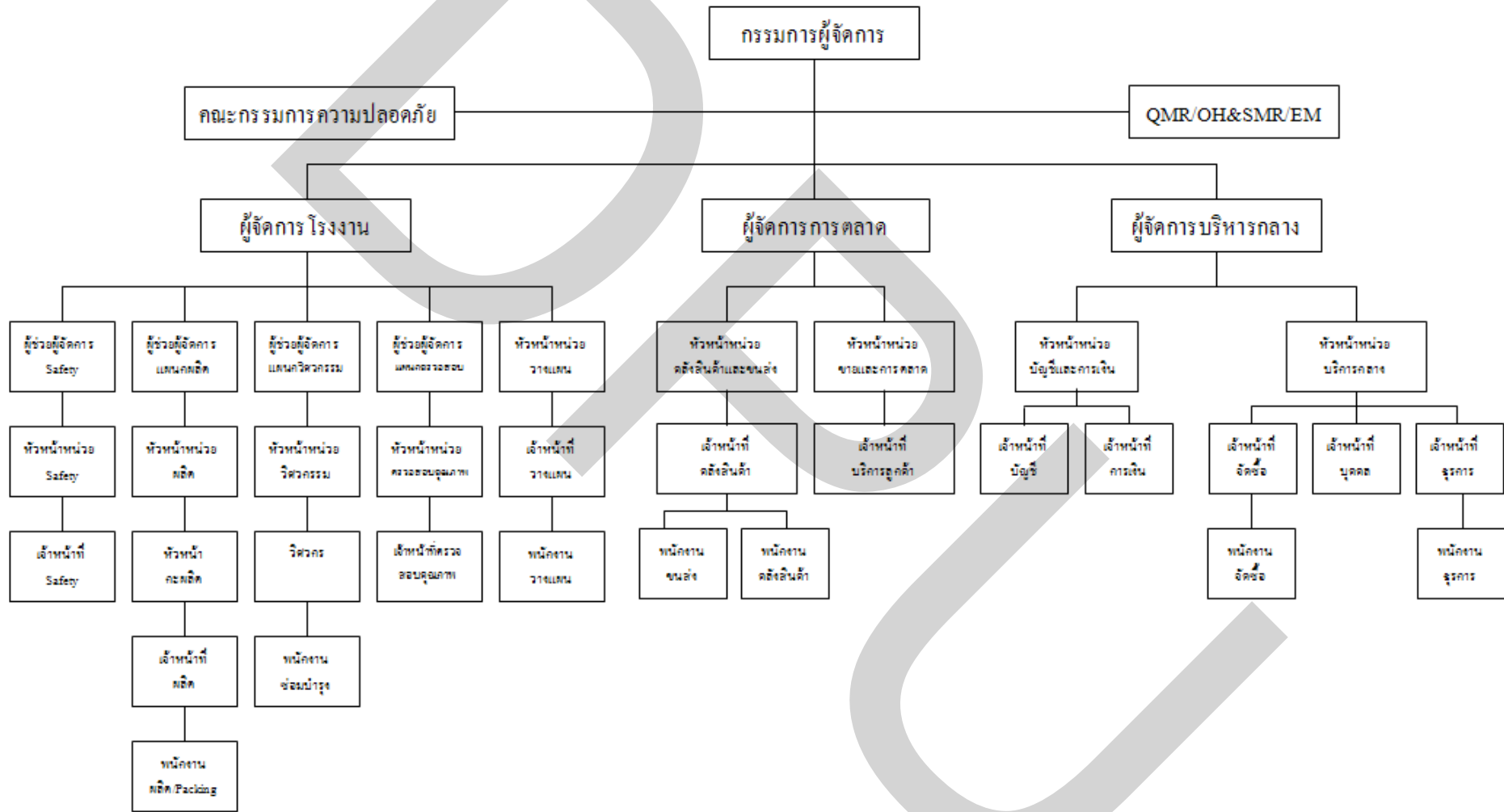
เนื้อหาในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โครงสร้างองค์กร ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต การวิเคราะห์ปัญหาที่พบในโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

3.1 ประวัติความเป็นมาของบริษัท

โรงงานที่ทางผู้วิจัยได้เลือกมาเป็นกรณีศึกษาเป็นอุตสาหกรรมประเภทธุรกิจกระดาษ ซึ่งมีรูปแบบการผลิตเป็นแบบMaketo111order โดยลูกค้าส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มธุรกิจเครื่องอุปโภคบริโภคทั่วไป เช่น กล่องบรรจุเครื่องใช้ไฟฟ้า กล่องน้ำผลไม้ เป็นต้น

ที่ตั้งโรงงาน	:	อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม
ประเภทธุรกิจ	:	อุตสาหกรรมกล่องกระดาษ
ก่อตั้งเมื่อ	:	ปี 2532
ทุนจดทะเบียน	:	16,000,000 บาท
พื้นที่ของโรงงาน	:	2 ไร่
จำนวนพนักงาน	:	48คน
รูปแบบกระบวนการผลิต	:	ตัด/ทับเส้น - พิมพ์ - เซาะร่อง - ปะกาว - เย็บลวด
ผลิตภัณฑ์หลัก	:	กล่องกระดาษลูกฟูก
ลูกค้าปัจจุบัน	:	ในประเทศ 90% ต่างประเทศ 10%
ระบบคุณภาพ	:	ISO9001:2008, GMP& HACCP

3.2 โครงสร้างองค์กร



ภาพที่ 3.1 ผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

3.3 ผลิตรภัณฑ์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา

ผลิตรภัณฑ์ของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาได้แก่กล่องกระดาษ ดังตัวอย่างภาพที่ 3.2 - ภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างผลิตรภัณฑ์



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างผลิตรภัณฑ์



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

3.4 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ในโรงงานผลิตกล่องกระดาษที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้มีเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษ ดังนี้

- 3.4.1 เครื่องผ่ากระดาษ
- 3.4.2 เครื่องพิมพ์ลาย
- 3.4.3 เครื่องเซาะร่อง / ทับรอย
- 3.4.4 เครื่องปะกาว / เย็บลวด

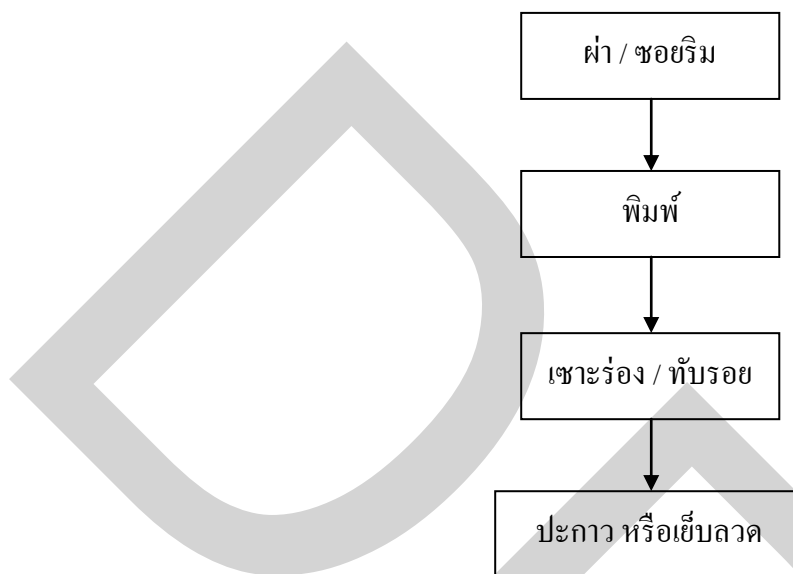


ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างเครื่องผ่ากระดาษ



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ลาย

3.5 กระบวนการผลิตกล่องกระดาษ



ภาพที่ 3.7 แผนภาพขั้นตอนการผลิต

กระบวนการผลิตกล่องลูกฟูกนั้น ขั้นแรกต้องนำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องผ่าและซอยริม เพื่อให้ได้ขนาดที่แน่นอนในการผลิตกล่อง จากนั้นนำกระดาษที่ซอยริมแล้วมาเข้าเครื่องพิมพ์ลายตามแบบที่กำหนด เมื่อพิมพ์ลายเสร็จเป็นขั้นตอนของการผ่านเข้าเครื่องสับ ทำร่อง เพื่อทำเส้นพับแบ่งด้านทั้ง 4 ของกล่อง หลังจากนั้นทำการขึ้นรูปกล่องโดยการเย็บลวด หรือทากาว บริเวณลิ้นกล่องเพื่อ เชื่อมด้านที่ 1 และ 4 เข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องเย็บหรือทากาวจากนั้นนำกล่องกระดาษมามัดเป็นแพ็คๆ เพื่อจัดเก็บรอการส่งมอบให้กับลูกค้าเข้าด้วยกัน

3.6 ลักษณะของผลิตภัณฑ์

3.6.1 กระดาษลูกฟูก

กระดาษลูกฟูก คือ กระดาษที่ประกอบด้วยแผ่นปะหน้า 2 แผ่นและมีลอนกระดาษลูกฟูกอยู่ตรงกลาง ที่นิยมใช้กัน โดยทั่วไปจะมี 3 ประเภท คือ

3.6.1.1 กระดาษลูกฟูก 2 ชั้น (Single Face) ประกอบไปด้วยกระดาษแผ่นเรียบ 1 แผ่น ปะกบกับลอนลูกฟูก 1 แผ่น นิยมใช้กันกระแทกสินค้า หรือ ปะกล่อง offset

ลอนมาตรฐาน : B, C, E



ภาพที่ 3.8 กระจาดลูกฟูก 2 ชั้น

3.6.1.2 กระจาดลูกฟูก 3 ชั้น (Single wall) ประกอบไปด้วยกระจาดแผ่นเรียบ 2 แผ่น ประกอบกับลอนลูกฟูก 1 แผ่น โดยลอนลูกฟูก จะอยู่ตรงกลางระหว่าง กระจาดแผ่นเรียบทั้ง 2 แผ่น มักใช้กับสินค้าที่มีน้ำหนักปานกลาง หรือ ไม่เน้นความแข็งแรงมากนัก

ลอนมาตรฐาน : B, C, E

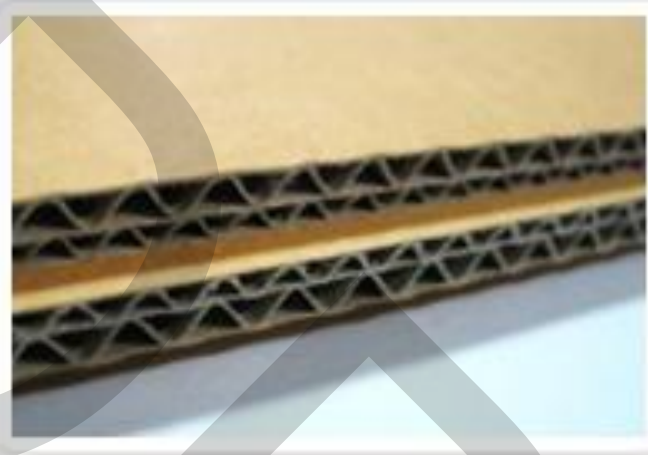


ภาพที่ 3.9 กระจาดลูกฟูก 3 ชั้น

3.6.1.3 กระจาดลูกฟูก 5 ชั้น (Double wall) ประกอบไปด้วย กระจาดแผ่นเรียบ 3 แผ่น ประกอบกับลอนลูกฟูก 2 แผ่น โดยกระจาดลอนลูกฟูกที่อยู่ติดกับผิวกล่องด้านนอกจะเป็นลอน B เพื่อ

ประโยชน์ทางการพิมพ์และกระดาษลอนลูกฟูกที่อยู่ด้านในจะเป็นลอน C เพื่อประโยชน์ทางด้านรับแรงกระแทก นิยมใช้สำหรับสินค้าที่ต้องการการป้องกันสูงหรือมีน้ำหนักมาก

ลอนมาตรฐาน : BC (ลอนB จะอยู่ด้านนอก ส่วนลอนC จะอยู่ด้านใน)



ภาพที่ 3.10 กระดาษลูกฟูก 5 ชั้น

3.6.2 ผิวกล่องกระดาษลูกฟูก

ในชีวิตประจำวันเราคงเคยเห็นกล่องที่ใช้บรรจุสินค้าเพื่อการขนส่งกันมาบ้างแล้ว กล่าวคือ มีลักษณะเป็นกล่องกระดาษที่เหลื่อมอาจมีสีน้ำตาลหรือสีขาว ซึ่งภายในมักจะบรรจุสินค้าได้หลายชิ้น เพื่อให้สะดวกต่อการขนส่ง หรือบางครั้งอาจจะบรรจุสินค้าเพียงชิ้นเดียว เช่น กล่องบรรจุเครื่องรับโทรทัศน์ พัดลม

กล่องที่ใช้บรรจุสินค้าเพื่อการขนส่งนี้ เราเรียกกันว่า “กล่องกระดาษลูกฟูก” (corrugated fibreboard box) ซึ่งจำแนกออกได้ตามลักษณะของโครงสร้างของกระดาษคือ

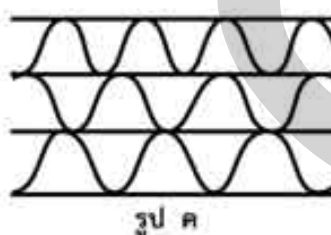
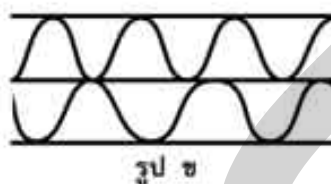
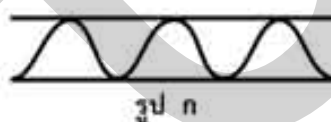
3.6.2.1 แผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น (single wall) คือ กระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาษ 3 ชั้น ได้แก่ กระดาษทำผิวกล่อง 2 ด้าน และลอน ลูกฟูก 1 แถว อยู่ระหว่างกระดาษทำผิวกล่องทั้งสอง ดังแสดงในรูป ก.

3.6.2.2 แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น (double wall) คือ กระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาษรวม 5 ชั้น ได้แก่ กระดาษทำผิวกล่อง 3 แผ่น และมีลอนลูกฟูก 2 แถว ระหว่างกระดาษทำผิวกล่องแต่ละแผ่น ดังแสดงในรูป ข.

3.6.2.3 แผ่นกระดาดลูกฟูก 3 ชั้น (triple wall) คือ กระดาดลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาดรวม 7 ชั้น ได้แก่ กระดาดทำผิวกล่อ่ง 4 แผ่น และมีลอนลูกฟูก 3 แถว ระหว่างกระดาดทำผิวกล่อ่งแต่ละแผ่น ดังแสดงในรูป ค.

ความแข็งแรงของกล่อ่งลูกฟูก นอกจากจะขึ้นกับโครงสร้างของแผ่นกระดาดลูกฟูกดังกล่าวแล้ว ชนิดของกระดาด (คุณภาพและน้ำหนักกระดาด) และแบบของกล่อ่งก็มีผลทำให้คุณสมบัติของ กล่อ่งต่างกันไปด้วย ตัวอย่างเช่น กล่อ่งที่ทำมาจากแผ่นกระดาดลูกฟูก 2 ชั้น ย่อมมีความแข็งแรงในการรับ แรงกดตามแผ่นตั้งสูงกว่ากล่อ่งที่ทำจากแผ่นกระดาดลูกฟูก 1 ชั้น ดังนั้นการจะเลือกใช้กล่อ่งแบบใดจึงขึ้นอยู่กับประเภทและน้ำหนักของสินค้าเป็น สำคัญ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับวิธีการลำเลียงและขนส่งอีกด้วย

ในบ้านเรากล่อ่งส่วนใหญ่จะทำจากกระดาดลูกฟูกชนิด 1 ชั้นและ 2 ชั้น ส่วนกระดาดลูกฟูกชนิด 3 ชั้น ยังมีที่ใช้กันน้อยมาก มักทำเป็นกล่อ่งขนาดใหญ่เพื่อบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนักมากๆ เช่น เครื่องซักผ้า

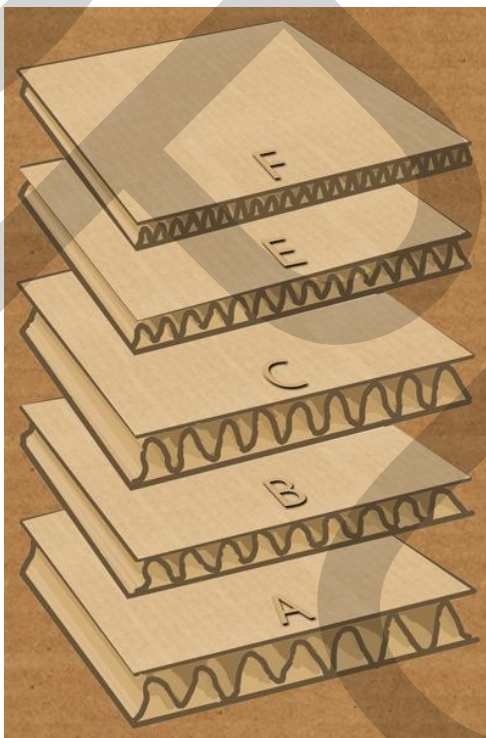


ภาพที่ 3.11 แผ่นกระดาดลูกฟูก 1 ชั้น 2 ชั้น และ 3 ชั้น

3.6.3 ลอนลูกฟูก (Corrugations Flute)

เราทุกคนต่างทราบกันดีว่า ถ้าเส้นโค้งนำมาปรับให้เหมาะสม จะเป็นการทำให้พื้นที่ที่ต้องการทอดข้าม เกิดความแข็งแรงมากที่สุด ดังนั้นผู้ผลิตกระดาษลูกฟูกจึงนำหลักการเดียวกันนี้เข้ามาใช้ในการผลิตความโค้งของลอนกระดาษลูกฟูก โดยเราเรียกเส้น โค้ง ของกระดาษนี้ว่า " ลอนลูกฟูก " และเมื่อนำลอนนี้มาติดกับแผ่นกระดาษเรียบ (Linerboard) พวกมันจะสามารถทนทานต่อความโค้งงอและแรงกดได้จากทุกทิศทาง

ลอนลูกฟูกมีหลายชนิด โดยลอนแต่ละประเภทจะมีขนาดและความสูงของ ลอนไม่เท่ากัน รวมถึงความเหมาะสมกับการใช้งานก็แตกต่างกันด้วย ตารางด้านล่างจะเป็นการนำลอนแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบ เพื่อทำความเข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น



ภาพที่ 3.12 ชนิดของลอน

ตารางที่ 3.1 ชนิดของลอน

ชนิด	ความสูงของลอน (มิลลิเมตร)	จำนวนลอน/ เมตร	คุณสมบัติ
ลอน A	4.0-4.8	105-125	เหมาะกับสินค้าที่ต้องการรับน้ำหนัก การเรียงซ้อนมาก และไม่เน้นการพิมพ์
ลอน B	2.1 - 3.0	150-185	เหมาะกับสินค้าที่รับน้ำหนักได้ด้วยตัวมันเอง เช่น กระจังเหล็ก
ลอน C	3.2 - 3.9	120-145	เป็นที่นิยมใช้กันมาก เหมาะกับสินค้าทั่วไป ที่รับน้ำหนักได้ปานกลาง
ลอน E	1.0 - 1.8	290-320	รองรับการพิมพ์ได้ดีที่สุด เหมาะกับกล่อง ไคท์ขนาดเล็ก หรือกล่องออฟเซ็ท

ตาราง 3.2 คุณสมบัติของลอนลูกฟูก

การเปรียบเทียบคุณสมบัติของลอนกระดาษลูกฟูก				
คุณสมบัติ	ลอน A (ลอนใหญ่)	ลอน B (ลอนเล็ก)	ลอน C (ลอนกลาง)	ลอน E (ลอนจิ๋ว)
การรับแรงในการเรียงซ้อน	ดีมาก	พอใช้	ดี	ไม่ดี
คุณภาพการพิมพ์	ไม่ดี	ดี	พอใช้	ดีมาก
คุณภาพการตัดและอัด	ไม่ดี	ดี	พอใช้	ดีมาก
ความต้านทานต่อการเพิ่มทะลุ	ดี	พอใช้	ดีมาก	ไม่ดี
การใช้งานในการเก็บคงคลัง	ดีมาก	พอใช้	พอใช้	ไม่ดี
การทับเส้น/การทับพับ	ไม่ดี	ดี	พอใช้	ดีมาก
การป้องกันการฉีกและการกระแทก	ดีมาก	พอใช้	ดี	ไม่ดี
การฉีกทะลุ	ไม่ดี	ดี	พอใช้	พอใช้

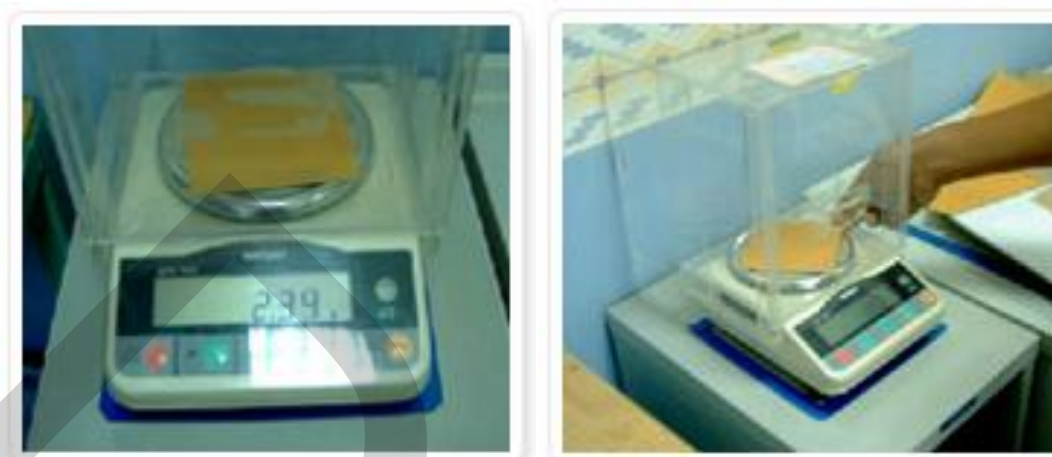
3.6.4 การทดสอบกระดาษลูกฟูก

3.6.4.1 น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight)

น้ำหนักมาตรฐาน หมายถึง น้ำหนักกระดาษต่อพื้นที่ ซึ่งมีหน่วยเป็น กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร หรือ ปอนด์ต่อพื้นที่ 1,000 ตารางฟุต น้ำหนักมาตรฐานมีความสัมพันธ์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษ โดยเฉพาะความแข็งแรงของกระดาษจะพบว่ากระดาษทุกประเภทจะต้องมีข้อกำหนดเกี่ยวข้องกับมาตรฐาน ถึงแม้ว่าคุณสมบัตินี้ไม่ได้เป็นคุณสมบัติที่จะนำไปใช้ความสัมพันธ์งานโดยตรง แต่ก็มีความสัมพันธ์อื่นๆ เป็นอย่างมากกระดาษชนิดเดียวกันความแข็งแรงของกระดาษจะเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักมาตรฐานเพิ่มขึ้นจึงใช้ในการแบ่งชั้นคุณภาพของกระดาษหรือเกรดกระดาษการเลือกใช้กระดาษนั้นมักเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่ต้องการ โดยใช้ระดับมาตรฐานเดียวกันเป็นเกณฑ์ตัดสินเสมอ

ความสม่ำเสมอของน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษตลอดแผ่น มีความสำคัญในกระบวนการผลิตเพื่อใช้งานเป็นอย่างมากตัวอย่างเช่น น้ำหนักมาตรฐานที่คลาดเคลื่อนทำให้ความสม่ำเสมอของผิวไม่เท่ากันจะทำให้การพิมพ์บนผิวกระดาษคลาดเคลื่อนไปด้วย น้ำหนักมาตรฐานจะมีผลต่อต้นทุนการผลิต กระดาษที่มีน้ำหนักมากความยาวในม้วนก็จะลดลงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปน้อยลงเนื่องจากการใช้งานกระดาษนั้นจะใช้พื้นที่เป็นหลัก ในขณะที่ราคาซื้อขายของกระดาษคิดเป็นราคาต่อน้ำหนักกระดาษดังนั้นผู้ใช้งานจึงนิยมสั่งกระดาษที่มีน้ำหนักเบาที่สุด แต่ยังคงให้คุณสมบัติตามประสงค์โดยทั่วไปจะกำหนดให้น้ำหนักมาตรฐานยังมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ +5

นอกจากนี้แล้วน้ำหนักมาตรฐานยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในกระดาษอีกด้วย เครื่องมือที่ใช้ทดสอบคือ Analytical balance มาตรฐานที่ใช้ทดสอบได้แก่ ISO536 (กระดาษเหนียว) , ASTM D 646 , TAPPI T410. ISO3039 (กระดาษลูกฟูก)



ภาพที่ 3.13 เครื่องมือวัดน้ำหนัก

3.6.4.2 การดูดซึมน้ำ (Moisture content)

การดูดซึมน้ำ หมายถึง ความสามารถในการดูดซึมน้ำของกระดาษในพื้นที่ 1 ตารางเมตรภายในระยะเวลาที่กำหนด มีหน่วยเป็น กรัมต่อตารางเมตร ใช้สำหรับทดสอบกับกระดาษเหนียวและแผ่นลูกฟูก ค่านี้จะบอกถึงของเหลวที่ใช้กับกระดาษ เช่น น้ำกาวเหลว, หมึกพิมพ์ จะซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษได้มากน้อยเพียงไร เป็นต้นตลอดจน มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกระดาษ ในกรณีที่เป็นกล่องกระดาษลูกฟูก ถ้ามีค่าการดูดซึมน้ำมาก ย่อมมีผลต่อค่าแข็งแรงของกล่องลดลง จึงไม่ควรนำกล่องนี้ไปบรรจุผลิตภัณฑ์ ประเภท อาหารแช่แข็ง ผัก ผลไม้ ควรเลือกใช้กล่องที่มีการเคลือบไขมันของกล่องแทน วิธีทดสอบเรียกว่า "คอมบ์เทส" (Combs Test) เครื่องมือที่ให้ทดสอบคือ Combs sizing tester มาตรฐานที่ใช้ทดสอบได้แก่ ISO 535, ASTM D 2045, TAPPI T 411

สำหรับการดูดซึมน้ำของกระดาษทำลูกฟูก หมายถึง เวลาที่กระดาษดูดซึมน้ำปริมาณ 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้หมดมีหน่วย เป็น วินาทีต่อน้ำ 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่านี้จะบอกถึงความสามารถในการดูดซึมน้ำของกระดาษทำลูกฟูก อุปกรณ์ที่ใช้คือ บุเรต และนาฬิกาจับเวลา วิธีการทดสอบใช้มาตรฐาน มอก. 321 ซึ่งกำหนดให้กระดาษลูกฟูกมีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วง 30 - 200 วินาทีต่อน้ำ 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตร

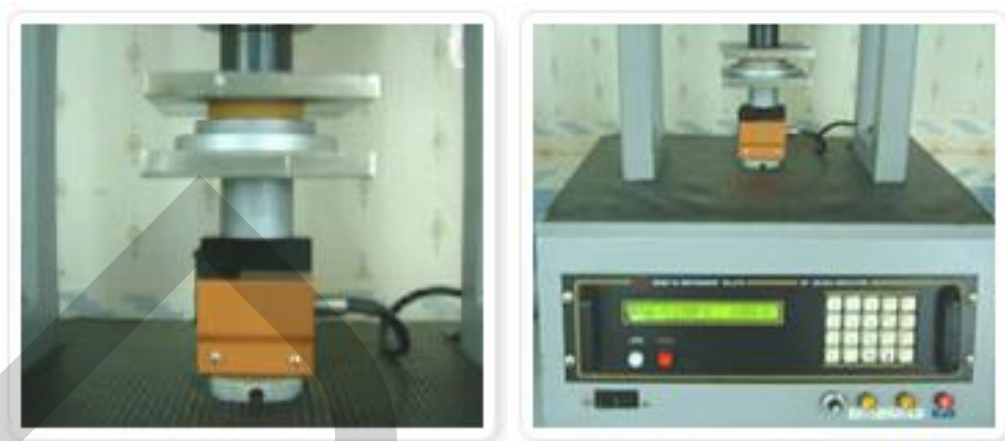


ภาพที่ 3.14 การทดสอบการดัดชื้นน้ำ

3.6.4.3 ความต้านทานแรงกดวงแหวน (Ring crush resistance)

ความต้านทานแรงกดวงแหวน หมายถึง ความสามารถของกระดาษความยาวคงที่ นำมาโค้งงอเป็นวงแหวน เพื่อที่จะต้านแรงกด ในแนวระนาบเดียวกับกระดาษ จนขอบกระดาษหักพับ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) หรือ กิโลกรัมแรง (kgf) ค่าความต้านทานแรงกดวงแหวน ของกระดาษในแนวขวางเครื่อง จะมีความสัมพันธ์กับความต้านแรงกด หรือความแข็งแรงในการเรียงซ้อนของกล่องกระดาษหรือถังกระดาษ นอกจากนี้แล้วค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนยังสัมพันธ์กับแนวกดความต้านแรงกดแนวตั้งของแผ่นกระดาษลูกฟูกสามารถใช้ค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนนี้ในการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในสายการผลิต

ค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษทำฝักกล่องและกระดาษทำลูกฟูกสามารถนำมาคำนวณหาความต้านทานแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูกได้ เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องกด (Crush tester) และที่จับขึ้นทดสอบ (ring crush holder) มาตรฐานที่ใช้ ได้แก่ TAPPI T 818 , มอก. 321



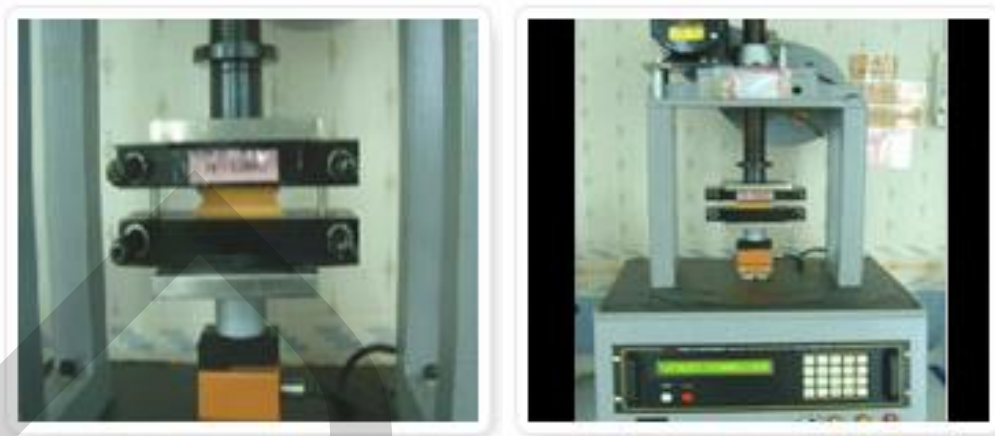
ภาพที่ 3.15 การหาความต้านทานแรงกดวงแหวน

3.6.4.4 ความต้านทานแรงกดในแนวตั้ง (Edge-wise crush resistance)

ความต้านทานแรงกดในแนวตั้ง หมายถึง ความสามารถของแผ่นกระดาษลูกฟูกรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่จะต้านแรงกดเมื่อกระทำในทิศทางเดียวกับแนวตั้งของลูกฟูกจนกระทั่งแผ่นลูกฟูกหักหรือยุบตัวลง มีหน่วยเป็น กิโลนิวตันต่อเมตร

การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อแผ่นกระดาษลูกฟูกมาก เพราะเป็นค่าที่บอกถึงความแข็งแรงของแผ่นกระดาษลูกฟูก ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงในการเรียงซ้อนของกล่องกระดาษลูกฟูกหรือค่าการรับแรงกดของกล่องนั่นเอง ค่าความต้านแรงกดในแนวตั้งสามารถนำมาคำนวณหาความต้านแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูกได้

ในกรณีของแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น ความสูงของลอนลูกฟูกจะมีผลต่อค่าความต้านแรงกดในแนวตั้ง นั่นคือ ความสูงของลอนลูกฟูกมากก็ย่อมมีค่าความต้านแรงกดในแนวตั้งมากตามไปด้วย ซึ่งการเปรียบเทียบกันนี้จะต้องทดสอบที่สภาวะเดียวกันและใช้องค์ประกอบของกระดาษที่ใช้ทำแผ่นกระดาษลูกฟูกเหมือนกัน เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องกด (Crush tester) มาตรฐานที่ใช้ทดสอบได้แก่ ISO 3037 , TAPPI T 811 , TAPPI T 823 , JIS-0410



ภาพที่ 3.16 การหาความต้านทานแรงกดในแนวตั้ง

3.6.4.5 ความต้านทานแรงดันทะลุ (Bursting strength)

ความต้านทานแรงดันทะลุ หมายถึง ความสามารถของกระดาษหรือแผ่นกระดาษลูกฟูกที่จะต้านแรงดันที่กระทำบนแผ่นทดสอบด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนทำให้แผ่นทดสอบนั้นขาดภายใต้สภาวะที่กำหนด มีหน่วยเป็น กิโลปาสกาล (kpa) หรือกิโลกรัมแรงต่อ ตารางเซนติเมตร (kgf/cm²) โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานแรงดันทะลุจะขึ้นอยู่กับ ชนิด สัดส่วน การเตรียมเส้นใยและปริมาณเส้นใยรวมทั้งสารแต่งเติมในแผ่นกระดาษ

การทดสอบความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษเหนียว (Paperboard) เป็นการทดสอบเพื่อควบคุมสำหรับการผลิตกล่องสำหรับแผ่น กระดาษลูกฟูก 3 ชั้น ไม่เหมาะกับการทดสอบค่าความต้านทานแรงดันทะลุ ส่วนการทดสอบความต้านทานแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษลูก 2 ชั้นค่าที่ได้จะมีความแม่นยำไม่แน่นอนเนื่องจากการทดสอบค่าความต้านทานแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษลูกฟูกหลายชั้นดังนั้นจึงมีการทดสอบทั้งสองด้านของแผ่นกระดาษลูกฟูก

คุณสมบัตินี้มีความสัมพันธ์กับความต้านแรงดึงขาดและความต้านแรงฉีกขาดและจะขึ้นอยู่กับความเหนียว หรือคุณภาพของกระดาษที่ใช้ทำผิวกล่องและสัมพันธ์โดยตรงกับการใช้งานของกระดาษห่อสินค้า กระดาษทำถุง และกระดาษทำกล่อง โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้งานในลักษณะเดียวกับการทดสอบ ใน มอก. 550 จะใช้ความต้านทานแรงดันทะลุของแผ่นกระดาษลูกฟูกในการกำหนดขนาดของกล่องและน้ำหนักบรรจุ และเป็นข้อกำหนดสำคัญประการหนึ่งของภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยภาชนะนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุให้ได้ตามที่กำหนดใน Rule 41, U.S. Uniform (Railroads) Freight Classification

นอกจากนี้ความต้านทานแรงดันทะลุเป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับสินค้าที่ทำให้เกิดแรงดันภายในออกมามากกว่านอกกล่องเป็นบริเวณพื้นที่เล็กๆ เช่น สินค้าที่มีลักษณะดันภายในออกมากวายนอกกล่องเป็นบริเวณพื้นที่เล็กๆ เช่น สินค้าที่มีลักษณะเป็นก้อน แท่งหรือกระป๋อง เป็นต้น มีความจำเป็นต้องใช้แผ่นกระดาษลูกฟูกที่มีค่าความต้านทานแรงดันทะลุสูงๆ เนื่องจากมีการกระทบระหว่างสินค้ากับกล่องบรรจุซึ่งจะบ่งบอกถึงความสามารถในการรองรับน้ำหนักบรรจุของสินค้าที่ถ่วงลงบนผนังด้านล่างของกล่องเมื่อมีการลำเลียงขนส่งเครื่องมือที่ใช้คือ Mullen tester มาตรฐานที่ใช้ทดสอบได้แก่ ISO 2758 (กระดาษเหนียว) ISO 2759 (แผ่นกระดาษลูกฟูก) ASTM D 774 , TAPPI T 403 (กระดาษเหนียว) TAPPI T 810 (แผ่นกระดาษลูกฟูก) , BS 3137 , มอก550



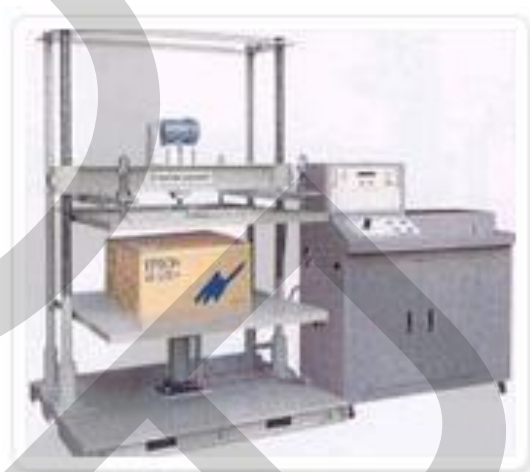
ภาพที่ 3.17 การหาความต้านทานแรงดันทะลุ

3.6.4.6 ความต้านทานแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูก (Compression strength)

ความต้านทานแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูก หมายถึง ความสามารถของกระดาษลูกฟูกในการต้านแรงกดที่กระทำบน กล่องจนกระดาษลูกฟูกนั้นเสียรูปหรือรับแรงกดต่อไปอีกไม่ได้ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) หรือกิโลกรัมแรง (kgf) วิธีการทดสอบนี้ ใช้สำหรับทดสอบกล่องกระดาษลูกฟูกด้วยอัตราความเร็วอย่างสม่ำเสมอกระดาษลูกฟูกเปล่าและกล่องกระดาษลูกฟูกที่บรรจุสินค้า

ค่าความต้านทานแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูกนำมาใช้คำนวณหาจำนวนชั้นในการเรียงซ้อนจริงของกล่องที่บรรจุสินค้า ถึงแม้ว่าการทดสอบนี้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงของกล่องกระดาษลูกฟูกเมื่อเรียงซ้อนก็ตาม แต่ค่าที่ได้ก็ไม่ ได้บ่งบอกถึงน้ำหนักที่สามารถใช้ในการเรียงซ้อนตัวจริงๆ เพราะในทางปฏิบัติจำเป็นต้องมีตัวคูณเพื่อความปลอดภัย (Safety factor) มาเกี่ยวข้อง ซึ่งได้มีการเพื่ค่าความต้านทานแรงกดของกล่องที่อาจลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัย

ต่างๆ ที่จะมีผลต่อค่าความต้านแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูก อันได้แก่ ปริมาณความชื้นในอากาศระยะเวลาในการเก็บ รูปแบบในการเรียงซ้อนกล่อง จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้าย ลักษณะของการขนถ่าย เป็นต้น อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดีคุณสมบัติที่นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบและกำหนดคุณภาพของกล่องกระดาษลูกฟูกให้เหมาะสมกับสินค้า เครื่องมือที่ใช้คือ Compression tester มาตรฐานที่ใช้ทดสอบได้แก่ ASTM D 642 ,ISO 2872 , TAPPI T 804



ภาพที่ 3.18 การหาความต้านทานแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูก

3.6.5 การผลิตกล่องลูกฟูก

หลักการผลิตแผ่นกระดาษลูกฟูก คือ นำกระดาษที่ใช้ทำลอน (Corrugating Medium) เข้าเครื่องผลิตแผ่นลูกฟูกโดยวิ่งผ่านลูกกลอน เพื่อกดให้เกิดลอน และประกบด้วยกระดาษปะผิว (Liner) โดยใช้กาวในการยึดติด และทำให้แห้งตัวโดยการผ่านแผ่นความร้อน จากนั้นตัดให้ได้ขนาดตามความต้องการ

เครื่องผลิตแผ่นกระดาษลูกฟูก (Corrugators) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ Single Facer Section และ Double Facer Section ดังนี้

3.6.5.1 Single Facer Section : เป็นส่วนที่ทำการขึ้นรูปลอนโดยอยู่ในส่วน Wet End ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้

1. Mill Roll Stand : ทำหน้าที่ยึดจับแกนของม้วนกระดาษ
2. Splicer : ทำหน้าที่ในการตัด ต่อ เปลี่ยนม้วนกระดาษนอกจากนี้ยังทำหน้าที่ร่วมกับ Mill Roll Stand ในการปรับความตึงของกระดาษในระหว่างการผลิต

3. Pre-heater : ทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่กระดาษประผิวก่อนทำการติดกาวเพื่อลดความชื้นของกระดาษ

4. pre-condition : เครื่องจักรบางเครื่องที่มีความเร็วสูงหรือมีการใช้กระดาษทำลอนที่มีความหนา หรือมีน้ำหนักมาตรฐานมากอาจมีอุปกรณ์นี้เพื่อทำหน้าที่เพื่อทำหน้าที่ปรับสภาพกระดาษทำลอนให้ดูดซึมกาวได้ดีขึ้น

5. Corrugating Roll : ทำหน้าที่ในการขึ้นรูปลอน (คล้ายเครื่องบดปลาหมึก) ประกอบด้วย Roll 2 ลูก คือ

- Upper Corrugated
- Lower Corrugated Roll

3.6.5.2 Double Facer Section : เป็นส่วนของลูกฟูกที่ทำหน้าที่ประกบกระดาษฟูกหน้าเดียวเข้ากับกระดาษประนอก เข้าสู่ส่วน Dry end ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้

1. Heating Section
2. Cooling Section
3. Rotary Shear
4. Slitter & Score

3.6.6 ประเภทของกล่องลูกฟูก

โดยทั่วไปกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกจะเริ่มต้นจากแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ผลิตได้จากเครื่องผลิตแผ่นลูกฟูก (Corrugator) โดยแผ่นกระดาษลูกฟูกจะถูกทับรอย (Score Line) ซึ่งเป็นส่วนสูงของกล่อง และจะนำไปทับรอย (Crease) ที่เครื่องพิมพ์เพื่อเป็นความกว้างและยาวของกล่องหลังจากนั้นจะเจาะร่อง (Slotted) เพื่อทำเป็นฝาและก้นกล่อง และตัดเป็นส่วนสั้นกาวกล่องซึ่งจะทากาว หรือเย็บลวด ประกอบเป็นกล่องสำเร็จรูปต่อไปแสดงรายละเอียดขั้นตอนการผลิตดังนี้

กล่องกระดาษลูกฟูกที่ได้จะมีความแข็งแรงในการรองรับน้ำหนักบรรจุและรองรับน้ำหนักในการวางเรียงซ้อนที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ

1. เมื่อกลังมีความสูงมากขึ้นจะมีผลให้ Box compression Test ลดลง และเมื่อกลังมีผลบวกของด้านกว้างและยาวลดลงก็จะมีผลให้ Box Compression Test ลดลงด้วย

2. อัตราส่วน ด้านสูง: ด้านกว้าง และด้านยาว : ด้านกว้าง จะมีผลต่อ Stacking Performance ของกล่องโดยที่กล่องนั้นๆ มีโครงสร้างและปริมาตรบรรจุเดียวกัน

3.6.6.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงแน่นอนหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงที่สามารถจัดรูปแบบการจัดเรียงตัวที่แน่นอนเป็นระเบียบสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. สินค้าที่มีความสามารถในการรับน้ำหนักขณะวางเรียงซ้อนได้ด้วยตัวเองเช่นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกระป๋องขวดและหนังสือเป็นต้นกล่องที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่จำเป็นต้องมีคุณภาพทางด้าน Box Compression Strength สูงมากแต่ต้องการให้มีความแข็งแรงเพียงพอในการรองรับน้ำหนักสินค้าที่บรรจุและมีขนาดของกล่องที่ให้การบรรจุที่กระชับ

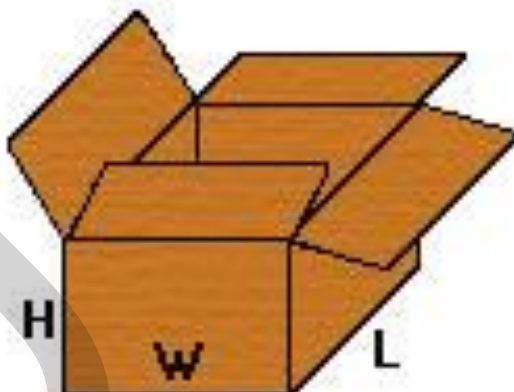
2. สินค้าที่มีความสามารถในการรองรับน้ำหนักขณะวางเรียงซ้อนได้บางส่วนเช่นกระดาษเช็ดหน้าที่บรรจุกล่องเล็กกระดาษชำระเป็นต้นตัวสินค้าหรือกล่องเล็กที่บรรจุมีความแข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักได้บางส่วน กล่องที่ใช้จึงจำเป็นต้องเพิ่มคุณภาพทางด้าน Box Compression Strength ให้สูงเพียงพอ

ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงไม่แน่นอนหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ไม่คงรูปสามารถเปลี่ยนแปลงรูปทรงได้ง่ายเช่นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผงเม็ดหรือของเหลวเป็นต้นกล่องที่ใช้บรรจุสินค้าพวกนี้ต้องมีความต้านทานแรงดันทะลุ (Bursting Strength) จากภายในกล่องซึ่งจะทำให้กล่องบวมยุบเสียหายได้ง่ายและต้องมีคุณภาพทางด้าน Stacking Strength ที่สูงเพียงพอต่อการรับน้ำหนักที่วางเรียงซ้อนกัน

3.6.6.2 Bulk Density ของผลิตภัณฑ์

Bulk Density หมายถึงน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยปริมาตรของการบรรจุสินค้านั้นๆผลิตภัณฑ์ที่มี Bulk Density สูงจะมีน้ำหนักมากแต่มีปริมาตรบรรจุน้อยเช่นลูกปัดและอุปกรณ์เครื่องยนต์เป็นต้นกล่องที่ใช้บรรจุภัณฑ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำหนักบรรจุสูงเพื่อป้องกันความเสียหายขณะเคลื่อนย้าย

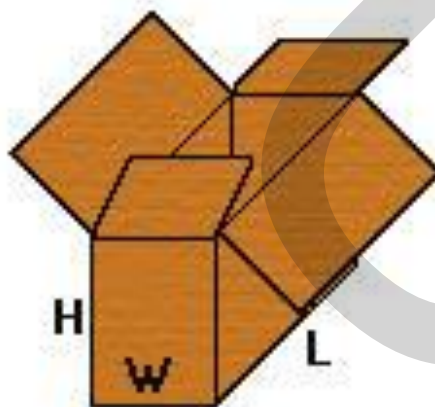
ผลิตภัณฑ์ที่มี Bulk Density ต่ำจะมีน้ำหนักน้อยแต่มีปริมาตรมากเช่นกระดาษชำระและบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นต้นกล่องที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักบรรจุแต่จะมีปัญหาเกี่ยวกับขนาดของกล่องเมื่อต้องการบรรจุปริมาณมากโดยกล่องที่มีขนาดใหญ่กว่าจะมีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงถูกทำให้บิดตัวเสียรูปทรงได้ง่ายและมีปัญหาทั้งในการเคลื่อนย้ายและการเก็บรักษา



ภาพที่ 3.19 กล่องธรรมดากล่องฝาชน – RSC (Regular Slotted Container)

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของกล่องธรรมดา

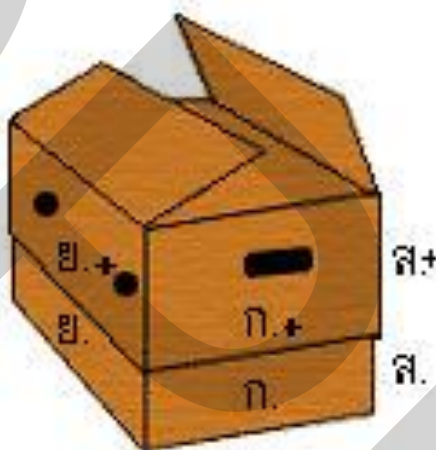
ลักษณะ	เป็นกล่อง 4 เหลี่ยม เปิดไล่ด้านบนและด้านล่าง ฝาด้านบนและด้านล่างชนกันสนิท
การใช้งาน	ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีความแข็งแรงพอประมาณ
ตัวอย่าง	กล่องคอมพิวเตอร์ , กล่องเครื่องใช้ไฟฟ้า



ภาพที่ 3.20 กล่องฝาเกย – OSC (Overlap Slotted Container)

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของกล่องฝาเกย

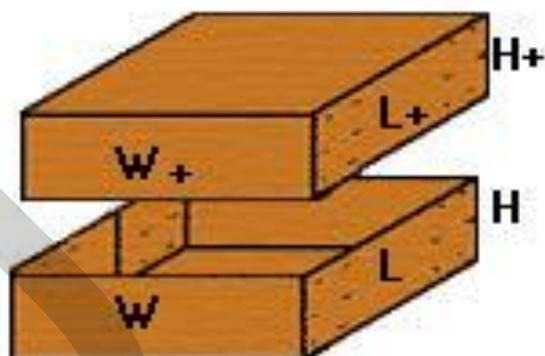
ลักษณะ	เป็นกล่อง 4 เหลี่ยม เปิดได้ด้านบนและด้านล่าง ฝาด้านบนและด้านล่างมีลักษณะยกกัน
การใช้งาน	ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ทั่วไป มีความแข็งแรง มากสามารถป้องกันการสูญหายของสินค้า ที่ถูกบรรจุได้
ตัวอย่าง	กล่องเฟอร์นิเจอร์



ภาพที่ 3.21 กล่องผลไม้ – FTHS (Full Telescope Half Slotted)

ตารางที่ 3.5 คุณสมบัติของกล่องผลไม้

ลักษณะ	เป็นกล่อง 4 เหลี่ยม สามารถเปิดได้โดยแยกกล่อง ที่สวมกันอยู่ หรือเปิดจากฝาด้านบนและด้านล่าง โดยใช้ลักษณะของกล่อง FTD กับ RSC มาผสมกัน มี 2 ชั้น แต่ละชั้นสามารถเปิดด้านบน และด้านล่างได้ โดยมีฝาแบบฝาชน
การใช้งาน	ประกอบตัวกล่องได้ง่าย
ตัวอย่าง	กล่องผลไม้



ภาพที่ 3.22 กล่องฝาครอบ – FTD (Full Telescope Design Style Box)

ตารางที่ 3.6 คุณสมบัติของกล่องฝาครอบ

ลักษณะ	เป็นกล่อง 4 เหลี่ยม เปิดโดยยกกล่องที่สวมกันอยู่ 2 กล่อง เปิดด้านล่าง 1 กล่อง และเปิดด้านบนอีก 1 กล่อง สามารถครอบกันได้สนิท
การใช้งาน	ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ แสดงสินค้าให้เห็นได้ชัดเจน ในขณะที่เปิดกล่อง หรือต้องการระบายอากาศ
ตัวอย่าง	กล่องสี่เหลี่ยม, กล่องใส่ดอกไม้



ภาพที่ 3.23 กล่องไค้ท (Die-Cut)

ตารางที่ 3.7 คุณสมบัติของกล่องไคคัท

ลักษณะ	ขึ้นอยู่กับความต้องการ และลักษณะของสินค้า มีความแข็งแรง สวยงาม สามารถทำตามรูปร่าง ของสินค้าได้
การใช้งาน	รูปแบบที่สวยงาม สามารถออกแบบใช้งานได้ตามประสงค์
ตัวอย่าง	ใส่ผลไม้ ของเล่น หรือชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์

3.7 ปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรมกล่องกระดาษ

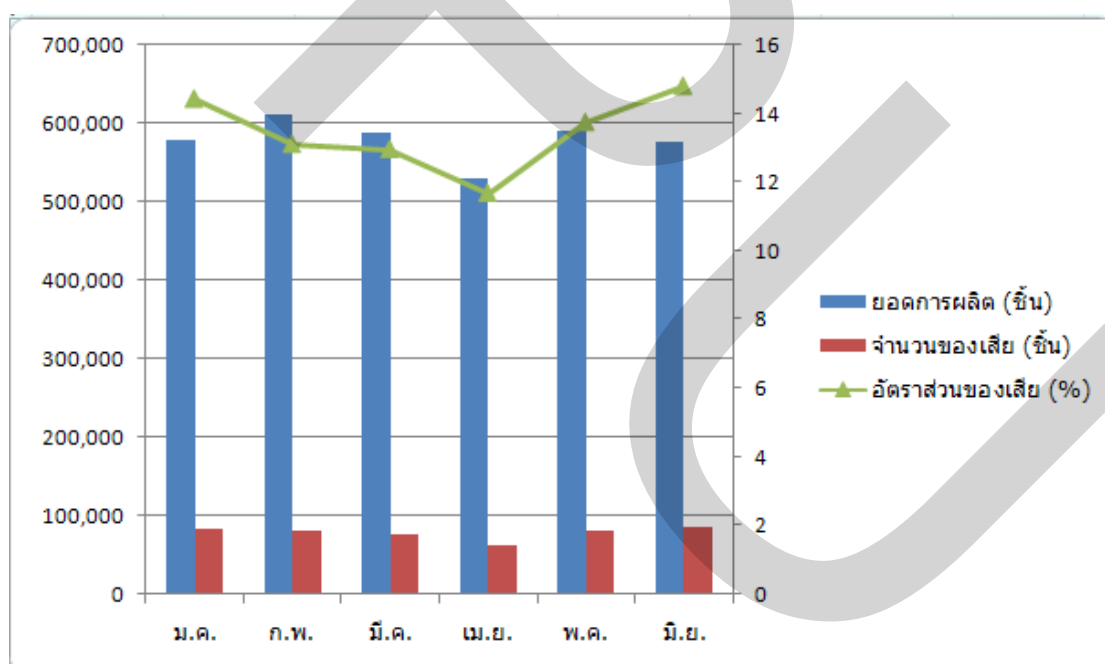
จากการเก็บรวบรวมข้อมูล เดือน มกราคม - เดือน มิถุนายน 2554 และจากการสอบถามข้อมูลลักษณะปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย จากฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายผลิต นั้นผู้วิจัยได้พบว่ามีลักษณะปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียทั้งหมด 24 แบบด้วยกันนั้นคือ

1. กระดาษพอง
2. บีมหลุดจาก-ตก-เคลื่อน
3. บีมผิดจากแบบ
4. บีมกลับด้าน
5. พิมพ์ผิดจากแบบ
6. พิมพ์สีซีด จาง ไม่เสมอ ไม่ติด
7. พิมพ์สีเบื่อน-เข้ม เศษติด
8. พิมพ์กลับด้าน
9. แกะเศษขาด
10. เหลือด้านใดด้านหนึ่ง
11. ถลอกจากเครื่องสล็อต
12. สล็อตลึก-ขาด-แตก-เบี้ยว
13. สล็อตผิดจากแบบ
14. เซาะเบี้ยว-เซาะลึก
15. กระดาษเบื่อนดำ
16. กระดาษสั้น
17. กระดาษริมไม่เสมอ
18. กระดาษผิดจากแบบ
19. กระดาษหัก-เสีย

20. ทับเส้นแตกนอก-ใน
21. ทับเส้นไม่ติด
22. ทับเส้นเบี้ยว
23. เย็บเสีย
24. โคนพาเลท

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลของเสีย เดือน มกราคม – เดือน มิถุนายน 2554

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ยอดการผลิต (ชิ้น)	580,120	612,006	587,455	530,749	590,708	577,324
จำนวนของเสีย (ชิ้น)	83,712	80,256	76,151	61,998	81,239	85,475
อัตราส่วนของเสีย(%)	14.43	13.11	12.96	11.68	13.75	14.81



ภาพที่ 3.24 กราฟของเสีย เดือน มกราคม – เดือน มิถุนายน 2554

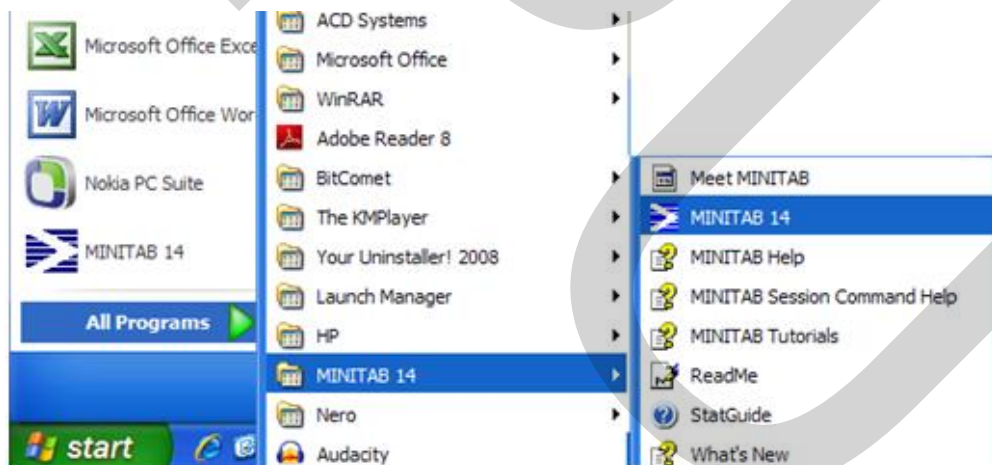
บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการควบคุมคุณภาพ

ในบทนี้จะอธิบายการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพด้วยหลักการทางสถิติ ที่นำมาใช้วิเคราะห์ปัญหาเพื่อปรับปรุงการควบคุมคุณภาพ และจะทำการระบุปัญหาที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์โดยการนำโปรแกรมวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพด้วยหลักการทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลต่อลักษณะการเกิดของเสียและวิเคราะห์ปัญหาเพื่อปรับปรุงการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต

4.1 การเริ่มใช้งานโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 1 เข้าไปที่ start > All Program > MINITAB 14 > MINITAB 14

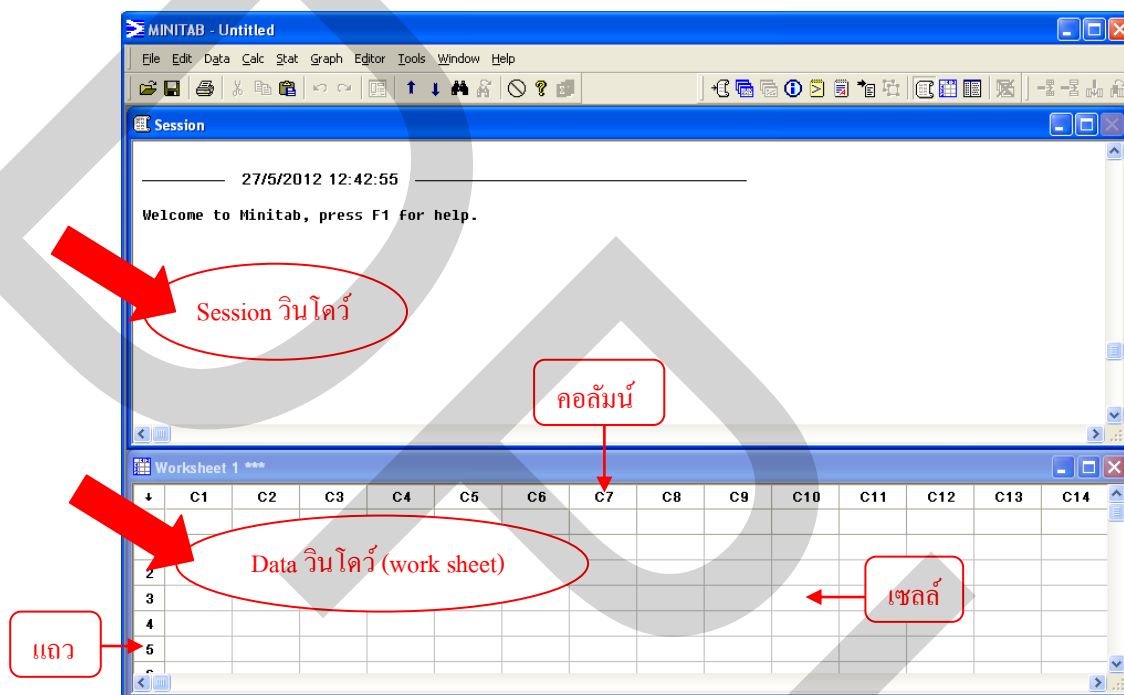


ภาพที่ 4.1 การเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพด้วยหลักการทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 2 หลังจากขั้นตอนที่ 1 จะได้น้ำโปรแกรมวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพด้วยหลักการทางสถิติ (MINITAB) ตามภาพที่ 4.2 จะพบ 2 ส่วนหลักบนหน้าจอ MINITAB

- Session วินโดว์จะแสดงผลของการวิเคราะห์ในรูปแบบของตัวอักษร (text) และในวินโดว์นี้สามารถป้อนคำสั่งเข้าไปแทนการใช้เมนูของโปรแกรมได้

- Data วินโดว์จะมีเวิร์คชีทที่มีลักษณะคล้ายตารางคำนวณ (Spreadsheet) โดยสามารถเปิดหลายเวิร์คชีทพร้อมกันได้



ภาพที่ 4.2 หน้าจอหลักโปรแกรมสำเร็จรูป

4.2 การนำเข้าข้อมูลในการวิเคราะห์แผนภูมิ p

4.2.1 รายละเอียดของฟอร์มการนำเข้าข้อมูลต่างๆ

ในการวิเคราะห์ทำโดยใช้เวิร์คชีทรวบรวมข้อมูลจากการเก็บก่อนเริ่มทำการวิเคราะห์ MINITAB โดยใช้ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลการผลิตและข้อมูลของเสียในแต่ละวันที่เกิดของเสียโดยนำตัวเลขมาใส่ที่เวิร์คชีท

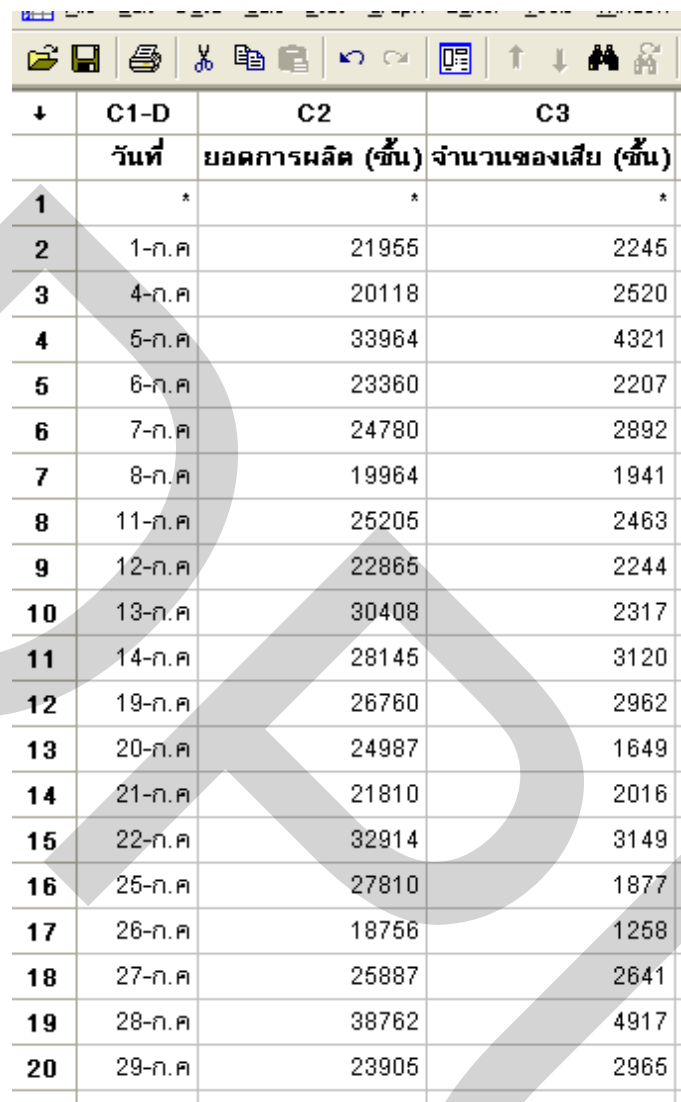
4.2.2 นำข้อมูลของเสียใส่ลงไปในเวิร์คชีท ตามรายละเอียดดังนี้

4.2.2.1 คอลัมน์ C 1-D จะใส่ข้อมูลวันที่เกิดของเสีย เช่น 1 ก.ค.

4.2.2.2 คอลัมน์ C 2 จะใส่ยอดการผลิตเช่น 21,955

4.2.2.3 คอลัมน์ C 3 จะใส่จำนวนของเสีย เช่น 2,901

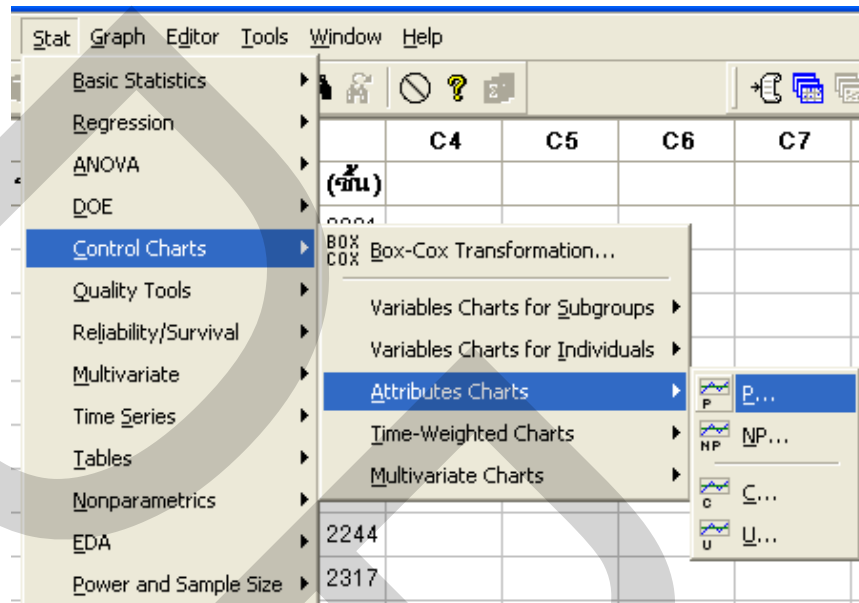
ทำการใส่ข้อมูลลงไปให้ครบตามจำนวนวันที่ผลิตตามที่ได้เก็บข้อมูลมาแสดงดังภาพที่ 4.3



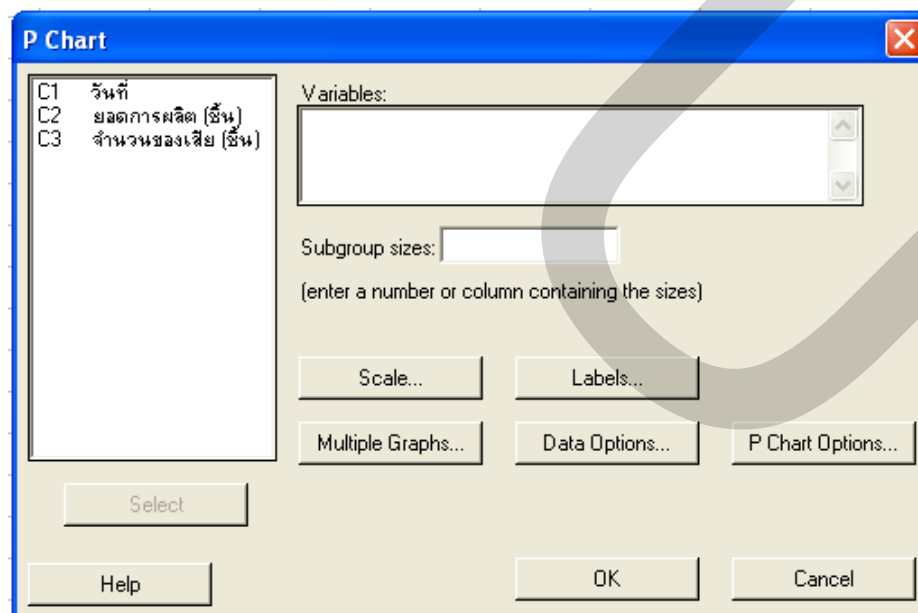
↓	C1-D	C2	C3
	วันที่	ยอดการผลิต (ตัน)	จำนวนของเสีย (ตัน)
1	*	*	*
2	1-ก.ค	21955	2245
3	4-ก.ค	20118	2520
4	5-ก.ค	33964	4321
5	6-ก.ค	23360	2207
6	7-ก.ค	24780	2892
7	8-ก.ค	19964	1941
8	11-ก.ค	25205	2463
9	12-ก.ค	22865	2244
10	13-ก.ค	30408	2317
11	14-ก.ค	28145	3120
12	19-ก.ค	26760	2962
13	20-ก.ค	24987	1649
14	21-ก.ค	21810	2016
15	22-ก.ค	32914	3149
16	25-ก.ค	27810	1877
17	26-ก.ค	18756	1258
18	27-ก.ค	25887	2641
19	28-ก.ค	38762	4917
20	29-ก.ค	23905	2965
--			

ภาพที่ 4.3 การใส่ข้อมูลในโปรแกรม ในรูปแบบแผนภูมิควบคุม

4.2.3 เลือกเมนูหลัก Stat เลือกเมนูย่อย Control Chart เลือกเมนูย่อย Attributes Chart เลือกเมนูย่อย p



ภาพที่ 4.4 วิธีการเข้าสู่การประมวลผลแผนภูมิควบคุม

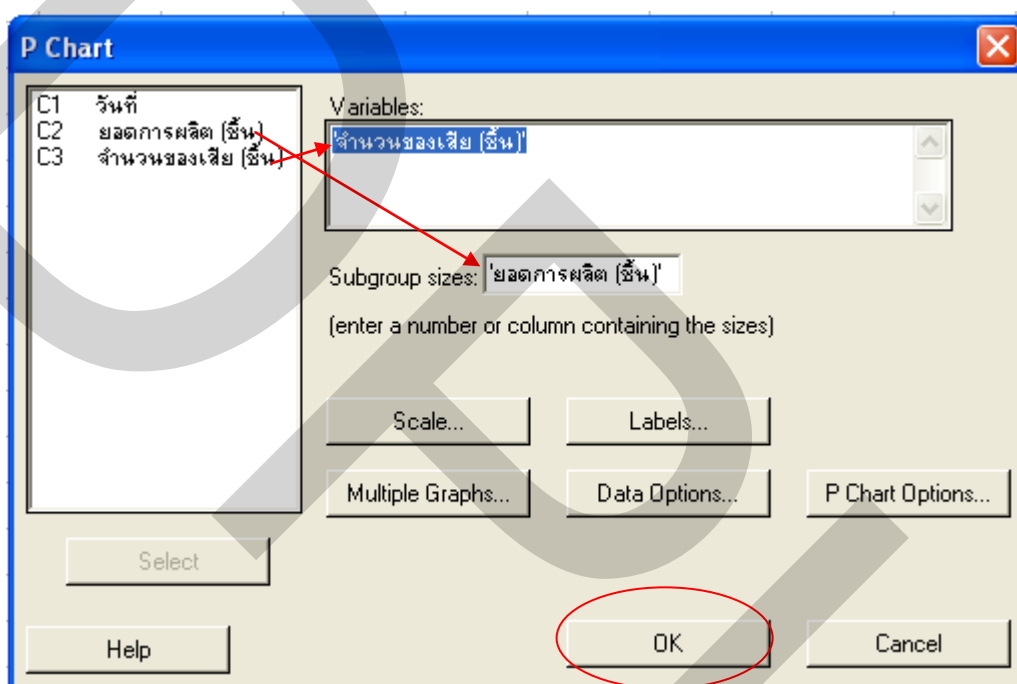


ภาพที่ 4.5 หน้าต่างก่อนการใส่ข้อมูลลงในในรูปแบบแผนภูมิควบคุม

ด้วยหลักการทางสถิติ (MINITAB) ในรูปแบบแผนภูมิควบคุม (p - chart)

จากภาพที่ 4.5 จะแสดงหน้าต่างชื่อ p chart ซึ่งในหน้าต่าง p chart จะประกอบไปด้วยช่องใส่ข้อมูล 2 ช่อง ช่องแสดงข้อมูล 1 ช่อง และปุ่ม (Button) 9 ปุ่ม

4.2.4 คลิกจำนวนของเสียลงในช่อง Variables และยอดของเสียในช่อง Subgroup sizes จากนั้นคลิกOK

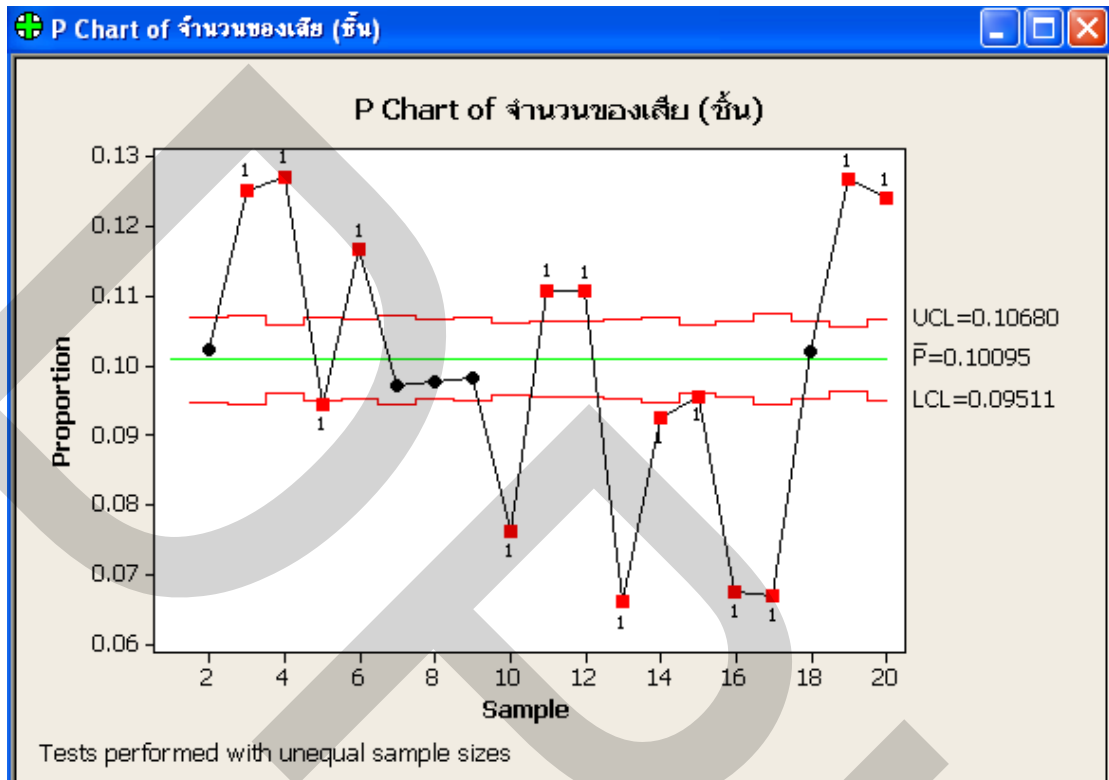


ภาพที่ 4.6 วิธีการใส่ข้อมูลลงในหน้าต่าง p chart

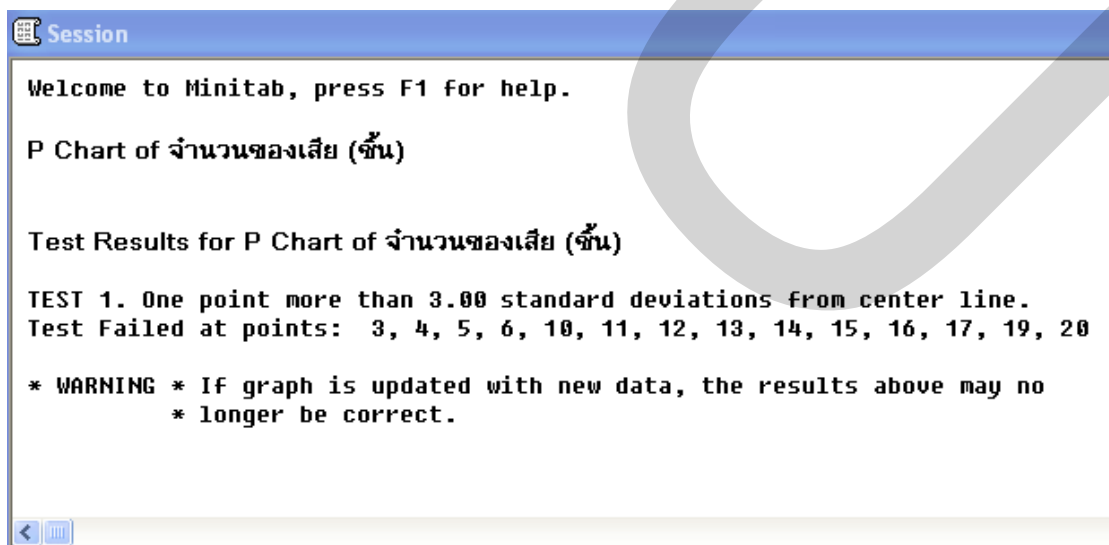
4.2.4.1 Variables เป็นช่องการเลือกตัวแปรที่ต้องการตรวจลักษณะในที่นี่คือจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นให้แสดงข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิ p

4.2.4.2 Subgroup size เป็นช่องที่ใส่กลุ่มตัวอย่างที่เก็บมาในที่นี่คือยอดการผลิตเพื่อให้แสดงข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิ p

4.2.5 เมื่อคลิก OK จะได้นหน้าต่างชื่อ p chart of จำนวนของเสียแผนภูมิ p



ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างผลลัพธ์แผนภูมิควบคุม



ภาพที่ 4.8 หน้าต่าง Session แผนภูมิควบคุม

4.3 การนำเข้าข้อมูลในการวิเคราะห์แผนภาพพาเรโต

4.3.1 รายละเอียดของฟอร์มการนำเข้าข้อมูลต่างๆ

ในการวิเคราะห์ทำโดยใช้เวิร์คชีทรวบรวมข้อมูลจากการเก็บก่อนเริ่มทำการวิเคราะห์ MINITAB โดยใช้ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลลักษณะปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละลักษณะ โดยนำตัวเลขมาใส่ที่เวิร์คชีท

4.3.2 นำข้อมูลของเสียใส่ลงไปในเวิร์คชีท ตามรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1 คอลัมน์ C 1-T จะใส่ข้อมูลลักษณะปัญหา เช่น กระดาษพอง

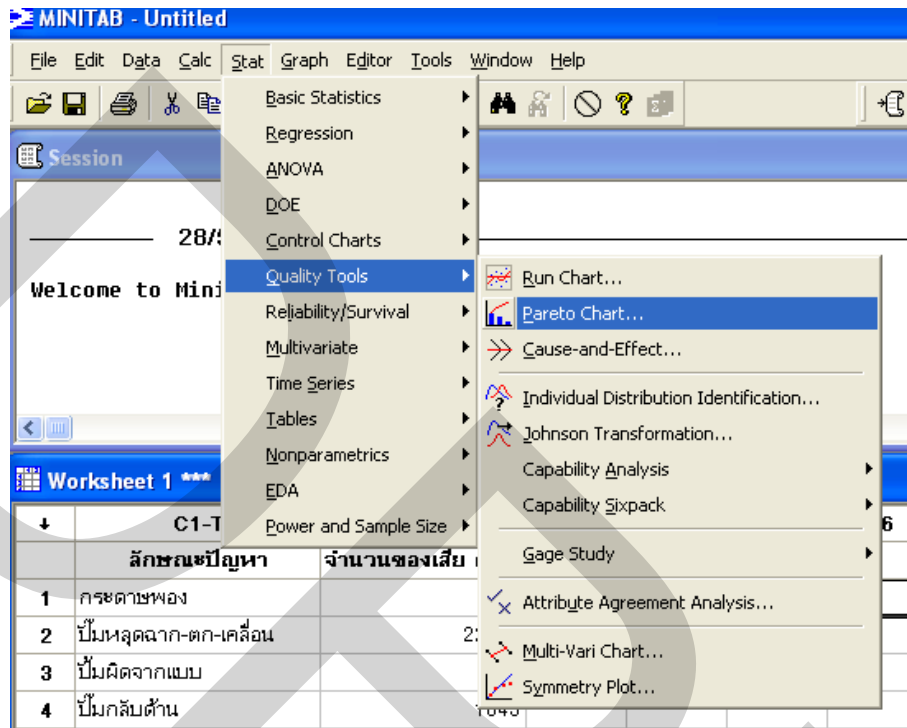
4.3.2.2 คอลัมน์ C 2 จะใส่จำนวนของเสีย (ชิ้น) เช่น 31

ทำการใส่ข้อมูลลงไปให้ครบตามจำนวนวันที่ผลิตตามที่ได้เก็บข้อมูลมาแสดงดังภาพที่ 4.9

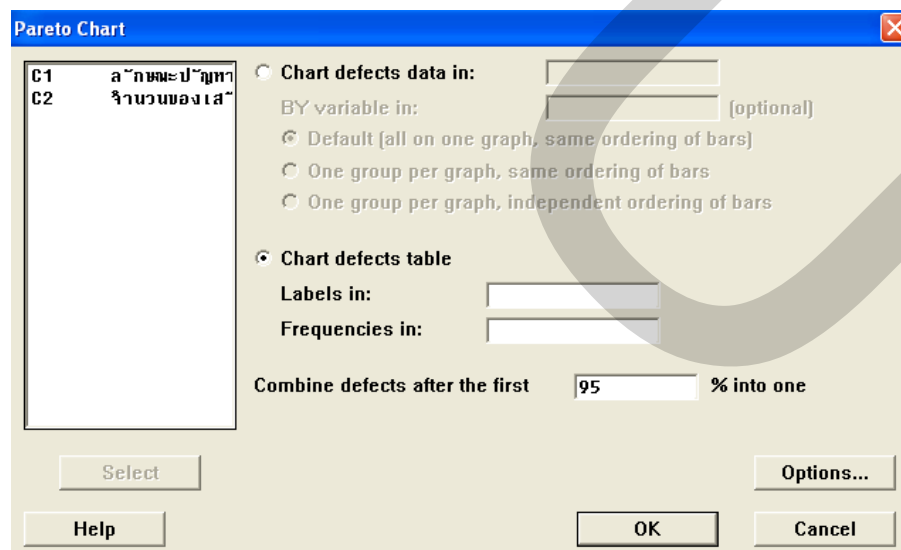
Worksheet 1 ***			
↓	C1-T	C2	C3
	ลักษณะปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	
1	กระดาษพอง	31	
2	ปืนหลุดจากตก-เคลื่อน	22875	
3	ปืนผิดจากแบบ	24	
4	ปืนกลับด้าน	1645	
5	พิมพ์ผิดจากแบบ	33	
6	พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด	1710	
7	พิมพ์สีเบื่อน-เข้ม เศษติด	21	
8	พิมพ์กลับด้าน	17	
9	แกะเศษขาด	16926	
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	33	
11	ถลอกจากเครื่องสลอต	40	

ภาพที่ 4.9 การใส่ข้อมูลในโปรแกรม ในรูปแบบแผนภาพพาเรโต

4.3.3 เลือกเมนูหลัก Stat เลือกเมนูย่อย Quality Tools เลือกเมนูย่อย Pareto Chart



ภาพที่ 4.10 วิธีการเข้าสู่การประมวลผลแผนภาพพาเรโต

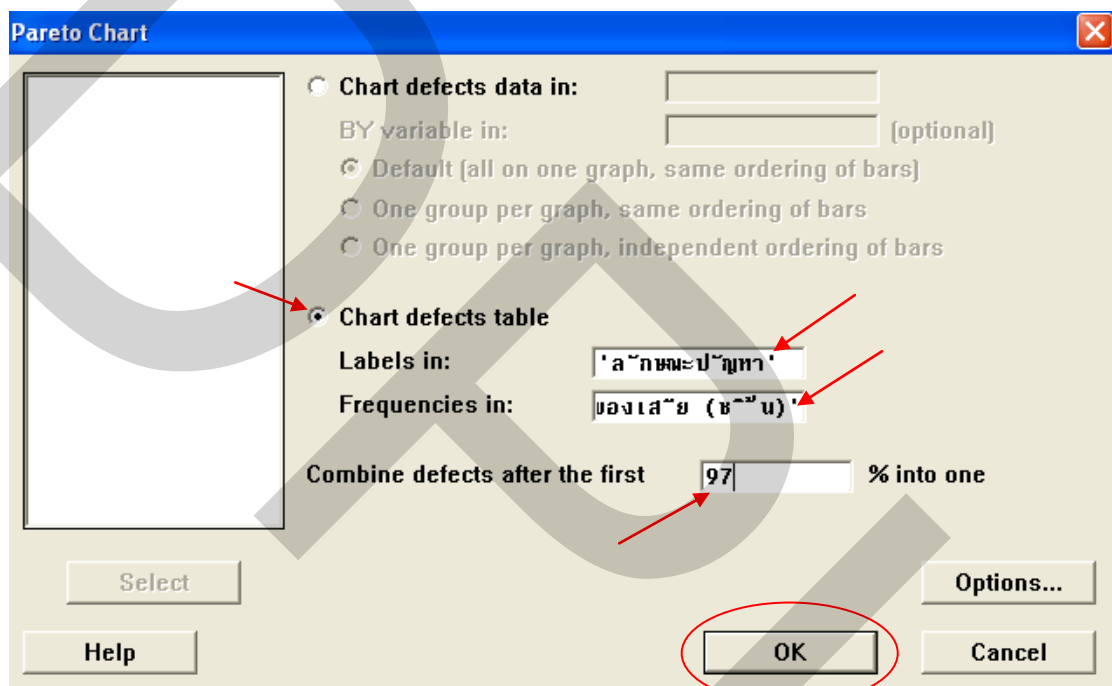


ภาพที่ 4.11 หน้าต่างก่อนการใส่ข้อมูล ในรูปแบบแผนภาพพาเรโต

หลักการทางสถิติ (MINITAB) ในรูปแบบแผนภาพพารโต

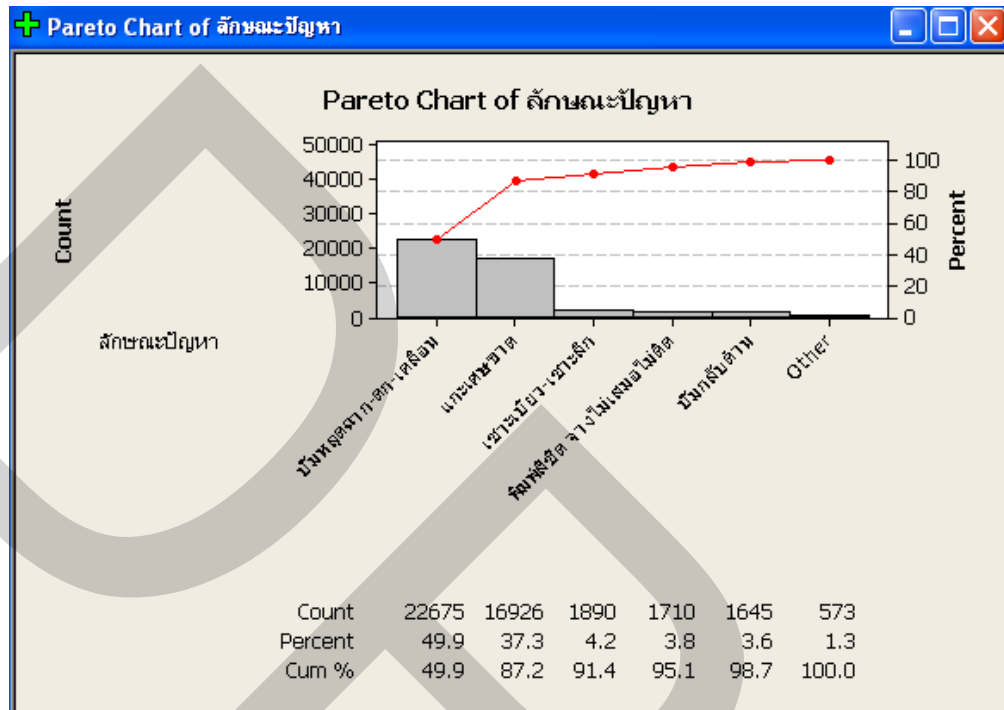
จากภาพที่ 4.11 จะแสดงหน้าต่างชื่อ Pareto chart หน้าต่าง Pareto chart จะประกอบไปด้วยช่องใส่ข้อมูล 2 ช่อง ช่องแสดงข้อมูล 5 ช่อง และปุ่ม (Button) 5 ปุ่ม

4.3.4 เลือก Chart defects table คลิกลักษณะปัญหาในช่อง Labels in และจำนวนของเสียในช่อง Frequencies in แล้วใส่ค่าเปอร์เซ็นต์ในช่อง Combine defects after the first จากนั้นคลิก OK



ภาพที่ 4.12 วิธีการใส่ข้อมูลลงในหน้าต่าง Pareto chart

4.3.5 เมื่อคลิก OK จะได้นหน้าต่างชื่อ pareto chart of ลักษณะปัญหา



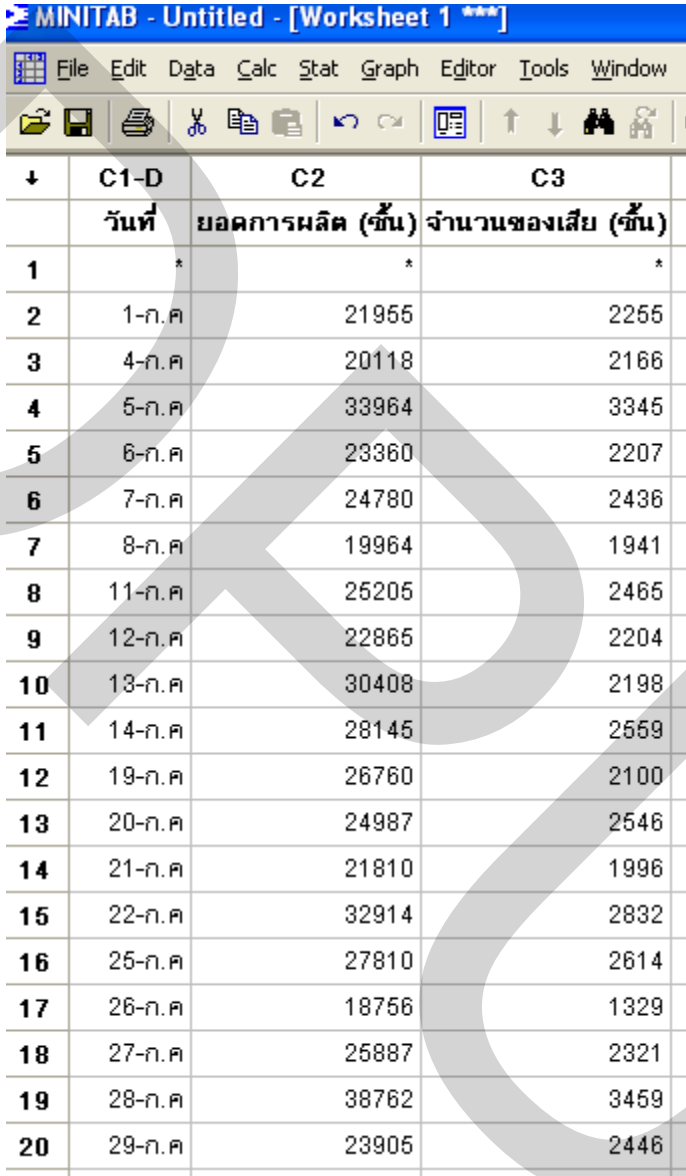
ภาพที่ 4.13 แสดงผลการหาปัญหาหลักโดยแผนภาพพารโต

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 เก็บข้อมูลปริมาณของเสีย

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม – 30 กันยายน 2554 โดยเก็บข้อมูลปริมาณของเสียแยกตามลักษณะการเกิดของเสียแต่ละลักษณะ และการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บของเสียมาทำการกรอกใส่ลงในโปรแกรมวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพด้วยหลักการทางสถิติ (MINITAB) โดยทำการแสดงข้อมูลการเก็บจำนวนของเสียในแต่ละวันดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ในภาคผนวก ข

4.4.2 ทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุม (p-chart) เพื่อหาจุดผิดปกติประจำเดือน กรกฎาคม 2554 โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ข

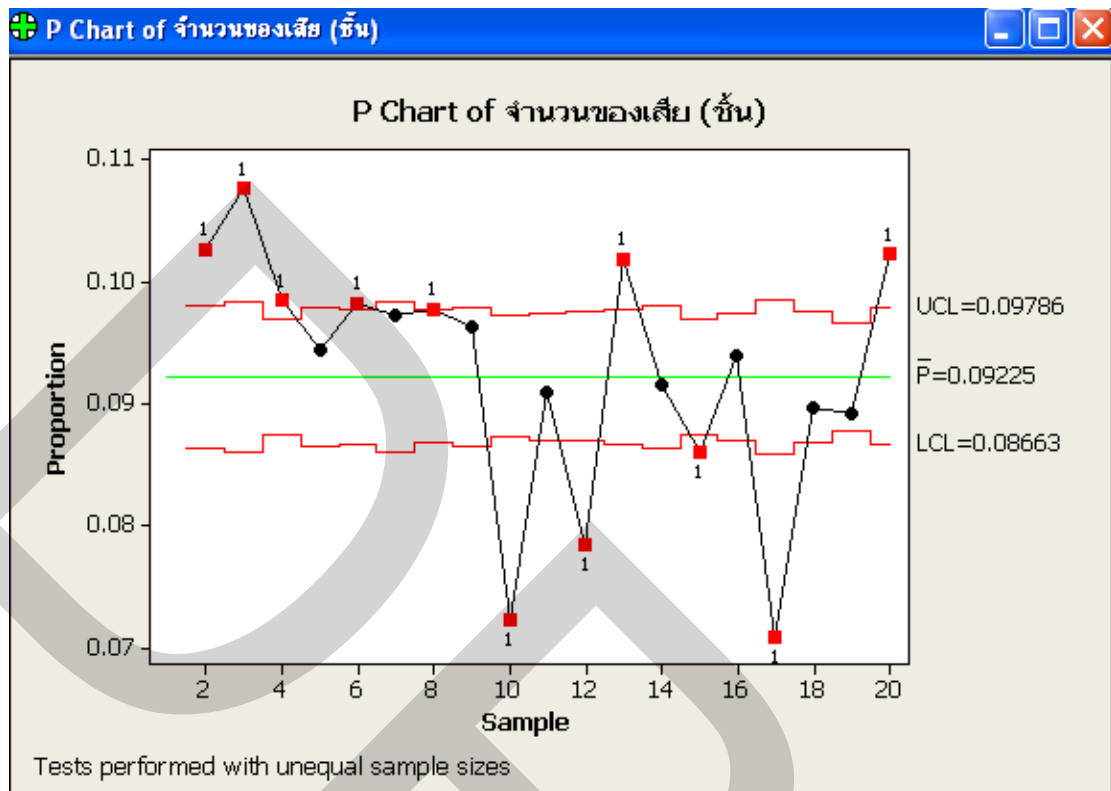


MINITAB - Untitled - [Worksheet 1 ***]

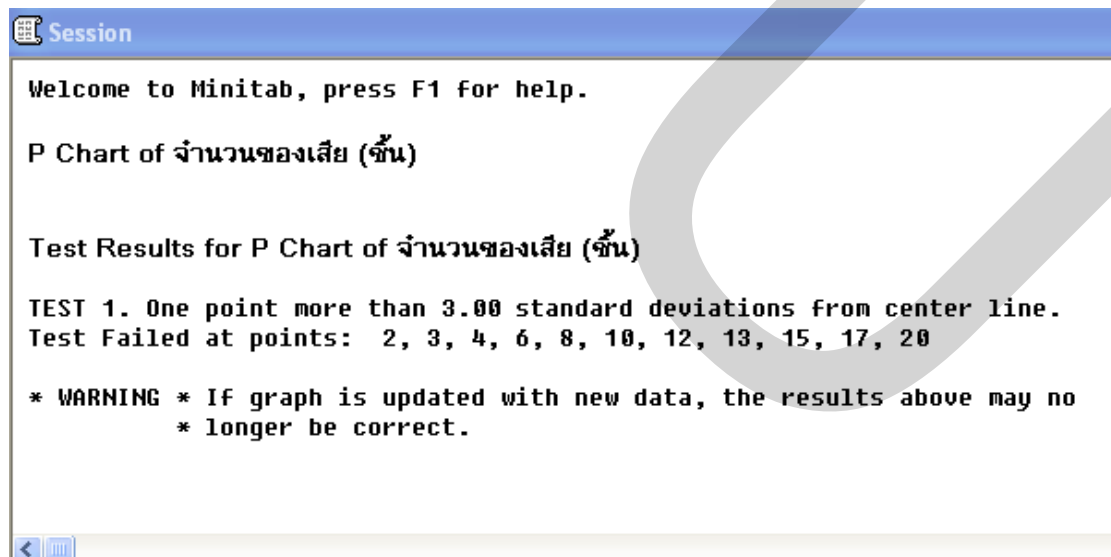
File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window

↓	C1-D	C2	C3
	วันที่	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	*	*	*
2	1-ก.ค	21955	2255
3	4-ก.ค	20118	2166
4	5-ก.ค	33964	3345
5	6-ก.ค	23360	2207
6	7-ก.ค	24780	2436
7	8-ก.ค	19964	1941
8	11-ก.ค	25205	2465
9	12-ก.ค	22865	2204
10	13-ก.ค	30408	2198
11	14-ก.ค	28145	2559
12	19-ก.ค	26760	2100
13	20-ก.ค	24987	2546
14	21-ก.ค	21810	1996
15	22-ก.ค	32914	2832
16	25-ก.ค	27810	2614
17	26-ก.ค	18756	1329
18	27-ก.ค	25887	2321
19	28-ก.ค	38762	3459
20	29-ก.ค	23905	2446

ภาพที่ 4.14 ข้อมูลแผนภูมิควบคุม เดือน กรกฎาคม 2554



ภาพที่ 4.15 ผลแผนภูมิควบคุม จำนวนของเสีย เดือน กรกฎาคม 2554



ภาพที่ 4.16 หน้าต่าง Session แผนภูมิควบคุม เดือน กรกฎาคม 2554

จากแผนภูมิควบคุม chart of จำนวนของเสียเดือน กรกฎาคม 2554 มีค่าสัดส่วนของเสีย (p) ที่ตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดบน จำนวน 7 จุดและขีดจำกัดล่างจำนวน 4 จุด

เนื่องจากขนาดของกลุ่ม (n) ไม่คงที่ ทำให้พิสัยควบคุมเปลี่ยนแปลง เพราะฉะนั้นเส้นพิสัยควบคุมจะแตกต่างกันตลอดเวลา จากแผนภูมิควบคุม (p chart) ที่แสดงพบว่ามีจุดผิดปกติทั้งด้านบนและด้านล่างเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่มีความเสถียรภาพ (Unstable) และความผันแปรสูงสำหรับจุดที่ออกนอกเส้นควบคุมด้านบนที่มีสัดส่วนของเสียมากผิดปกติ นั่นคือวันที่ 1 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,255 ชิ้น, วันที่ 4 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,166 ชิ้น, วันที่ 5 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 3,345 ชิ้น, วันที่ 7 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,436 ชิ้น, วันที่ 11 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,465 ชิ้น, วันที่ 20 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,546 ชิ้น และวันที่ 29 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,446 ชิ้น

เมื่อได้ผลลัพธ์จากแผนภูมิควบคุม (p - chart) ทำให้ทราบว่าปริมาณของเสียในการผลิตวันใดที่มีความผิดปกติจากนั้นนำข้อมูลการผลิตและการเกิดของเสียในวันที่ผิดปกติมาวิเคราะห์หาสาเหตุของการทำให้ปริมาณของเสียมีจำนวนมาก โดยใช้แผนภาพพารेटโต (pareto chart) เพื่อหาลักษณะการเกิดของเสียที่เป็นปัญหาหลักที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายในกระบวนการผลิตทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

4.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภาพพารेटโต (pareto chart)

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเดือน มกราคม – เดือน มิถุนายน 2554 และจากการสอบถามข้อมูลลักษณะปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย จากฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายผลิต นั้นผู้วิจัยได้พบว่ามีลักษณะปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียทั้งหมด 24 แบบด้วยกันนั้น คือ

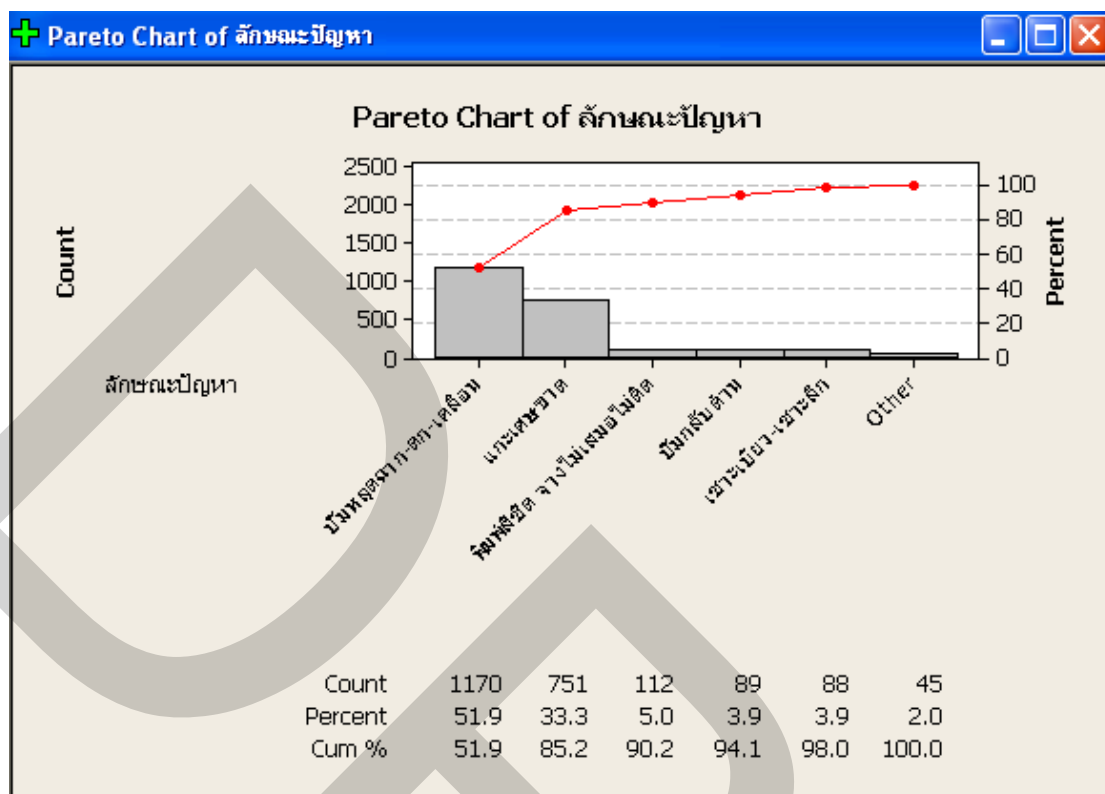
1. กระจายพอง
2. บั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน
3. บั้มผิดจากแบบ
4. บั้มกลับด้าน
5. พิมพ์ผิดจากแบบ
6. พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด
7. พิมพ์สีเบื่อน-เข้ม เศษติด
8. พิมพ์กลับด้าน
9. แกะเศษขาด
10. เหลือด้านใดด้านหนึ่ง
11. ถลอกจากเครื่องสล็อต

12. สลotted-ขาด-แตก-เบี้ยว
13. สลottedผิดจากแบบ
14. เซาะเบี้ยว-เซาะลึก
15. กระจายเบื่อนำ
16. กระจายสั้น
17. กระจายริมไม่เสมอ
18. กระจายผิดจากแบบ
19. กระจายหัก-เสีย
20. ทับเส้นแตกนอก-ใน
21. ทับเส้นไม่ติด
22. ทับเส้นเบี้ยว
23. เข็มเสีย
24. โคนพาเลท

4.4.3.1 วิเคราะห์หาปัญหาหลัก วันที่ 1 เดือน กรกฎาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ข

↓	C1-T ลักษณะปัญหา	C2 จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาษพอง	0
2	ปั้มหลุดจาก-ตัก-เคลื่อน	1170
3	ปั้มผิดจากแบบ	5
4	ปั้มกลับด้าน	89
5	พิมพ์ผิดจากแบบ	5
6	พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด	112
7	พิมพ์สีเพี้ยน-เข้ม เศษติด	3
8	พิมพ์กลับด้าน	0
9	แกะเศษขาด	751
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	6
11	ถลอกจากเครื่องสล็อต	2
12	สล็อตสึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	0
13	สล็อตผิดจากแบบ	0
14	เศษเบี้ยว-เศษเล็ก	88
15	กระดาษเพี้ยนดำ	5
16	กระดาษล้น	3
17	กระดาษริมไม่เสมอ	4
18	กระดาษผิดจากแบบ	0
19	กระดาษหัก-เสีย	4
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	0
21	ทับเส้นไม่ติด	4
22	ทับเส้นเบี้ยว	3
23	เย็บเสีย	1
24	โดนพาลเท	0

ภาพที่ 4.17 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 1 กรกฎาคม 2554



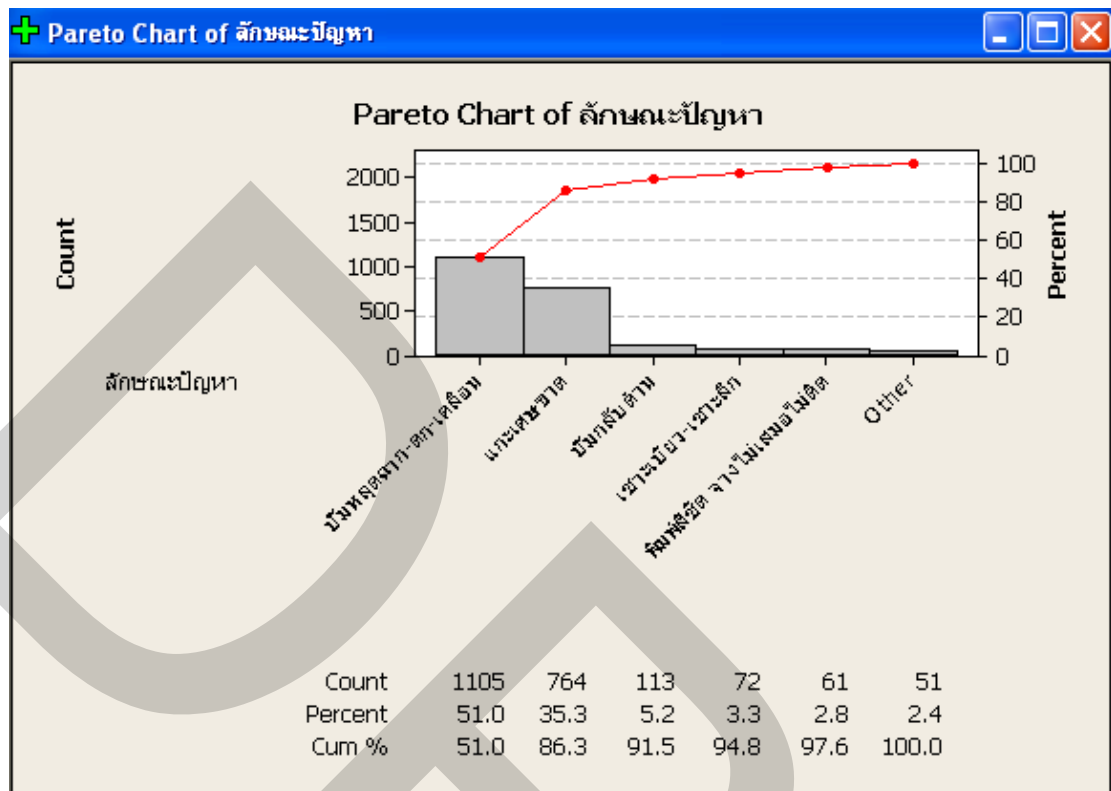
ภาพที่ 4.18 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 1 กรกฎาคม 2554

จากภาพที่ 4.18 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้พหุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 51.9 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.3.2 วิเคราะห์หาปัญหาหลัก วันที่ 4 เดือน กรกฎาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ข

+	C1-T ลักษณะปัญหา	C2 จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาษพอง	4
2	บีบหลุดจาก-ตก-เคลื่อน	1105
3	บีบผิดจากแบบ	5
4	บีบกักลับด้าน	113
5	พิมพ์ผิดจากแบบ	5
6	พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด	61
7	พิมพ์สีเข้มน-เข้ม เศษติด	0
8	พิมพ์กักลับด้าน	0
9	แกะเศษขาด	764
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	3
11	ถลอกจากเครื่องสล็อต	1
12	สล็อตลึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	0
13	สล็อตผิดจากแบบ	0
14	เขี้ยวเบี้ยว-เขี้ยวลึก	72
15	กระดาษเบี้ยนดำ	2
16	กระดาษสั้น	0
17	กระดาษริมไม่เสมอ	3
18	กระดาษผิดจากแบบ	1
19	กระดาษหัก-เสีย	3
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	5
21	ทับเส้นไม่ติด	6
22	ทับเส้นเบี้ยว	4
23	เย็บเสีย	7
24	โดนพาลาเท	2

ภาพที่ 4.19 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 4 กรกฎาคม 2554



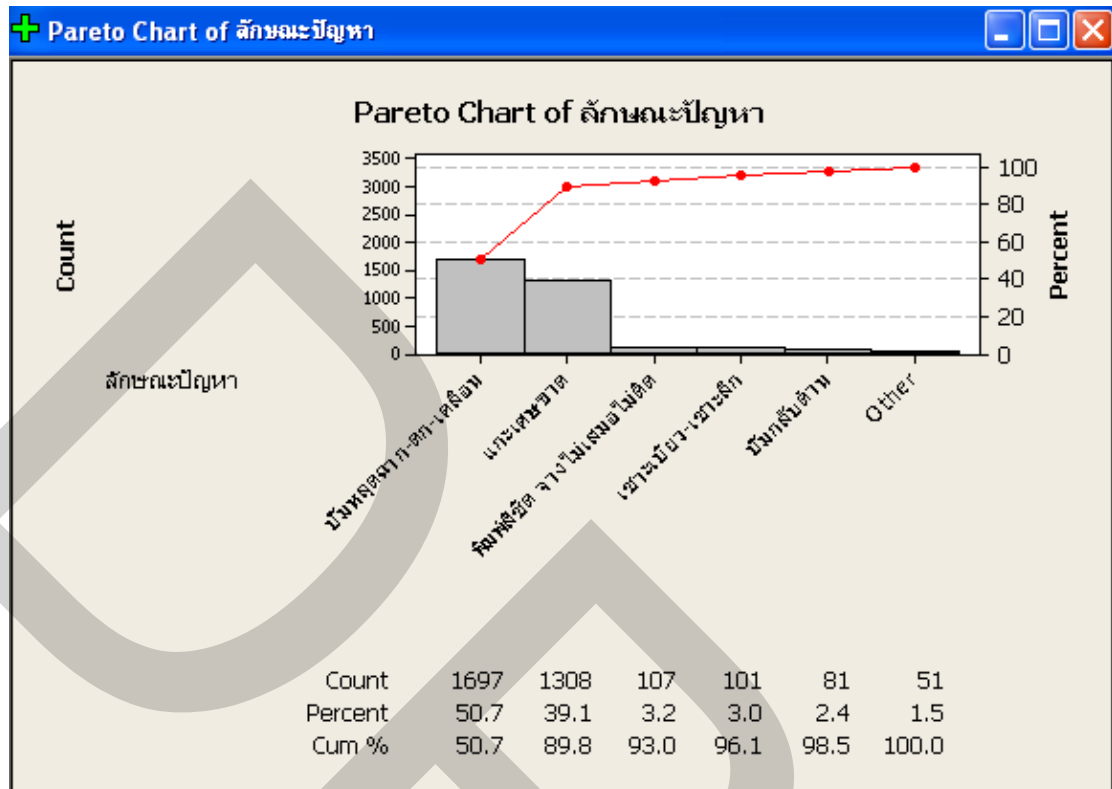
ภาพที่ 4.20 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 4 กรกฎาคม 2554

จากภาพที่ 4.20 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 51.0 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.3.3 วิเคราะห์หาปัญหาหลัก วันที่ 5 เดือน กรกฎาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ข

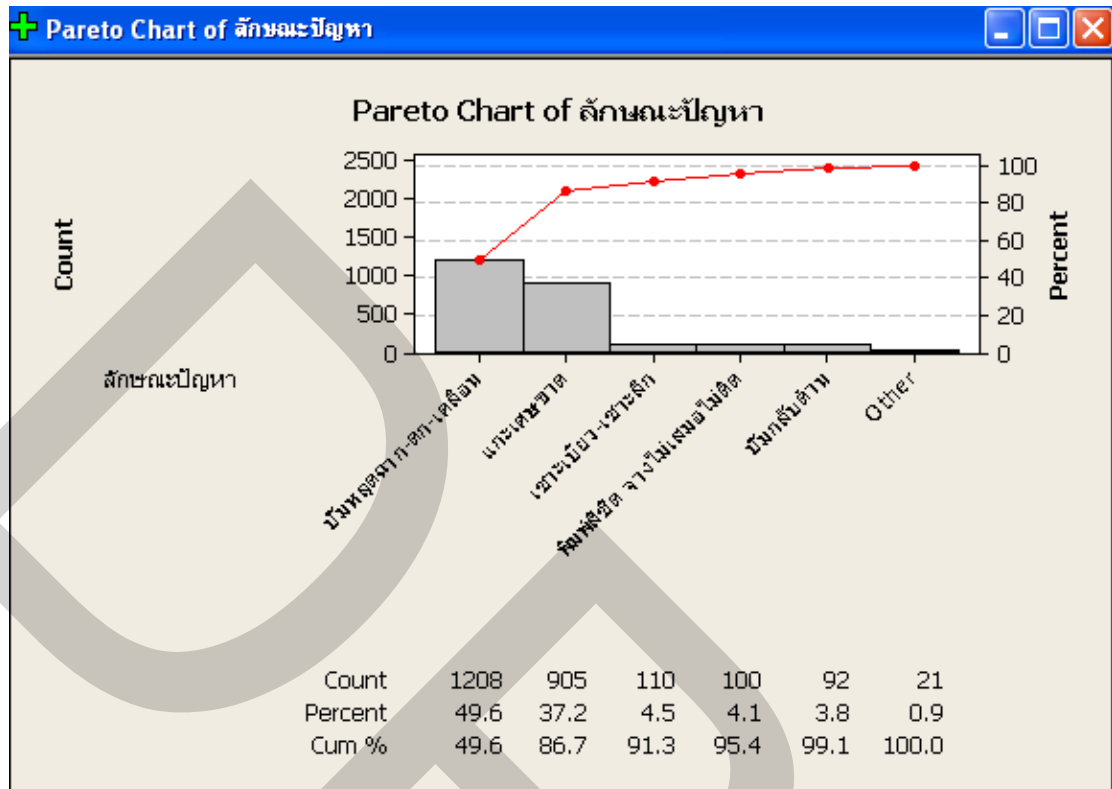
↓	C1-T ลักษณะปัญหา	C2 จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาษพอง	5
2	ปั๊มหลุดจาก-ตัก-เคลื่อน	1697
3	ปั๊มผิตจากแบบ	0
4	ปั๊มกลับด้าน	81
5	พิมพ์ผิตจากแบบ	0
6	พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด	107
7	พิมพ์สีเบื่อน-เข้ม เศษติด	2
8	พิมพ์กลับด้าน	0
9	แกะเศษขาด	1308
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	0
11	ถลอกจากเครื่องสล็อต	2
12	สล็อตสึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	7
13	สล็อตผิตจากแบบ	6
14	ชახเบี้ยว-ชახลึก	101
15	กระดาษเพี้ยนดำ	2
16	กระดาษสั้น	1
17	กระดาษริมไม่เสมอ	7
18	กระดาษผิตจากแบบ	0
19	กระดาษหัก-เสีย	4
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	3
21	ทับเส้นไม่ติด	4
22	ทับเส้นเบี้ยว	7
23	เย็บเสีย	1
24	โดนพาลเท	0

ภาพที่ 4.21 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 5 กรกฎาคม 2554



ภาพที่ 4.22 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 5 กรกฎาคม 2554

จากภาพที่ 4.22 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้บหุดจก-ตก-เตลื้อน มีมากถึงปริมาณ 50.7 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด



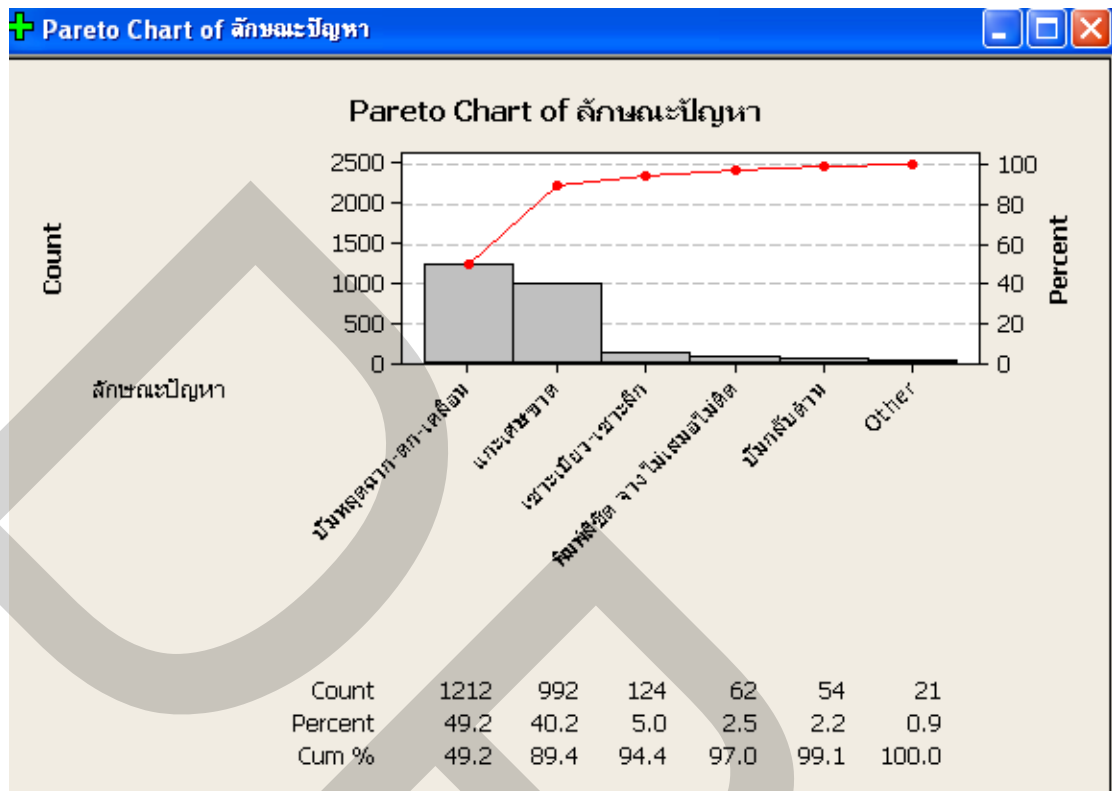
ภาพที่ 4.24 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 7 กรกฎาคม 2554

จากภาพที่ 4.24 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบ่มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 49.6 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.3.5 วิเคราะห์หาปัญหาหลัก วันที่ 11 เดือน กรกฎาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 1
ในภาคผนวก ข

↓	C1-T	C2
	ลักษณะปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาษพอง	0
2	ปั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน	1212
3	ปั้มผิดจากแบบ	0
4	ปั้มกลับด้าน	54
5	พิมพ์ผิดจากแบบ	0
6	พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด	62
7	พิมพ์สีเบื่อน-เข้ม เศษติด	0
8	พิมพ์กลับด้าน	2
9	แกะเศษขาด	992
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	0
11	ถลอกจากเครื่องสลอต	2
12	สลอตสึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	3
13	สลอตผิดจากแบบ	2
14	เขี้ยวเบี้ยว-เขี้ยวสึก	124
15	กระดาษเพี้ยนดำ	0
16	กระดาษสั้น	0
17	กระดาษริมไม่เสมอ	5
18	กระดาษผิดจากแบบ	0
19	กระดาษหัก-เสีย	0
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	1
21	ทับเส้นไม่ติด	2
22	ทับเส้นเบี้ยว	4
23	เย็บเสีย	0
24	โดนพาสเท	0

ภาพที่ 4.25 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 11 กรกฎาคม 2554



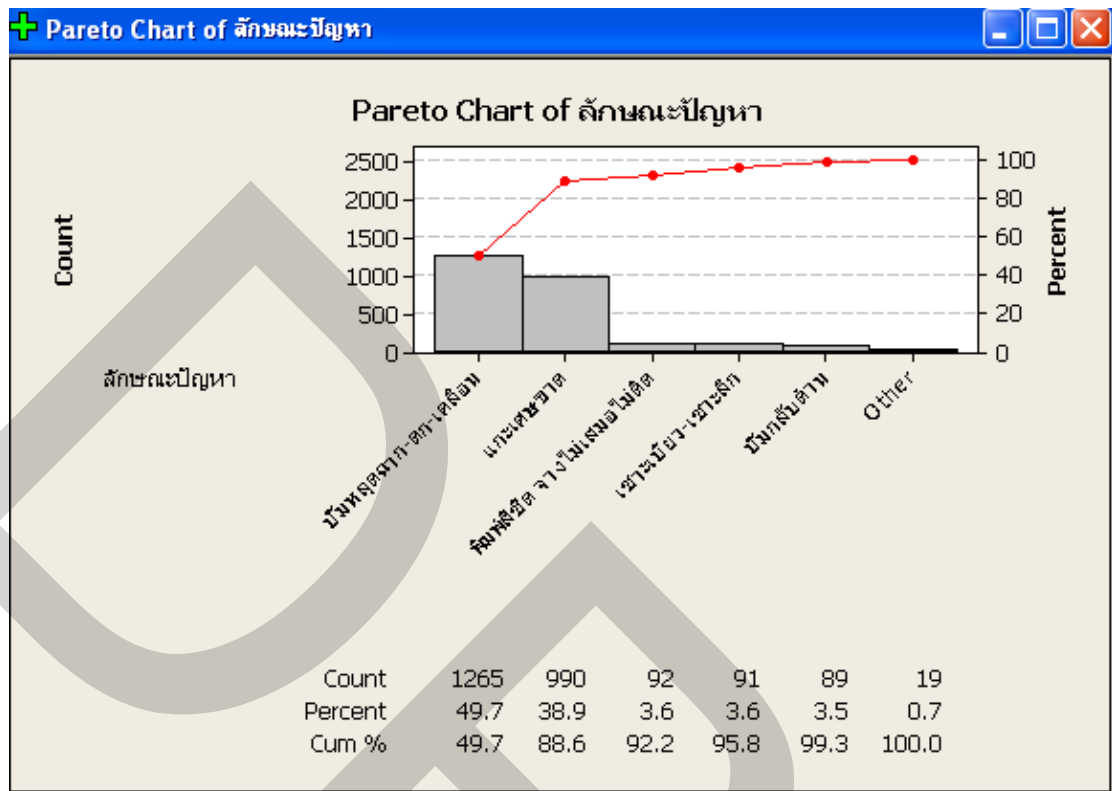
ภาพที่ 4.26 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 11 กรกฎาคม 2554

จากภาพที่ 4.26 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 49.2 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.3.6 วิเคราะห์หาปัญหาหลัก วันที่ 20 เดือน กรกฎาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ข

↓	C1-T ลักษณะปัญหา	C2 จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาดชpong	3
2	ปั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน	1265
3	ปั้มผิดจากแบบ	0
4	ปั้มกลับด้าน	89
5	พื้มพื้ผิดจากแบบ	0
6	พื้มพื้ลื้ซั้ด จางไม่เสมอไม่ตื้ด	92
7	พื้มพื้ลื้เปื้อน-เข้ม เศษตื้ด	1
8	พื้มพื้กลับด้าน	0
9	แกชเศษชวต	990
10	เหลื้ดด้านใดด้านหนึ่ง	1
11	ถลอกจากเครื่องสลอต	0
12	สลอตลื้ก-ชวต-แตก-เป้ยว	2
13	สลอตผิดจากแบบ	5
14	ชวชเป้ยว-ชวชลื้ก	91
15	กระดาดชเปื้อนดำ	0
16	กระดาดชลื้น	0
17	กระดาดชริมไม่เสมอ	0
18	กระดาดชผิดจากแบบ	0
19	กระดาดชห้ก-เสีย	3
20	ห้บเส้นแตกนอก-ใน	0
21	ห้บเส้นไม่ตื้ด	0
22	ห้บเส้นเป้ยว	0
23	เข้บเสีย	4
24	โตนพวเลท	0

ภาพที่ 4.27 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 20 กรกฎาคม 2554



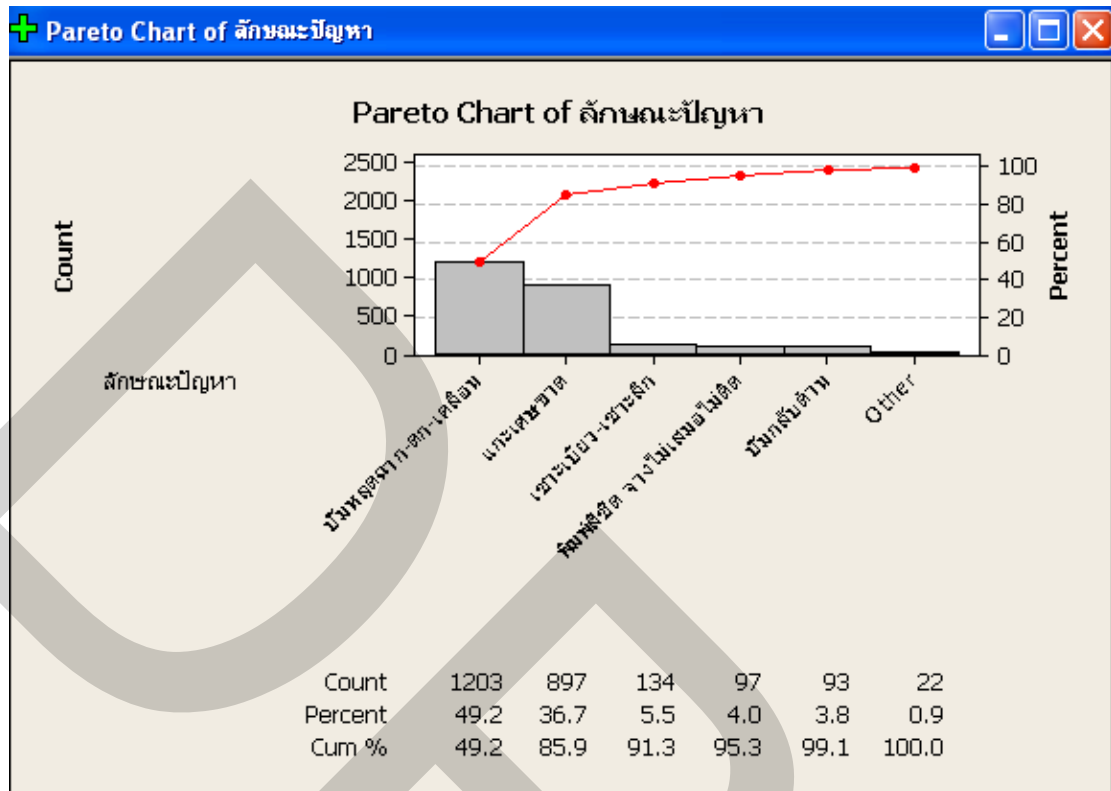
ภาพที่ 4.28 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 20 กรกฎาคม 2554

จากภาพที่ 4.28 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 49.7 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.3.7 วิเคราะห์หาปัญหาหลัก วันที่ 29 เดือน กรกฎาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 1
ในภาคผนวก ข

+	C1-T	C2
	ลักษณะปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาษพอง	0
2	ปั๊มหลุดจาก-ตัก-เคลื่อน	1203
3	ปั๊มผิดจากแบบ	2
4	ปั๊มกลับด้าน	93
5	พื้มผิดจากแบบ	2
6	พื้มพื้ลชีด จางไม่เสมอไม่ติด	97
7	พื้มพื้ลชีด เบื้อน-เย็บ เศษติด	0
8	พื้มพื้ลชีดกลับด้าน	0
9	แกชเศษขาด	897
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	0
11	ถลอกจากเครื่องสล็อต	4
12	สล็อตลึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	0
13	สล็อตผิดจากแบบ	0
14	เขายเบี้ยว-เขายลึก	134
15	กระดาษเบื้อนตำ	0
16	กระดาษสั้น	0
17	กระดาษริมไม่เสมอ	0
18	กระดาษผิดจากแบบ	0
19	กระดาษหัก-เสีย	1
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	5
21	ทับเส้นไม่ติด	5
22	ทับเส้นเบี้ยว	3
23	เย็บเสีย	0
24	โตนพาเลท	0

ภาพที่ 4.29 ข้อมูลแผนภาพพาเรโต วันที่ 29 กรกฎาคม 2554



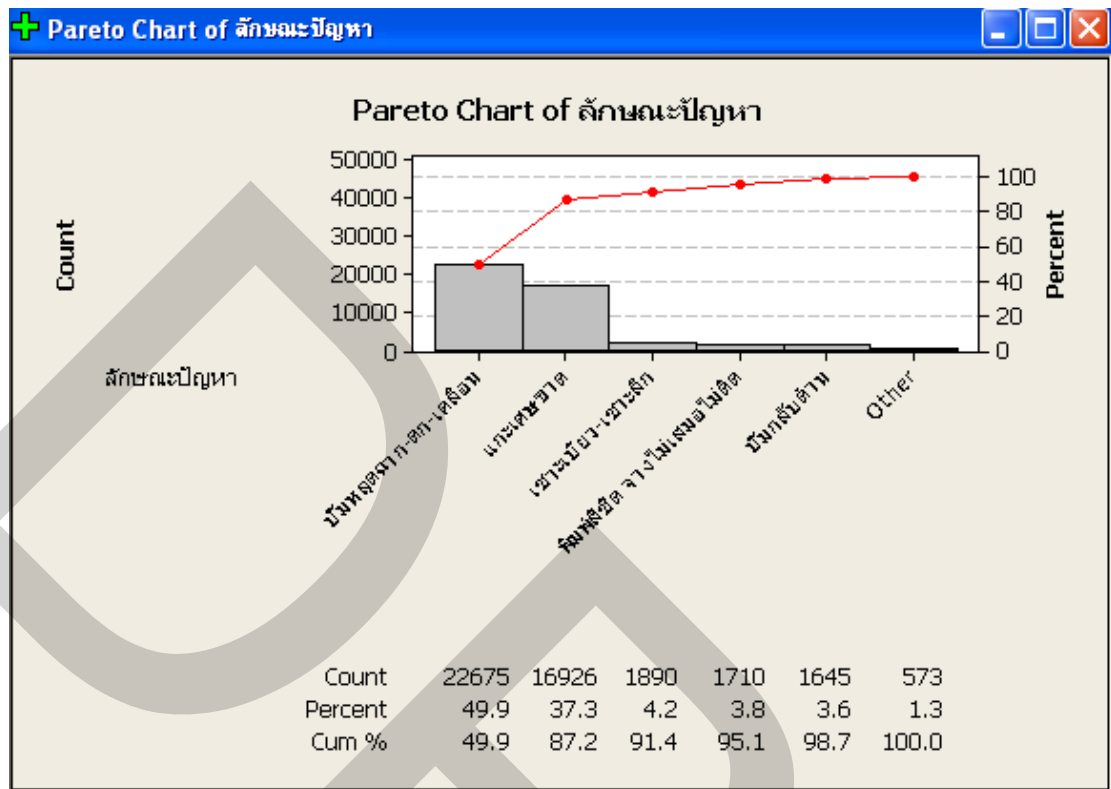
ภาพที่ 4.30 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 29 กรกฎาคม 2554

จากภาพที่ 4.30 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 49.2 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.3.8 วิเคราะห์หาปัญหาหลักเดือน กรกฎาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ข

↓	C1-T ลักษณะปัญหา	C2 จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาดชpong	31
2	ปั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน	22675
3	ปั้มผิดจากแบบ	24
4	ปั้มกลับด้าน	1645
5	พื้มผิดจากแบบ	33
6	พื้มพื้ลั้ชั้ด จางไม่เสมอไม่ติด	1710
7	พื้มพื้ลั้เปื้อน-เข้ม เศษติด	21
8	พื้มพื้กลับด้าน	17
9	แกชเศษขาด	16926
10	เหล็อด้านใดด้านหนึ่ง	33
11	ถลอกจากเครื่องสลอต	40
12	สลอตลั้ก-ขาด-แตก-เป้ยว	22
13	สลอตผิดจากแบบ	36
14	ชชชเป้ยว-ชชชลั้ก	1890
15	กระดาดชเปื้อนดำ	38
16	กระดาดชลั้น	33
17	กระดาดชริมไม่เสมอ	41
18	กระดาดชผิดจากแบบ	12
19	กระดาดชหัก-เสีย	33
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	40
21	ทับเส้นไม่ติด	46
22	ทับเส้นเป้ยว	39
23	เข้บเสีย	28
24	โตนพาเลท	6

ภาพที่ 4.31 ข้อมูลแผนภาพพารโต เดือน กรกฎาคม 2554



ภาพที่ 4.32 ผลแผนภาพพาเรโต เดือน กรกฎาคม 2554

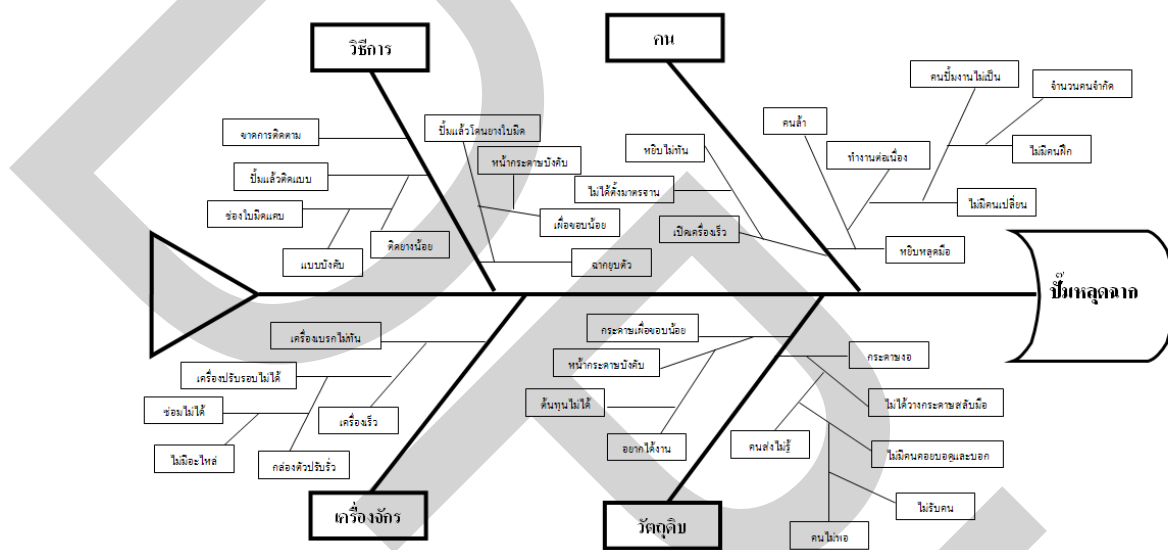
เมื่อพิจารณาจากแผนภาพพาเรโต และอาศัยหลักการของพาเรโตที่ว่า ของที่มีความสำคัญมากปริมาณเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20%) และของที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยมีปริมาณมาก (ประมาณ 80%) จะพบว่าจากภาพที่ 4.32 ลักษณะปัญหาหลักที่มีความสำคัญคือลักษณะปัญหาบ่มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีปริมาณมากถึง 49.9 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพพาเรโต (pareto chart) ในเดือน กรกฎาคม 2554 จะเห็นได้ว่า ลักษณะปัญหาบ่มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีความสำคัญมากที่สุดและเป็นไปตามหลักพาเรโต ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกลักษณะปัญหาบ่มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน ดังรูป Pareto Chart of ลักษณะปัญหา มาทำการปรับปรุงคุณภาพ

4.4.4 แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

จากที่ได้กล่าวมาในหัวข้อระบุปัญหาข้างต้นว่าปัญหาก็คือบ่มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน เมื่อทำการศึกษากระบวนการผลิตแล้ว จะทำให้ทราบว่าตัวแปรที่สำคัญของกระบวนการมีอะไรบ้าง ต่อมาจึงมีความจำเป็นต้องมีการประชุมในส่วนของพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด

ในขั้นตอนของการประชุมนี้จะให้พนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องเสนอความคิดเห็น ซึ่งในการของเสนอความคิดเห็นนั้นจะไม่จำกัดความคิดด้านคุณภาพและปริมาณ เพื่อป้องกันการตกหล่นของสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหา สุดท้ายจะนำความคิดเห็นที่ได้มาทำการจัดกลุ่มเป็นหมวดหมู่ด้วยแผนภาพสาเหตุ (Cause and Effect Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 4.33 เพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยและให้เกิดความง่ายในการวิเคราะห์หาสาเหตุ



ภาพที่ 4.33 แผนภาพเหตุและผลของลักษณะปัญหาปั๊มหลอดฉา - ตก - เคลื่อน

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะปัญหาการเกิดของเสียในเดือน กรกฎาคม ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ พัฒนาและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต

จากข้อมูลแผนภาพสาเหตุและผล ปัญหาที่เราทำการหาสาเหตุที่เกิดขึ้นคือ ลักษณะปัญหาปั๊มหลอดฉา จึงได้มีการประชุมกับพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องเกี่ยวกับเครื่องจักร โดยใช้หลักการวิเคราะห์ 4 M โดยมี Man, Machine, Method, Material ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 มาตรการการแก้ไขปรับปรุง

สาเหตุ	มาตรการการแก้ไขปรับปรุง
Man (คน) - พนักงานล้า - ทำงานต่อเนื่อง - หยิบหลุมมือ - ไม่มีคนเปลี่ยน - จำนวนคนจำกัด - คนป้มงานไม่เป็น - เปิดเครื่องเร็ว - หยิบไม้กัน - ไม่ได้ตั้งมาตรฐานงาน	มีการผลัด ใ้พนักงานคนอื่นที่ถูกต้องมาป้มสลับกัน มีการกำหนดเวลาพักในช่วงเวลาสั้น ๆ เพื่อให้พนักงาน ได้ผ่อนคลายร่างกาย ใส่ถุงมือ จัดหาคนมาทำงานในหน้าที่นี้เพิ่ม ให้เหมาะสม ใ้หัวหน้าฝึคอบรม รับสมัครพนักงานเพิ่ม ให้เหมาะสมแก่งาน ใ้หัวหน้าฝึคอบรมแล้วจัดพนักงานที่ทำงาน ในหน้าที่นี้ ได้มาทำ จัดมาตรฐานการปรับรอบความเร็วเครื่อง ให้เหมาะสมกับชิ้นงาน จัดมาตรฐานการปรับรอบความเร็วเครื่อง ให้เหมาะสมกับชิ้นงาน เก็บข้อมูลเพื่อตั้งมาตรฐานงาน
Machine (เครื่องจักร) - เครื่องเบรก ไม้กัน - เครื่องเร็ว - เครื่องปรับรอบไม่ได้ - กล่องตัวปรับเร็ว - ซ่อมไม่ได้ - ไม่มีอะไหล่	ประสานงานกับฝ่ายซ่อมบำรุง ให้ทราบและปรับปรุง ประสานงานกับฝ่ายซ่อมบำรุง ให้ทราบและปรับรอบความเร็ว ให้เหมาะสมกับชิ้นงาน ประสานงานกับฝ่ายซ่อมบำรุง ให้ทราบและปรับปรุง พร้อมทั้งหมั่นตรวจเช็คเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ประสานงานกับฝ่ายซ่อมบำรุง ให้มีช่างซ่อมและจัดหาอะไหล่สำรองมาเปลี่ยน ประสานงานกับฝ่ายซ่อมบำรุง ให้ทราบและควรรจัดหาช่างที่มีความชำนาญอยู่ประจำ โรงงาน ประสานงานกับฝ่ายซ่อมบำรุง ให้ทราบและประสานงานกับฝ่ายจัดซื้อให้จัดหาอะไหล่สำรองไว้ในกรณีอะไหล่ใกล้หมดอายุการใช้งาน

ตารางที่ 4.4 มาตรการการแก้ไขปรับปรุง (ต่อ)

สาเหตุ	มาตรการการแก้ไขปรับปรุง
<p>Method (วิธีการ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - คิดขายน้อย - แบบบังคับ - ช่องใบมีคแคบ - ปุ่มแล้วคิดแบบ - ขาดการติดตาม - ปุ่มแล้ว โคนยางใบมีค - หน้ากระดาษบังคับ - เชื้อขอบกระดาษน้อย - จกยางสูญตัว 	<p>เพิ่มจำนวนยางที่ค้ำข้างใบมีคให้มากขึ้น</p> <p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบและปรับปรุง</p> <p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบและปรับปรุง</p> <p>เพิ่มจำนวนยางที่ค้ำข้างใบมีคให้มากขึ้น</p> <p>ให้หัวหน้าติดตามงานและตรวจงานสม่ำเสมอ</p> <p>ตรวจสอบเช็คสภาพยาง เพราะยางอาจเสื่อมสภาพ</p> <p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบและปรับปรุงจัดหาขนาดกระดาษที่เหมาะสมให้พอดีกับลักษณะชิ้นงานแต่ละแบบ</p> <p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบและปรับปรุงการออกแบบชิ้นงาน</p> <p>ให้ทำการสังเกตและวัดยาง ไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิเมตร ถ้าต่ำกว่าต้องเปลี่ยนยางใหม่</p>
<p>Material (วัตถุดิบ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - กระดาษเชื้อขอบน้อย - หน้ากระดาษบังคับ - อยากได้งาน - คั้นขุนไม้ได้ - กระดาษจอ - ไม้ได้วางกระดาษสลัมือ - ไม่มีคนดูแลบอ - คนไม้พอ 	<p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบและปรับปรุงการออกแบบงาน</p> <p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบและจัดหากระดาษ ให้เหมาะสมกับชิ้นงาน</p> <p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบและปรับปรุงเนื่องจากการผลิตชิ้นงานแต่ละแบบมีข้อจำกัด</p> <p>ประสานงานกับฝ่ายขายให้ทราบเนื่องจากวัสดุอาจมีไม้พอในการผลิตสินค้า นั้น ๆ ทำให้เกิดการนำวัสดุที่คั้นขุนสูงกว่ามาผลิตแทนกัน</p> <p>วางกระดาษสลัมือแล้วนำเลามาทับ</p> <p>ให้คนรับกระดาษบอกรอส่งกระดาษ</p> <p>ให้หาคนมาทำหน้าที่ชั่วคราวในการรับกระดาษ เพื่อบอกรอส่งกระดาษขณะทำการผลิตในกระบวนการนั้น ๆ</p> <p>รับสมัครพนักงานเพิ่ม และจัดคนมาทำงานแทนกันกรณีคนไม้พอ</p>

4.4.5 การนำมาตรการมาปรับใช้ในกระบวนการผลิต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือน กรกฎาคม 2554 ผู้วิจัยได้ร่วมระดมความคิดกับพนักงานผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเพื่อหาแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยได้กำหนดมาตรการหลังจากการวิเคราะห์เป็นแผนภาพแสดงเหตุและผลและนำมาตรการที่ได้มาใช้กับกระบวนการผลิตในเดือนถัดไป



ภาพที่ 4.34 บรรยากาศการระดมความคิดในห้องประชุม

จากภาพที่ 4.35 เป็นการนำมาตรการมาปรับใช้ โดยการให้หัวหน้างานทำหน้าที่ฝีกอบรมพนักงานให้สามารถทำหน้าที่แทนกันได้ กรณีพนักงานชุดแรกเกิดความล้าจากการทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยได้กำหนดให้มีการผลัดเปลี่ยนตำแหน่งทุก 1.30 ชั่วโมง



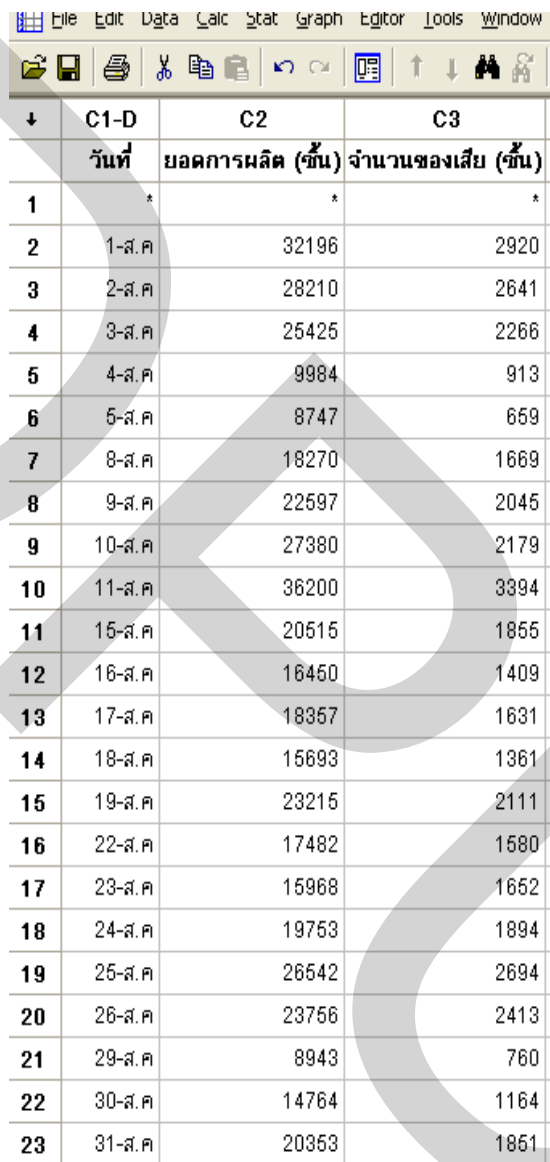
ภาพที่ 4.35 การทำงานก่อนและหลังการนำมาตรการมาปรับใช้

จากภาพที่ 4.36 เป็นการนำมาตรการมาปรับใช้ โดยการปรับรอบความเร็วเครื่องให้ช้าลง เพื่อให้พนักงานที่ทำหน้าที่หยิบชิ้นงานเข้าและออก หยิบชิ้นงานทันทีทำให้ชิ้นงานไม่ทับซ้อนกัน และมีพนักงานทำการจรอบความเร็วในการปรับรอบความเร็วการทำงานของเครื่อง ตามลักษณะของชิ้นงานแต่ละขนาด เพื่อจัดทำเป็นมาตรฐานในกระบวนการผลิตครั้งต่อไป



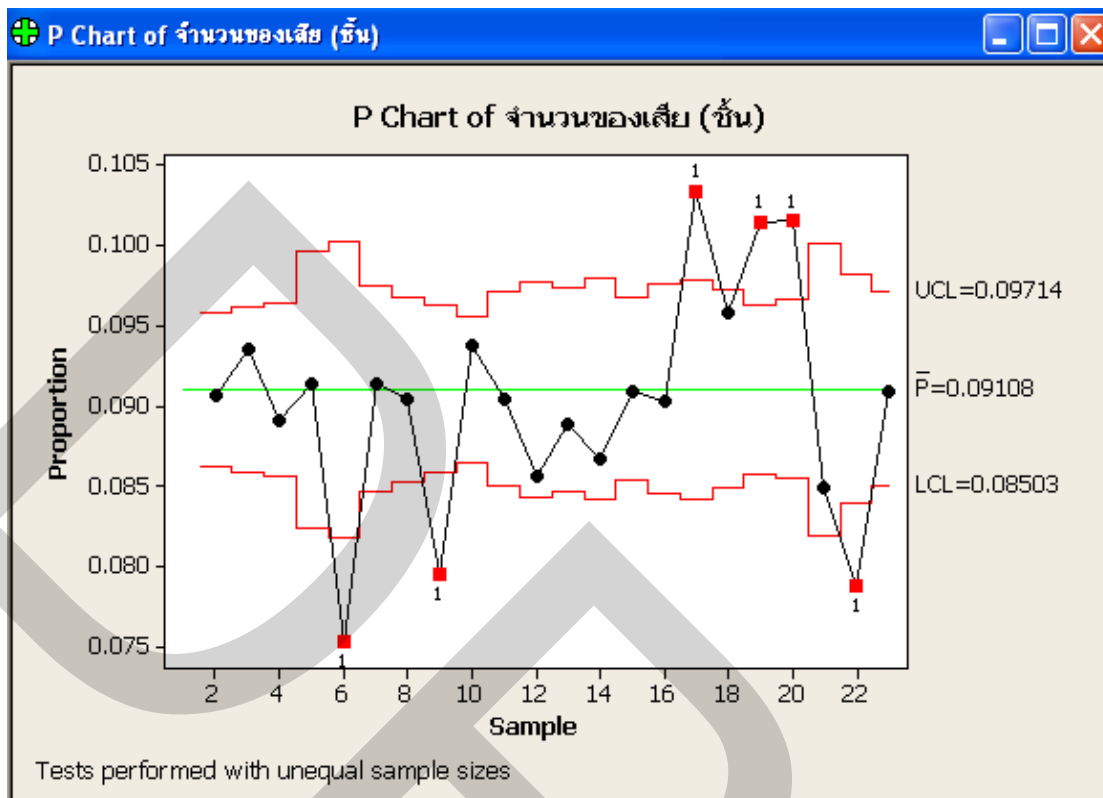
ภาพที่ 4.36 การทำงานก่อนและหลังการนำมาตรการมาปรับใช้

4.4.6 ทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุม (p-chart) เพื่อหาจุดผิดปกติประจำเดือน สิงหาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 2 ในภาคผนวก ข.

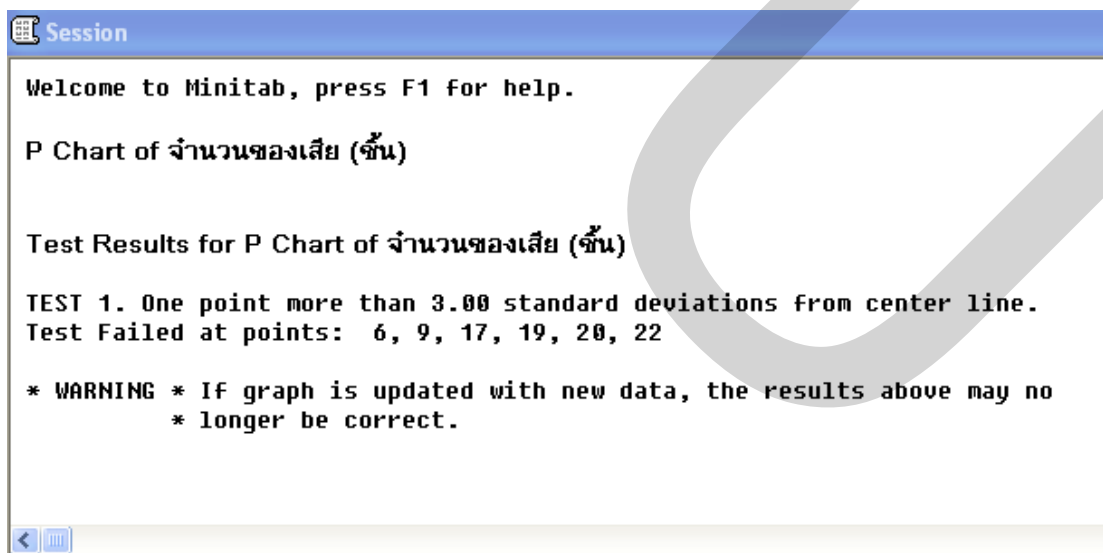


↓	C1-D	C2	C3
	วันที่	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	*	*	*
2	1-ส.ค	32196	2920
3	2-ส.ค	28210	2641
4	3-ส.ค	25425	2266
5	4-ส.ค	9984	913
6	5-ส.ค	8747	659
7	8-ส.ค	18270	1669
8	9-ส.ค	22597	2045
9	10-ส.ค	27380	2179
10	11-ส.ค	36200	3394
11	15-ส.ค	20615	1855
12	16-ส.ค	16450	1409
13	17-ส.ค	18357	1631
14	18-ส.ค	15693	1361
15	19-ส.ค	23215	2111
16	22-ส.ค	17482	1580
17	23-ส.ค	15968	1652
18	24-ส.ค	19753	1894
19	25-ส.ค	26542	2694
20	26-ส.ค	23756	2413
21	29-ส.ค	8943	760
22	30-ส.ค	14764	1164
23	31-ส.ค	20353	1851

ภาพที่ 4.37 ข้อมูลแผนภูมิควบคุม เดือน สิงหาคม 2554



ภาพที่ 4.38 ผลแผนภูมิควบคุม จำนวนของเสีย เดือน สิงหาคม 2554



ภาพที่ 4.39 หน้าต่าง Session แผนภูมิควบคุม เดือน สิงหาคม 2554

จากแผนภูมิควบคุม p chart of จำนวนของเสียเดือนสิงหาคม 2554 มีค่าสัดส่วนของเสีย (p) ที่ตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดบน จำนวน 3 จุดและขีดจำกัดล่างจำนวน 3 จุด

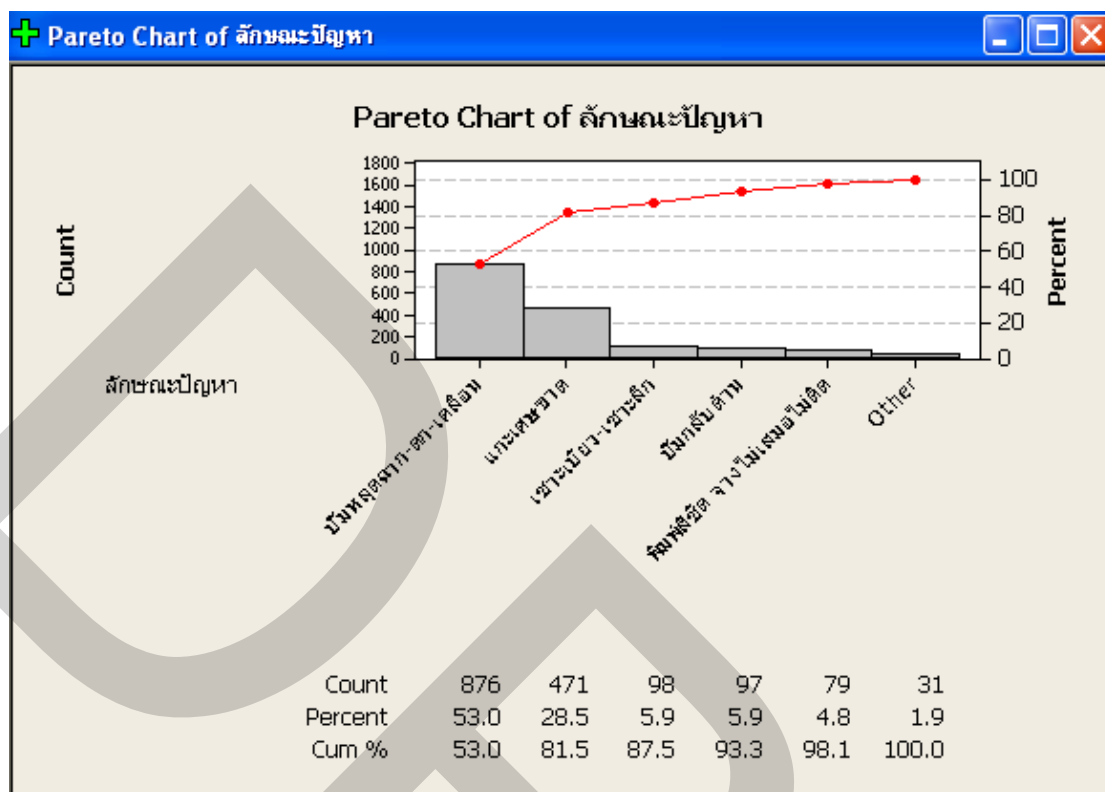
เนื่องจากขนาดของกลุ่ม (n) ไม่คงที่ ทำให้พิกัดควบคุมเปลี่ยนแปลง เพราะฉะนั้นเส้นพิกัดควบคุมจะแตกต่างกันตลอดเวลา จากแผนภูมิควบคุม p chart of จำนวนของเสียที่แสดงพบว่ามีจุดผิดปกติทั้งด้านบนและด้านล่างเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่มีความเสถียรภาพ (Unstable) และความผันแปรสูงสำหรับจุดที่ออกนอกเส้นควบคุมด้านบนที่มีสัดส่วนของเสียมากผิดปกติ นั่นคือวันที่ 23 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 1,652 ชิ้น, วันที่ 25 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,694 ชิ้น และวันที่ 26 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 2,413 ชิ้น

เมื่อได้แผนภูมิควบคุม (p chart) และทำการวิเคราะห์ว่ามีของเสียที่มีความผิดปกติแล้ว จากนั้นเพื่อต้องการทราบว่ามีของเสียชนิดใดเกิดขึ้นมากที่สุด จึงนำข้อมูลของเสียเพื่อทำแผนภาพพาเรโตเพื่อหาว่าลักษณะการเกิดปัญหาใดที่เป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกิดของเสีย

4.4.7 ทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพพารेटโต วันที่ 23 เดือน สิงหาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 2 ในภาคผนวก ข.

↓	C1-T	C2
	ลักษณะปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาษพอง	2
2	ปืนหลุดจาก-ตก-เคลื่อน	876
3	ปืนผิดจากแบบ	2
4	ปืนกลับด้าน	97
5	พิมพ์ผิดจากแบบ	0
6	พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด	79
7	พิมพ์สีเพี้ยน-เข้ม เศษติด	0
8	พิมพ์กลับด้าน	2
9	แกะเศษขาด	471
10	เหลือด้านโตด้านหนึ่ง	2
11	ถลอกจากเครื่องสลอต	3
12	สลอตลึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	2
13	สลอตผิดจากแบบ	0
14	ฆาษเบี้ยว-ฆาษลึก	98
15	กระดาษเพี้ยนดำ	4
16	กระดาษล้น	0
17	กระดาษริมไม่เสมอ	2
18	กระดาษผิดจากแบบ	2
19	กระดาษหัก-เสีย	2
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	2
21	ทับเส้นไม่ติด	1
22	ทับเส้นเบี้ยว	4
23	เย็บเสีย	1
24	โดนพาลเท	0

ภาพที่ 4.40 ข้อมูลแผนภาพพารेटโต วันที่ 23 เดือน สิงหาคม 2554



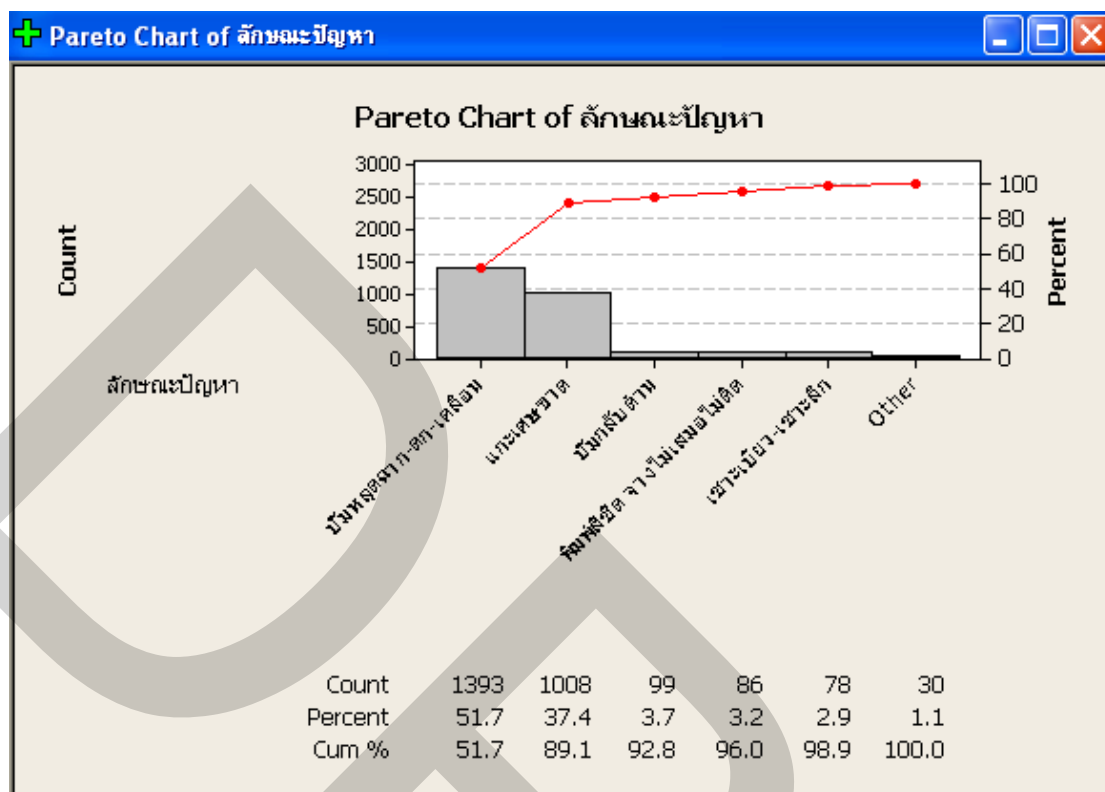
ภาพที่ 4.41 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 23 เดือน สิงหาคม 2554

จากภาพที่ 4.41 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตกเคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 53.0 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.8 ทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพพารेटโต วันที่ 25 เดือน สิงหาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 2 ในภาคผนวก ข.

↓	C1-T ลักษณะปัญหา	C2 จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาดหาง	0
2	ปั้มหลุดจาก-ตัก-เคลื่อน	1393
3	ปั้มผิดจากแบบ	0
4	ปั้มกลับด้าน	99
5	พื้มผิดจากแบบ	1
6	พื้มพื้ลชีด จางไม่เสมอไม่ติด	86
7	พื้มพื้ลชีเอื้อน-เอื้อม เศษติด	2
8	พื้มพื้กลับด้าน	0
9	แกะเศษขาด	1008
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	0
11	ถลอกจากเครื่องสลอต	0
12	สลอตลึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	0
13	สลอตผิดจากแบบ	0
14	ชวยเบี้ยว-ชวยลิก	78
15	กระดาดเอื้อนต่ำ	5
16	กระดาดสั้น	2
17	กระดาดริมไม่เสมอ	2
18	กระดาดผิดจากแบบ	5
19	กระดาดหัก-เสีย	5
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	5
21	ทับเส้นไม่ติด	0
22	ทับเส้นเบี้ยว	3
23	เย็บเสีย	0
24	โดนพาลเท	0

ภาพที่ 4.42 ข้อมูลแผนภาพพารेटโต วันที่ 25 เดือน สิงหาคม 2554



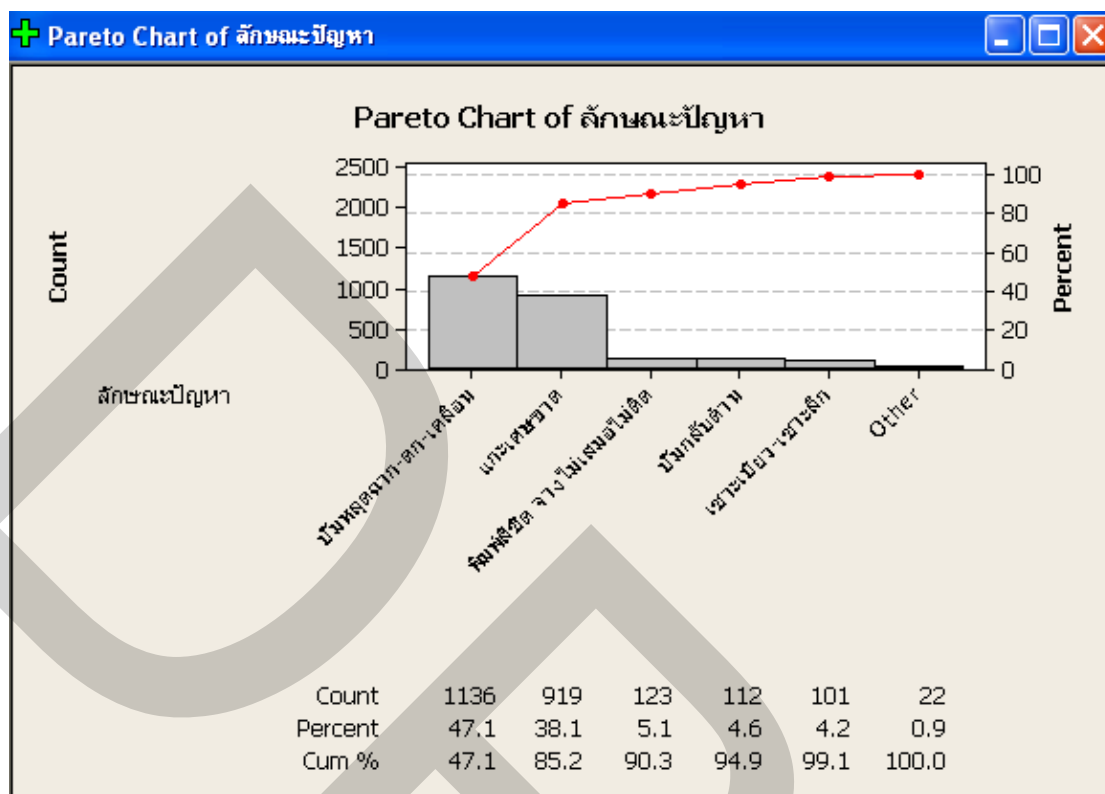
ภาพที่ 4.43 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 25 เดือน สิงหาคม 2554

จากภาพที่ 4.43 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 51.7 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.9 ทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพพารโต วันที่ 26 เดือน สิงหาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 2 ในภาคผนวก ข.

↓	C1-T	C2
	ลักษณะปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาดหาง	0
2	ปั้มหลุดจาก-ตัก-เคลื่อน	1136
3	ปั้มผิดจากแบบ	0
4	ปั้มกลับด้าน	112
5	พื้มผิดจากแบบ	0
6	พื้มพื้ซีด จางไม่เสมอไม่ติด	123
7	พื้มพื้เนียน-เย็บ เศษติด	0
8	พื้มพื้กลับด้าน	0
9	แกชเศษขาด	919
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	2
11	ถลอกจากเครื่องสลอต	3
12	สลอตลึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	0
13	สลอตผิดจากแบบ	1
14	เขายเบี้ยว-เขายลึก	101
15	กระดาดเขื่อนต่ำ	2
16	กระดาดสั้น	0
17	กระดาดริมไม่เสมอ	0
18	กระดาดผิดจากแบบ	2
19	กระดาดหัก-เสีย	5
20	ทับเส้นแต่คนอก-ใน	2
21	ทับเส้นไม่ติด	3
22	ทับเส้นเบี้ยว	2
23	เย็บเสีย	0
24	โดนพาลเท	0

ภาพที่ 4.44 ข้อมูลแผนภาพพารโต วันที่ 26 เดือน สิงหาคม 2554



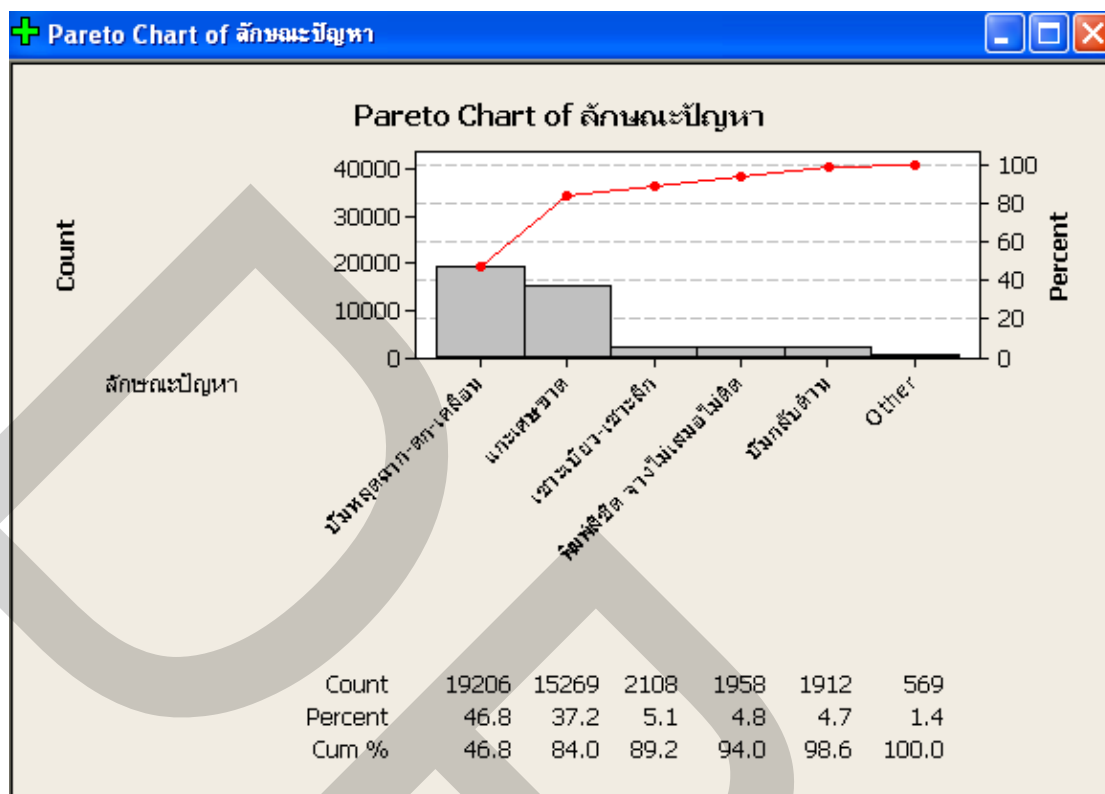
ภาพที่ 4.45 ผลแผนภาพพาเรโต วันที่ 26 เดือน สิงหาคม 2554

จากภาพที่ 4.45 ลักษณะปัญหาที่มีความสำคัญมาก คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีมากถึงปริมาณ 47.1 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.10 ทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพพารโตเดือน สิงหาคม 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 2 ในภาคผนวก ข.

↓	C1-T	C2
	ลักษณะปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาดขฟอง	38
2	บีมหลุดจาก-ตก-เคลื่อน	19206
3	บีมผิดจากแบบ	13
4	บีมกลับด้าน	1912
5	พิมพีมิดจากแบบ	20
6	พิมพีสีขัด จางไม่เสมอไม่ติด	1958
7	พิมพีสีอ่อน-เข้ม เศษติด	28
8	พิมพีกลับด้าน	18
9	แกะเศษขาด	15269
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	33
11	ถลอกจากเครื่องสล็อต	31
12	สล็อตสึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	28
13	สล็อตผิดจากแบบ	19
14	เขายเบี้ยว-เขายสึก	2108
15	กระดาดเขยอ่อนดำ	76
16	กระดาดสี	13
17	กระดาดริมไม่เสมอ	29
18	กระดาดผิดจากแบบ	36
19	กระดาดหัก-เสีย	43
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	43
21	ทับเส้นไม่ติด	25
22	ทับเส้นเบี้ยว	36
23	เขยเสีย	34
24	โดนพาลเท	6

ภาพที่ 4.46 ข้อมูลแผนภาพพารโต เดือน สิงหาคม 2554



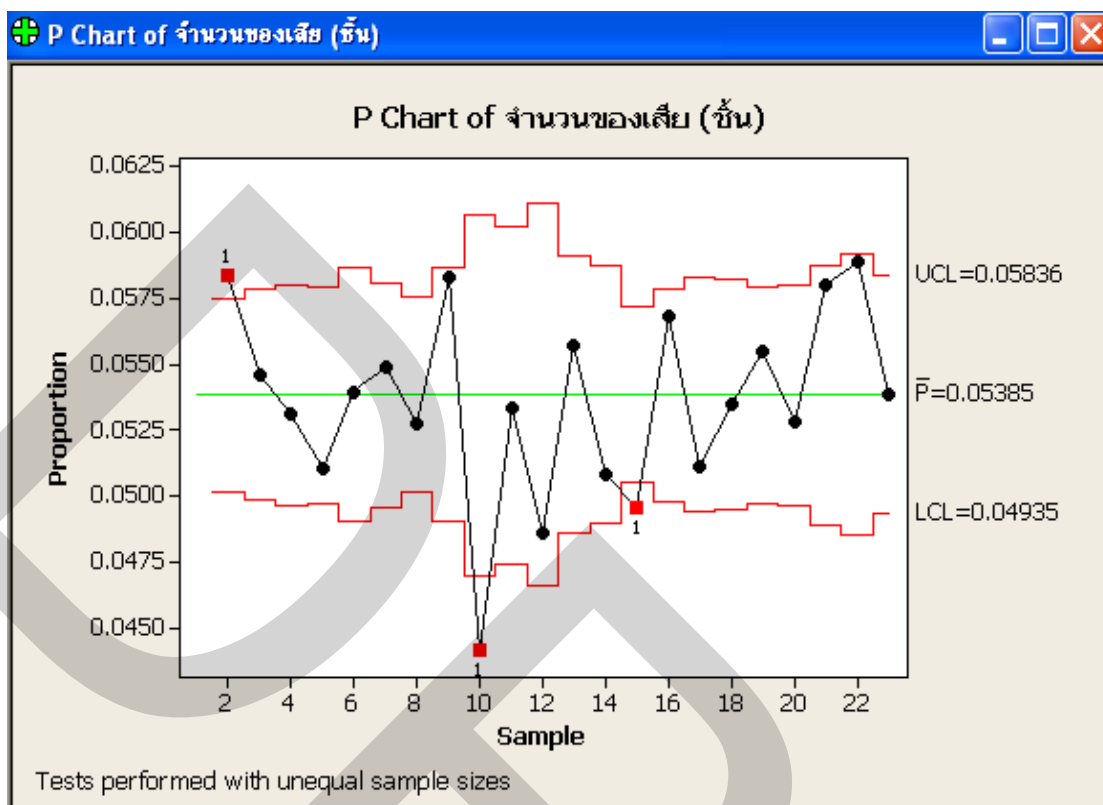
ภาพที่ 4.47 ผลแผนภาพพาเรโต เดือน สิงหาคม 2554

เมื่อพิจารณาจากแผนภาพพาเรโต และอาศัยหลักการของพาเรโตที่ว่า ของที่มีความสำคัญมากปริมาณเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20%) และของที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยมีปริมาณมาก (ประมาณ 80%) จะพบว่าจากภาพที่ 4.44 ลักษณะปัญหาหลักที่มีความสำคัญ คือ ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีปริมาณมากถึง 46.8 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด

4.4.11 หลังการปรับปรุงทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุม p-chart เพื่อหาจุดผิดปกติ ประจำเดือน กันยายน 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 3 ในภาคผนวก ข.

↓	C1-D	C2	C3
	วันที่	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	*	*	*
2	1-ก.ย	34128	1992
3	2-ก.ย	28614	1562
4	5-ก.ย	26155	1389
5	6-ก.ย	27142	1386
6	7-ก.ย	19765	1067
7	8-ก.ย	25142	1381
8	9-ก.ย	33114	1748
9	12-ก.ย	19768	1153
10	13-ก.ย	9763	431
11	14-ก.ย	11137	594
12	15-ก.ย	8742	426
13	16-ก.ย	16475	918
14	19-ก.ย	19250	978
15	20-ก.ย	41420	2053
16	21-ก.ย	28182	1601
17	22-ก.ย	23059	1179
18	23-ก.ย	24172	1293
19	26-ก.ย	27055	1501
20	27-ก.ย	26013	1374
21	28-ก.ย	18972	1101
22	29-ก.ย	16141	951
23	30-ก.ย	22598	1217

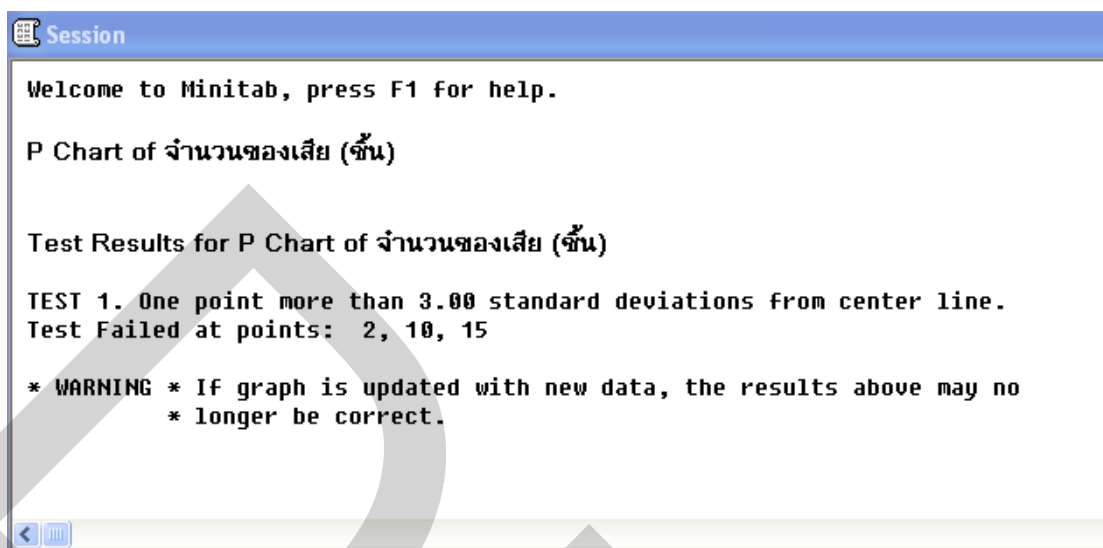
ภาพที่ 4.48 ข้อมูลแผนภูมิควบคุม เดือน กันยายน 2554



ภาพที่ 4.49 ผลแผนภูมิควบคุม จำนวนของเสีย เดือน กันยายน 2554

จากแผนภูมิควบคุม chart of จำนวนของเสียเดือน กันยายน 2554 มีค่าสัดส่วนของเสีย (p) ที่ตกอยู่นอกเส้นขีดจำกัดบน จำนวน 1 จุด และขีดจำกัดล่างจำนวน 2 จุด

เนื่องจากขนาดของกลุ่ม (n) ไม่คงที่ ทำให้พิกัดควบคุมเปลี่ยนแปลง เพราะฉะนั้นเส้นพิกัดควบคุมจะแตกต่างกันตลอดเวลา จากแผนภูมิควบคุม (p chart) ที่แสดงพบว่ามีจุดผิดปกติทั้งด้านบนและด้านล่างเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่มีความเสถียรภาพ (Unstable) และความผันแปรสูงสำหรับจุดที่ออกนอกเส้นควบคุมด้านบนที่มีสัดส่วนของเสียมากผิดปกติ นั่นคือวันที่ 1 มีปริมาณของเสียเป็นจำนวน 1,992 ชิ้น



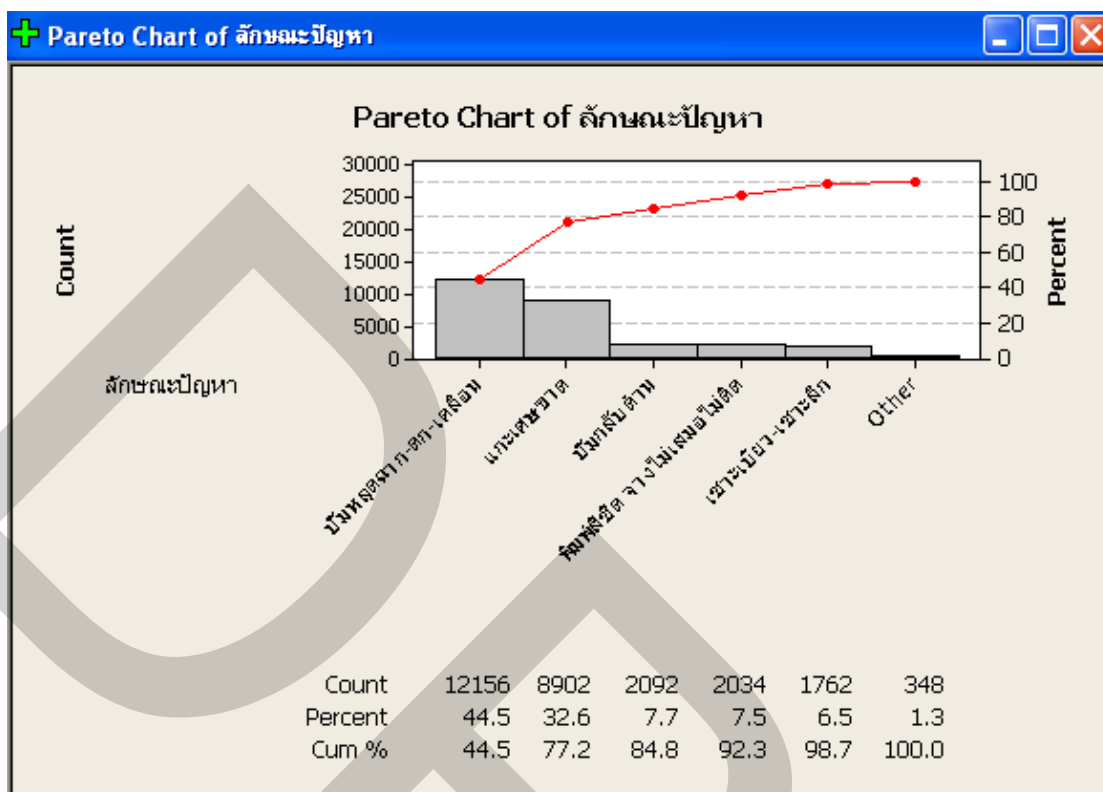
ภาพที่ 4.50 หน้าต่าง Session แผนภูมิควบคุม เดือน กันยายน 2554

เมื่อได้แผนภูมิควบคุม (p chart) และทำการวิเคราะห์ว่ามีของเสียที่มีความผิดปกติแล้ว จากนั้นเพื่อต้องการทราบว่ามีการเกิดของเสียชนิดใดเกิดขึ้นมากที่สุด จึงนำข้อมูลของเสียเพื่อทำแผนภาพพาร์โต (Pareto chart) เพื่อหาว่าลักษณะการเกิดของเสียลักษณะใดที่มีปริมาณของเสียมากที่สุด

4.4.1 2ทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพพารेटโต (Pareto chart) ประจำเดือน กันยายน 2554 จากข้อมูลในตารางที่ 3 ในภาคผนวก ข.

↓	C1-T ลักษณะปัญหา	C2 จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	กระดาษพอง	23
2	ปั๊มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน	12156
3	ปั๊มผิดจากแบบ	16
4	ปั๊มกลับด้าน	2092
5	พิมพ์ผิดจากแบบ	19
6	พิมพ์สีซีด จางไม่เสมอไม่ติด	2034
7	พิมพ์สีเบื่อน-เยิ้ม เศษติด	34
8	พิมพ์กลับด้าน	21
9	แกะเศษขาด	8902
10	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	23
11	ถลอกจากเครื่องสล็อต	28
12	สล็อตลึก-ขาด-แตก-เบี้ยว	18
13	สล็อตผิดจากแบบ	6
14	เศษเบี้ยว-เศษลึก	1762
15	กระดาษเบื่อนดำ	35
16	กระดาษสั้น	5
17	กระดาษริมไม่เสมอ	24
18	กระดาษผิดจากแบบ	4
19	กระดาษหัก-เสีย	14
20	ทับเส้นแตกนอก-ใน	16
21	ทับเส้นไม่ติด	28
22	ทับเส้นเบี้ยว	22
23	เย็บเสีย	12
24	โดนพาลเท	0

ภาพที่ 4.51 ข้อมูลแผนภาพพารेटโต เดือน กันยายน 2554



ภาพที่ 4.52 ผลแผนภาพพาเรโต เดือน กันยายน 2554

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพพาเรโต (Pareto chart) ในเดือนกันยายน 2554 จะเห็นว่า ลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน ยังคงเป็นปัญหาสำคัญมากที่สุด และเป็นไปตามหลักพาเรโตที่ว่า ของที่มีความสำคัญมากปริมาณเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20%) และของที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยมีปริมาณมาก (ประมาณ 80%) จะพบว่าจากภาพที่ 4.49 ลักษณะปัญหาหลักที่มีความสำคัญคือลักษณะปัญหาบั้มหลุดจาก-ตก-เคลื่อน มีปริมาณมากถึง 44.5 % จากลักษณะปัญหาทั้งหมด ซึ่งทางโรงงานจะได้ทำการพัฒนาและหามาตรการในการแก้ไขปัญหาต่อไป แต่จากการวิเคราะห์และทดลองดำเนินการตามมาตรการที่วางไว้ก็สามารถลดปริมาณของเสียตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและควบคุมคุณภาพการผลิตบรรจุภัณฑ์ โดยสถานประกอบการกรณีศึกษาครั้งนี้มีผลิตภัณฑ์หลักคือ กล่องกระดาษลูกฟูกผู้วิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2554 พร้อมทั้งได้ขอข้อมูลของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตย้อนหลังเพื่อมาศึกษาแนวโน้ม ตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 – เดือน มิถุนายน 2554 พบว่า ทางโรงงานกรณีศึกษาไม่ได้ทำการแจกแจงรายละเอียดสาเหตุการเกิดของเสียเลย มีเพียงข้อมูลยอดการผลิตในแต่ละเดือนและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนเท่านั้น ผู้วิจัยจึงได้วางแนวทางการปฏิบัติตามแนวการวิจัยครั้งนี้ในเดือน กรกฎาคม 2554 – เดือน กันยายน 2554 โดยได้ศึกษากระบวนการผลิตเพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสีย พร้อมทั้งสอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาแยกลักษณะของสาเหตุ ดังแสดงในตาราง 1 ตาราง 2 และตาราง 3 ในภาคผนวก ข.

จากข้อมูลก่อนปรับปรุงนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ พร้อมหาแนวทางแก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อลดปริมาณของเสียโดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p - chart) แผนภาพพาราโต (Pareto chart) และแผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram) ในการวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปัญหของเสียที่เกิดขึ้น ผลการดำเนินงานวิจัยเป็นดังนี้

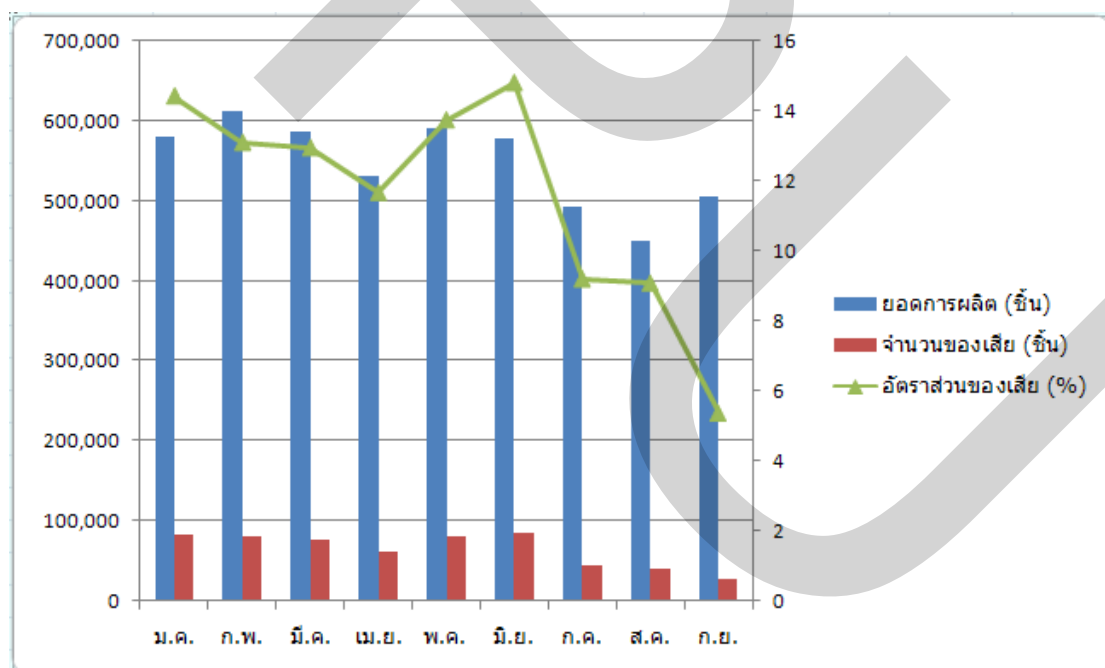
ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการผลิตและข้อมูลของเสีย เดือน มกราคม – เดือน มิถุนายน 2554

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ยอดการผลิต (ชิ้น)	580,120	612,006	587,455	530,749	590,708	577,324
จำนวนของเสีย (ชิ้น)	83,712	80,256	76,151	61,998	81,239	85,475
อัตราส่วนของเสีย(%)	14.43	13.11	12.96	11.68	13.75	14.81

จากตารางที่ 5.1 เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ขอจากโรงงานกรณีศึกษาย้อนหลัง พบว่าปริมาณการเกิดของเสียยังคงมีจำนวนมาก และเมื่อผู้วิจัยได้เข้ามาวางแผนทางและแจกแจงลักษณะของเสียที่เกิดในเดือน กรกฎาคม – เดือน กันยายน 2554 เพื่อที่จะหาสาเหตุและทราบถึงลักษณะที่เป็นปัญหาสำคัญที่ควรแก้ไขก่อน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลการผลิตและข้อมูลของเสียเดือน มกราคม – เดือน กันยายน 2554

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ยอดการผลิต (ชิ้น)	580,120	612,006	587,455	530,749	590,708	577,324	492,355	450,800	506,807
จำนวนของเสีย (ชิ้น)	83,712	80,256	76,151	61,998	81,239	85,475	45,419	41,022	27,294
อัตราส่วนของเสีย (%)	14.43	13.11	12.96	11.68	13.75	14.81	9.22	9.10	5.39



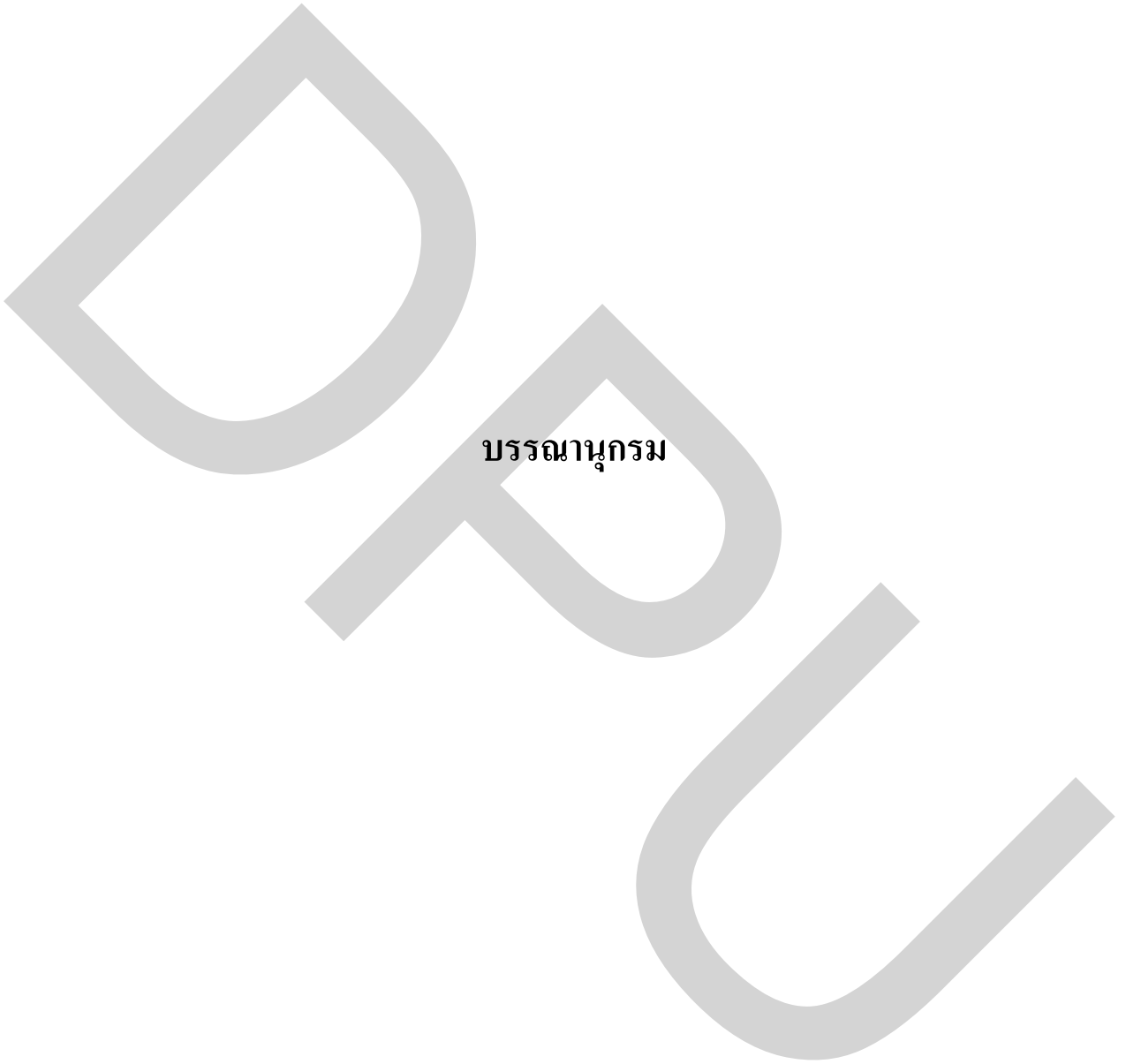
ภาพที่ 5.1 กราฟอัตราส่วนของเสียต่อยอดการผลิต เดือน มกราคม – เดือน กันยายน 2554

จากตารางที่ 5.2 พบว่า เปรอร์เซ็นต์ของเสียเดือนสุดท้ายของการดำเนินงานวิจัยคือเดือน กันยายน 2554 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.39 เปรอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับยอดการผลิตเดือนที่เริ่มเข้าไปทำการวิจัย

วางแผนทางการดำเนินงานครั้งนี้คือ เดือนกรกฎาคม 2554 โดยให้เก็บข้อมูลปริมาณของเสียเป็นรายวัน แยกตามลักษณะการเกิดของเสีย เพื่อทราบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นมีมากน้อยขนาดไหน และลักษณะการเกิดของเสียใดเป็นอาการการเกิดของเสียหลักของสถานประกอบการจากการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียเชิงปริมาณ โดยใช้ซอฟต์แวร์ทางสถิติ MINITAB มาช่วยในการสร้างแผนภูมิควบคุม (Control Chart) เพื่อควบคุมปริมาณการเกิดของเสียจะทำให้ทราบว่าวันใดบ้างที่มีของเสียมากผิดปกติ จึงทำการสร้างแผนภาพพารेटโต (Pareto Chart) เพื่อหาหลักของการเกิดของเสียหลักของสถานประกอบการหลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการระดมสมอง เพื่อหาแนวทางในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยการสร้างแผนภูมิแก๊งปลา (Cause and Effect Diagram) ผลการแก้ไขปรับปรุงตามมาตรการที่ได้กำหนดจากการวิเคราะห์แผนภูมิแก๊งปลานั้นทำให้มีของเสียลดลงหลังการปรับปรุงในเดือนกันยายน 2554 แต่จากการสร้างแผนภาพพารेटโต (Pareto Chart) เพื่อหาหลักของการเกิดของเสียหลัก ทำให้ทราบว่าลักษณะการเกิดของเสียที่เป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตมาก คือ ปุ่มหลุดจาก - ตก - เคลื่อน ยังคงเป็นปัญหาหลักตลอดการวิจัย แต่เมื่อมองในภาพรวมของการวิจัย พบว่าอัตราส่วนของเสียต่อยอดการผลิตก่อนการปรับปรุงเดือน มกราคม 2554 - เดือน มิถุนายน 2554 มีค่าเฉลี่ยของปริมาณของเสียอยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 14.1 และหลังการปรับปรุงในเดือน กันยายน 2554 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณของเสียอยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 5.39 สรุปได้ว่าอัตราส่วนของเสียต่อยอดขายระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงลดลงเท่ากับ 38.23% ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการลดปริมาณการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต จึงเป็นการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพด้วยวิธีการทางสถิติ ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

ทางสถานประกอบการควรได้ดำเนินการตามแนวทางที่ได้ปฏิบัติตามการวิจัยและพัฒนาแนวทางแก้ไขอย่างต่อเนื่องเพื่อจะทำให้สามารถควบคุมของเสียให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีคือมีของเสียไม่มากเกินไป



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- พิชิต สุขเจริญพงษ์. (2535). **การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ: หจก. เอก - เอน การพิมพ์
- เสรียูนิพันธ์จรูญ มหิตธาพองกุล และดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. (2540). **เทคนิคการควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยานิพนธ์

- กรชนกอยู่เสรี และเสาวรัตน์ นิ่มซ้ำ. (2545). **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ของบริษัทกรุงเทพอาหารสัตว์ จำกัด (มหาชน)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชยันต์เถาสุทแสน. **การออกแบบแผนการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการฉีดพลาสติก: กรณีศึกษาโรงงานฉีดพลาสติก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจดศักดิ์ อนุทัต. (2545). **การปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานเบเกอรี่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาโรช บัวบุชา. (2541). **การพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการผลิต สำหรับกระบวนการผสมยางในอุตสาหกรรมผลิตยางรถ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวลักษณ์ การยสิทธิ์. (2538). **การพัฒนาระบบคุณภาพของโรงงานผลิตเส้นไหมและเส้นก๊วยเตี๋ยวลำเร็จรูป**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Acheson J. Duncan (1986). **Quality Control and Industrial Statistics** (5th ed.). Homewood, Illinois : Richard D. Irwin Inc.

Mark M. Davis, Nicholas J. Aquilano, and Richard B. Chase. (2003). **Fundamentals of Operations Management** (4th ed.). Boston, MA : McGraw-Hill.

Montgomery, D.C. (1997). **Introduction to Statistical Quality Control** (3th ed.). (pp. 129-249). New York: John Wiley & Sons.

William J. Stevenson (2002). **Operations Management**, (7th ed.). Boston, MA : McGraw-Hill.



ภาคผนวก





ภาคผนวก ก.



ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานโปรแกรม MINITAB 14

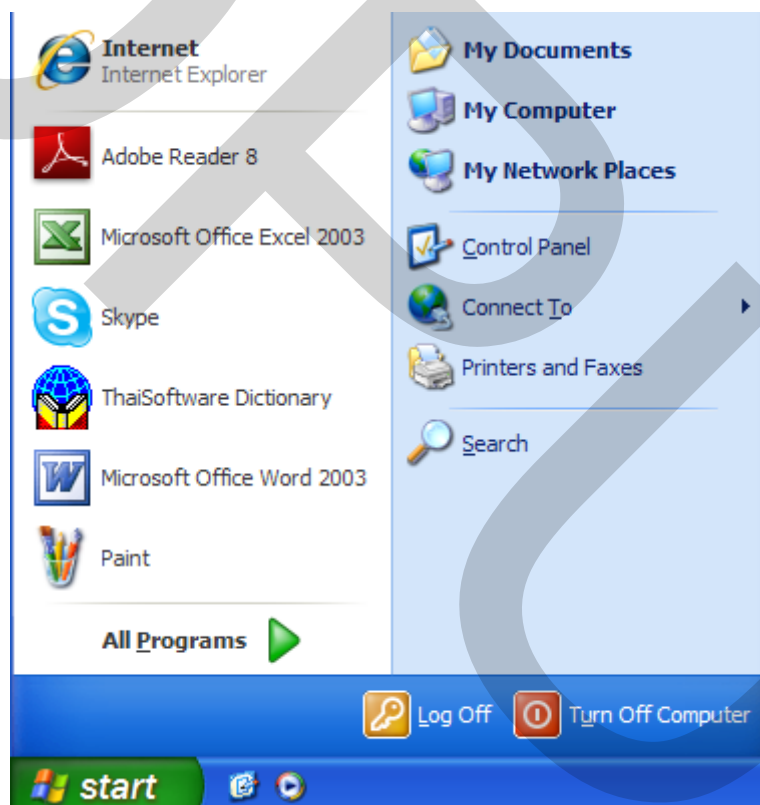
แบ่งย่อยในรายละเอียดได้ 2 หัวข้อ

ภาคผนวก ก.1 การติดตั้ง

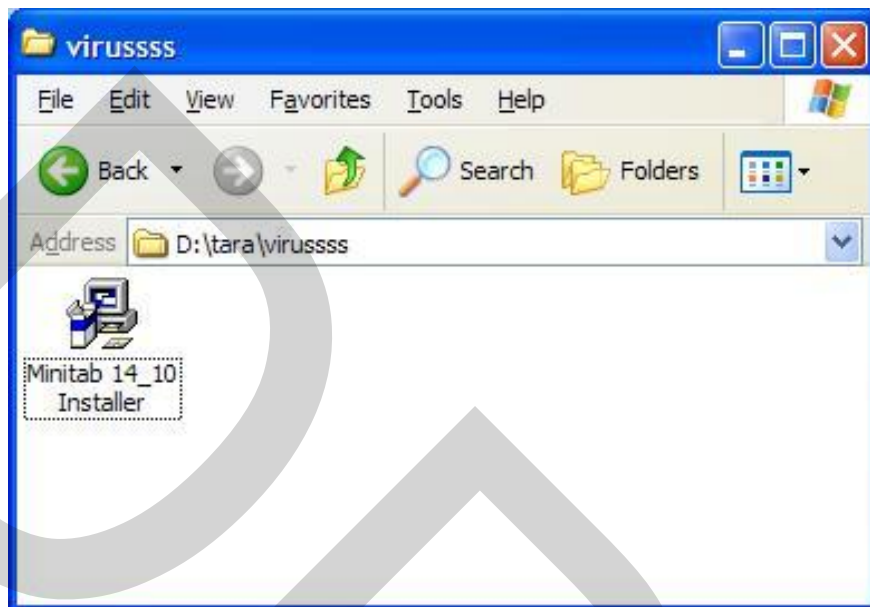
ภาคผนวก ก.2 ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมและการใช้งาน

ภาคผนวก ก.1 การติดตั้ง

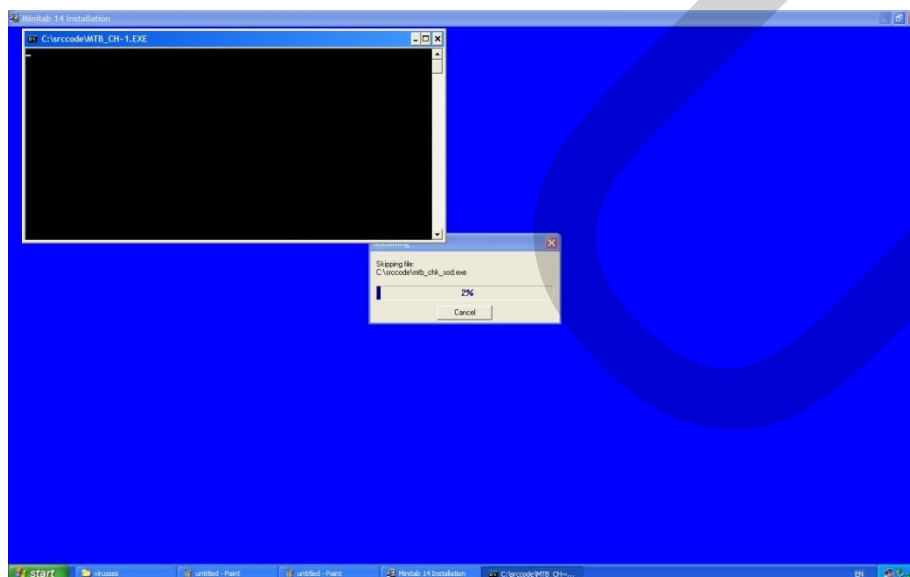
1.1 ใส่แผ่นซีดีที่บรรจุโปรแกรมMINITAB 14 ในซีดีรอมไดรฟ์จากนั้นคลิก Start ที่มุมซ้ายของหน้าจอ



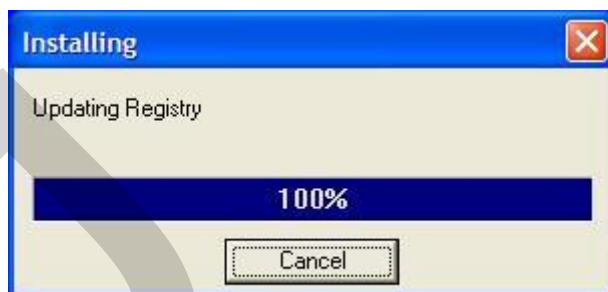
1.2 จะปรากฏไฟล์ชื่อ Minitab 14_10 Installer จากนั้นดับเบิ้ลคลิก



1.3 จะปรากฏหน้าต่างแสดงการติดตั้งโปรแกรม Minitab 14 และขั้นตอนที่กำลังดำเนินการติดตั้ง 3 หน้าต่าง




1.4 รอจนการติดตั้งครบ 100% ดังรูป



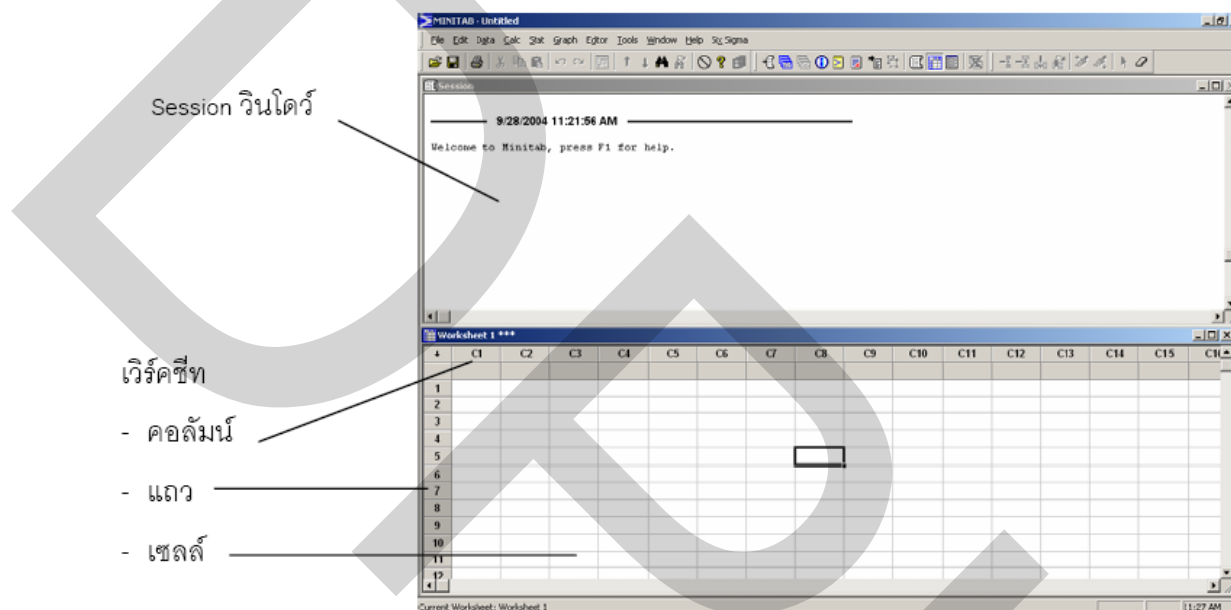
1.5 เมื่อติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว หน้าต่างแสดงขั้นตอนการติดตั้งจะหายไปเองทั้งหมดแล้วจะปรากฏ Shortcut ชื่อ MINITAB 14



ภาคผนวก ก.2 ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมและการใช้งาน

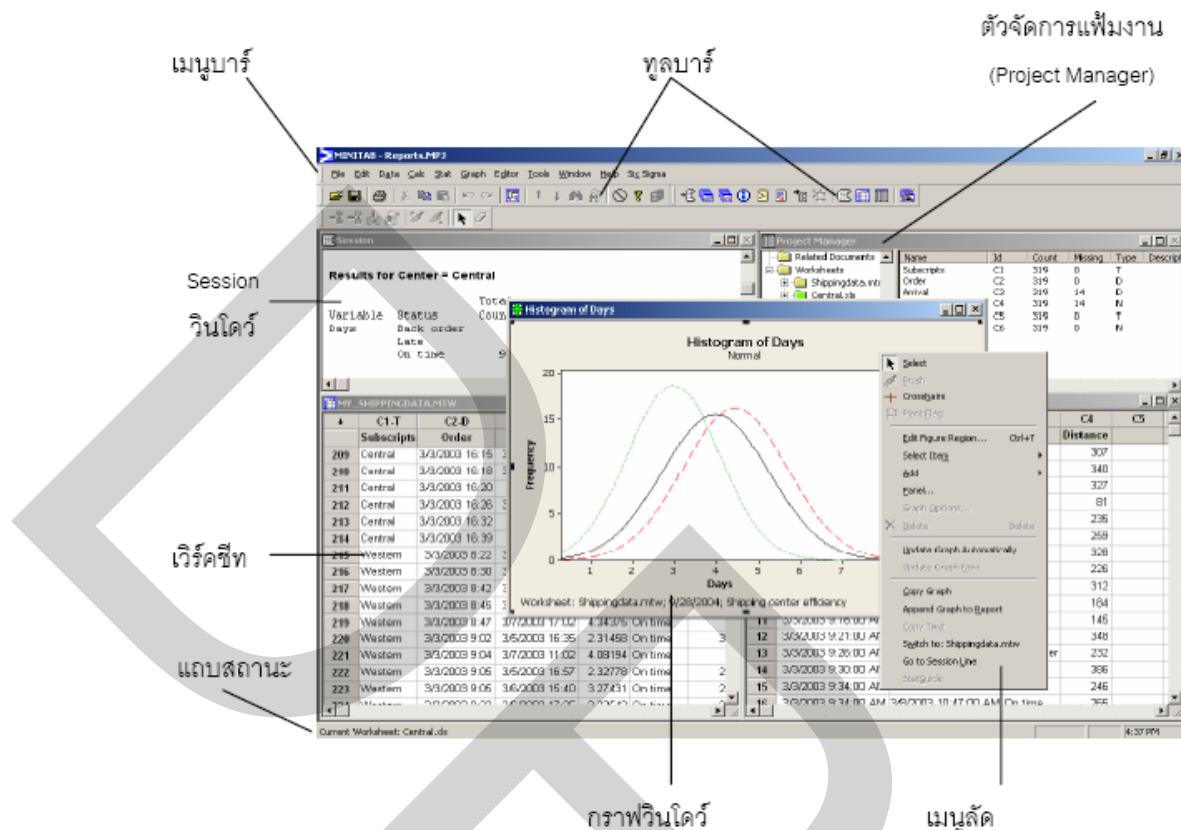
2.1 การเข้าสู่โปรแกรม MINITAB เริ่มจากปุ่ม  บนวินโดวส์เลือก Start > All Programs > MINITAB 14 > MINITAB 14

2.2 เมื่อเปิดโปรแกรม MINITAB 14 ขึ้นมาจะพบ 2 ส่วนหลักบนหน้าจอ MINITAB



2.3 ส่วนต่างๆ ของ MINITAB

ในขณะที่กำลังทำการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำงานกับ MINITAB วินโดวส์และเครื่องมือต่างๆที่หลากหลายและนี่คือภาพรวมของส่วนต่างๆของ MINITAB



MINITAB วินโดว์

- Session วินโดว์แสดงผลลัพธ์ในรูปแบบ text ตัวอย่างเช่นตารางของผลสถิติสามารถแสดงคอลัมน์ค่าคงที่และเมตริกซ์ในวินโดว์นี้โดยเลือกเมนูData > Display Data
- เวิร์คชีทบรรจุคอลัมน์และแถวของเซลล์ซึ่งสามารถป้อนแก้ไขและดูข้อมูลสำหรับแต่ละเวิร์คชีท
- กราฟวินโดว์แสดงผลกราฟซึ่งสามารถเปิดกราฟได้ถึง 200 กราฟในเวลาเดียวกันเมนูคำสั่งและเครื่องมือใน MINITAB ประกอบด้วย
 - เมนูบาร์สำหรับการเลือกคำสั่ง
 - ทูลบาร์มาตรฐานซึ่งมีปุ่มสำหรับฟังก์ชันที่ใช้ทั่วไป – ปุ่มจะเปลี่ยนไปตามวินโดว์ของ MINITAB ที่กำลังใช้งานอยู่ทูลบาร์ตัวจัดการแฟ้มงานพร้อมทั้งคีย์ลัดไปยังโฟลเดอร์ของตัวจัดการแฟ้มงาน
 - ทูลบาร์เวิร์คชีทพร้อมทั้งปุ่มแทรกหรือเคลียร์ข้อมูลในเซลล์แถวและคอลัมน์ปุ่มสำหรับย้ายคอลัมน์และย้ายตำแหน่งไปยังข้อมูลในแถวที่ brushed ไว้ถัดไปหรือก่อนหน้า
 - แถบสถานะซึ่งแสดงข้อความอธิบายเมื่อชี้เมาส์ไปที่เมนูคำสั่งหรือปุ่มบนทูลบาร์

- เมนูลัดซึ่งจะปรากฏขึ้นเมื่อคลิกเมาส์ปุ่มขวาที่วินโดว์ใดๆหรือโพลเดอร์ใดๆในตัวจัดการแฟ้มงานเมนูจะแสดงฟังก์ชันต่างๆที่ใช้บ่อยสำหรับวินโดว์หรือโพลเดอร์นั้น
- เครื่องมือแก้ไขกราฟ (Graph Editing, Graph Annotation Tools และ 3D Graph Tools) พร้อมทั้งปุ่มเพื่อเพิ่มและเปลี่ยนส่วนต่างๆของกราฟ
- ทูลบาร์ DOE (factorial, response surface, mixture, and Taguchi Design) พร้อมทั้งปุ่มสำหรับฟังก์ชันการออกแบบการทดลอง

2.4 การเปิดเวิร์คชีท

สามารถสร้างเวิร์คชีทใหม่หรือจะเปิดไฟล์เวิร์คชีทที่มีข้อมูลอยู่แล้วก็ได้เมื่อเปิดไฟล์คือการคัดลอกข้อมูลนั้นเข้ามาเก็บในแฟ้มงาน (MINITAB Project)ที่กำลังทำงานอยู่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเวิร์คชีทบนแฟ้มงานนี้จะไม่กระทบกับไฟล์เวิร์คชีทที่เป็นต้นฉบับ

2.4.1 เลือกเมนูFile > Open > Worksheet

2.4.2 ในโพลเดอร์ที่ชื่อ DATA ดับเบิลคลิกที่โพลเดอร์ชื่อ Meet MINITAB สามารถเปลี่ยนโพลเดอร์ที่ MINITAB ตั้งไว้ (default) ในการเปิดและบันทึกข้อมูลได้โดยเลือกไปที่เมนู Tools > Options > General



2.4.3 เลือกไฟล์ “SHIPPINGDATA.MTW” จากนั้นคลิก Open ถ้ามีข้อความแสดงขึ้นบนหน้าจอให้เลือก “Do not display this message again” จากนั้นคลิก OK กรณีต้องการให้แสดงข้อความนี้ทุกครั้งที่เปิดไฟล์เวิร์คชีทให้กลับไปทำการตั้งค่าเริ่มต้นของ MINITAB

2.5 การตรวจดูเวิร์คชีท

ข้อมูลจะถูกจัดเรียงในคอลัมน์ซึ่งอาจเรียกอีกอย่างว่าตัวแปร (variables) หมายเลขและชื่อของคอลัมน์จะอยู่ในแถวบนสุดของคอลัมน์แต่ละแถวในเวิร์คชีทแสดงถึงรายละเอียดของคำสั่งซื้อหนึ่งคำสั่ง

	ชื่อคอลัมน์	คอลัมน์ข้อมูล	คอลัมน์ข้อมูล	คอลัมน์ข้อมูล	คอลัมน์ข้อมูล		
		วันที่/เวลา	ตัวเลข	ตัวอักษร			
	C1-T	C2-D	C3-D	C4	C5-T	C6	C7
	Center	Order	Arrival	Days	Status	Distance	
	1	Eastern	3/3/2003 8:34	3/7/2003 15:21	4.28264	On time	255
	2	Eastern	3/3/2003 8:35	3/6/2003 17:05	3.35417	On time	196
	3	Eastern	3/3/2003 8:38	*	*	Back order	299
	4	Eastern	3/3/2003 8:40	3/7/2003 15:52	4.30000	On time	205
	5	Eastern	3/3/2003 8:42	3/9/2003 14:48	6.25417	Late	257
	6	Eastern	3/3/2003 8:43	3/8/2003 15:45	5.29306	On time	93
	7	Eastern	3/3/2003 8:50	3/7/2003 10:02	4.05000	On time	189
	8	Eastern	3/3/2003 8:55	3/8/2003 16:30	5.31597	On time	335

MINITAB รับข้อมูลใน 3 รูปแบบคือตัวเลข, ข้อความและวัน / เวลาในเวิร์คชีทนี้มีข้อมูลแต่ละชนิดดังนี้

- คอลัมน์ C 1 – (Center) : ชื่อศูนย์กระจายสินค้า
- คอลัมน์ C 2 – (Order) : วันที่สั่งซื้อ
- คอลัมน์ C 3 – (Arrival) : วันที่รับสินค้า
- คอลัมน์ C 4 – (Days) : จำนวนวันที่ใช้ในการจัดส่ง
- คอลัมน์ C 5 – (Status) : สถานะการจัดส่ง (“On time” หมายถึงหนังสือจัดส่งได้ตรงตามกำหนด “Back order” ไม่มีหนังสือในสต็อก “Late” หมายถึงผู้ซื้อได้รับหนังสือหลังจากสั่งซื้อ 6 วันหรือนานกว่านั้น)

- คอลัมน์ C 6 – (Distance) : ระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าถึงที่อยู่ผู้รับ

2.5.1 ชนิดข้อมูลเวิร์คชีทสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ 3 ชนิด

- Numeric data – ข้อมูลตัวเลข
- Text data - ตัวอักษรตัวเลขและสัญลักษณ์พิเศษตัวอย่างเช่น Test#4 หรือ North America

America

- Date/time data – วันที่ (ตัวอย่างเช่น Jan-1-2004 หรือ 3/17/07), เวลา (ตัวอย่างเช่น 08:25:22AM) หรือทั้งคู่ (ตัวอย่างเช่น 3/17/04 08:25:22AM) โดยเริ่มต้น MINITAB จัดเก็บข้อมูลวันที่และเวลาเป็นตัวเลขแต่จะแสดงในรูปแบบที่เลือกไว้

2.5.2 รูปแบบของข้อมูล

ข้อมูลสามารถอยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจาก 3 รูปแบบนี้

รูปแบบ	ประกอบด้วย...	อ้างถึงโดย...	จำนวนที่เป็นไปได้
Column	ข้อมูลตัวเลขตัวอักษรหรือวันที่/เวลา	<ul style="list-style-type: none"> • C+ ตัวเลขเช่น C1 หรือC22 • ชื่อคอลัมน์ตัวอย่างเช่น 'Center' หรือ 'Arrival' 	ถูกจำกัดโดยหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์มากที่สุดคือ 4000
Stored Constant	ตัวเลขเดี่ยวหรือข้อความเดี่ยว (ตัวอย่างเช่น 'New York')	<ul style="list-style-type: none"> • K + ตัวเลขเช่น K1 หรือK93 • ชื่อคอลัมน์ตัวอย่างเช่น 'First' หรือ 'Counter' 	1000
Matrix	บล็อกของเซลล์ซึ่งมีข้อมูลอยู่	<ul style="list-style-type: none"> • M + ตัวเลขเช่น M1 หรือ M44 • ชื่อคอลัมน์ตัวอย่างเช่น 'Inverse' 	100

เปิดเวิร์กชีทแล้วและพร้อมที่จะเริ่มใช้ MINITAB และตรวจสอบการกระจายอย่างปรกติ (Normality) ของข้อมูลและตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่จะทำการวิเคราะห์

ทางสถิติสามารถใช้กราฟในการสำรวจข้อมูลและประเมินความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนอกจากนี้ กราฟยังมีประโยชน์ในการหาข้อสรุปและช่วยให้ตีความผลลัพธ์ทางสถิติได้ง่ายยิ่งขึ้น

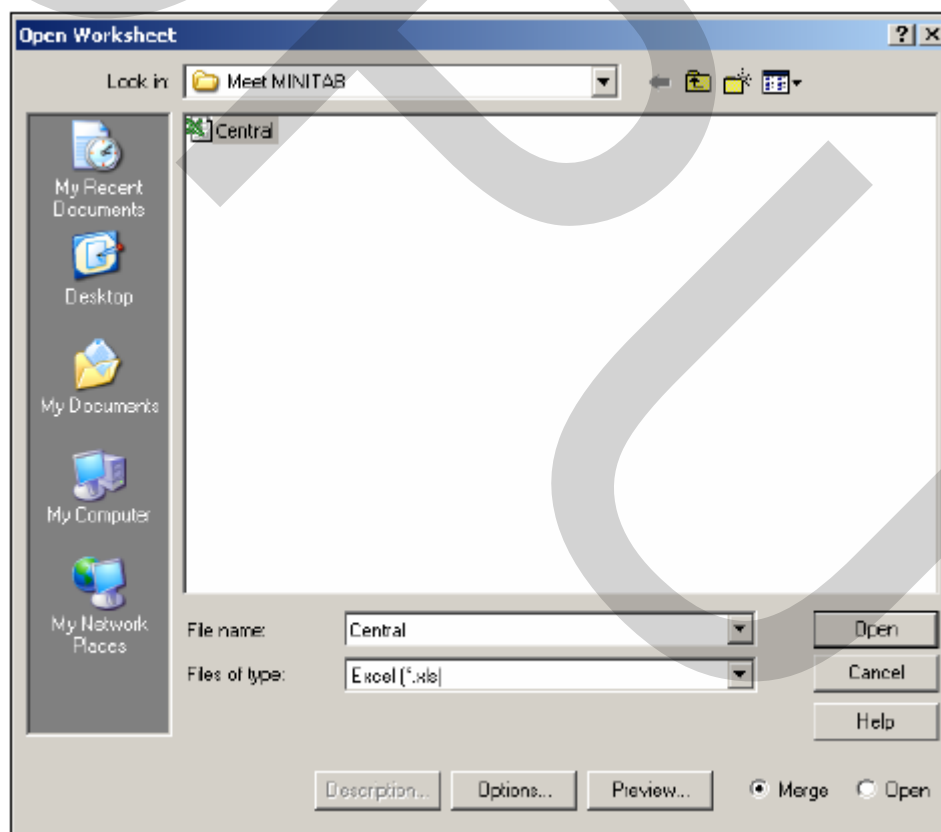
สามารถเข้าไปที่กราฟของ MINITAB โดยการเข้าไปที่เมนู Graph และ Stat ในหลายๆ คำสั่งทางสถิติกราฟซึ่งแสดงพร้อมกับผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะช่วยให้การแปลความหมายของ ผลลัพธ์รวมทั้งช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของสมมุติฐานทางสถิติ

ลักษณะของกราฟใน MINITAB ประกอบไปด้วย

- ตัวอย่างรูปให้เลือกชนิดของกราฟ
- สามารถปรับแต่งกราฟได้ตั้งแต่การเลือกกลุ่มข้อมูลจนถึงการกำหนดชื่อกราฟและ ข้อความเชิงอรรถ (footnotes)

2.6 สร้างกราฟ p -chart

2.6.1. เมนูFile > Open Worksheet



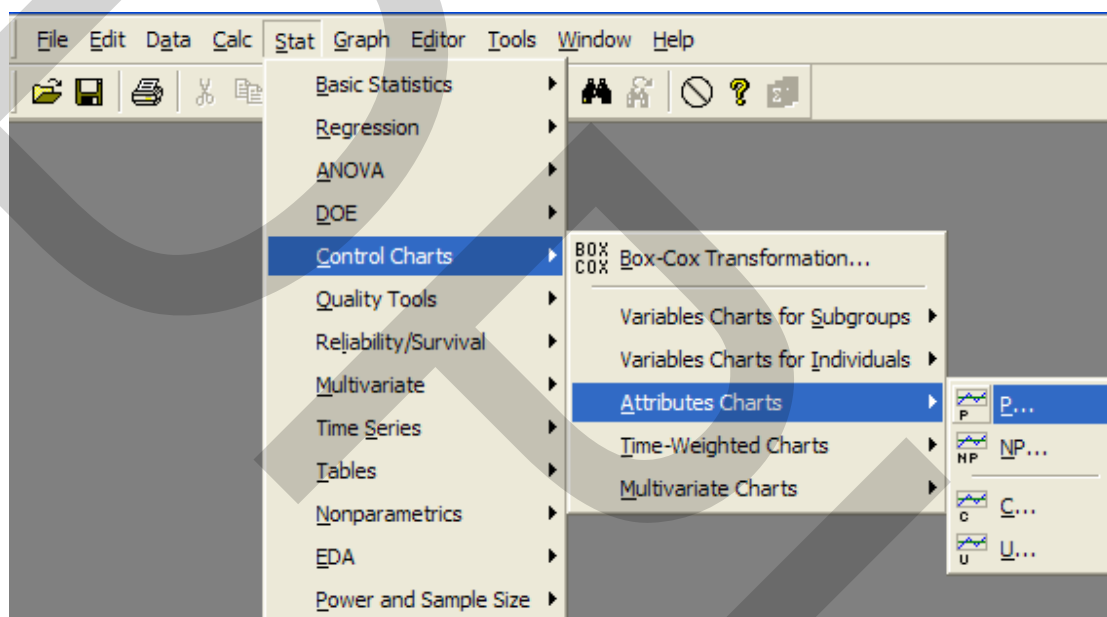
2.6.2 ดับเบิลคลิกที่โฟลเดอร์ Meet MINITAB เลือกไฟล์ที่ต้องการนำมาทำกราฟ p chart แล้วคลิก Open

2.6.3 เลือกเมนู Stat > Control Charts > Attributes Charts

สำหรับกราฟส่วนใหญ่ MINITAB จะแสดงรูปแบบตัวอย่างให้เห็นซึ่งรูปที่เลือกก็จะเป็นตัวกำหนดออพชั่นในการสร้างกราฟ

- สามารถปรับเปลี่ยนส่วนต่างๆของกราฟหลังจากสร้างกราฟเสร็จแล้วเช่นรูปแบบตัวอักษร (Font) สัญลักษณ์ลักษณะเส้นตำแหน่งของจุดบนแกนกราฟ (Tick Marks) ตลอดจนการแสดงค่าของข้อมูลบนกราฟ

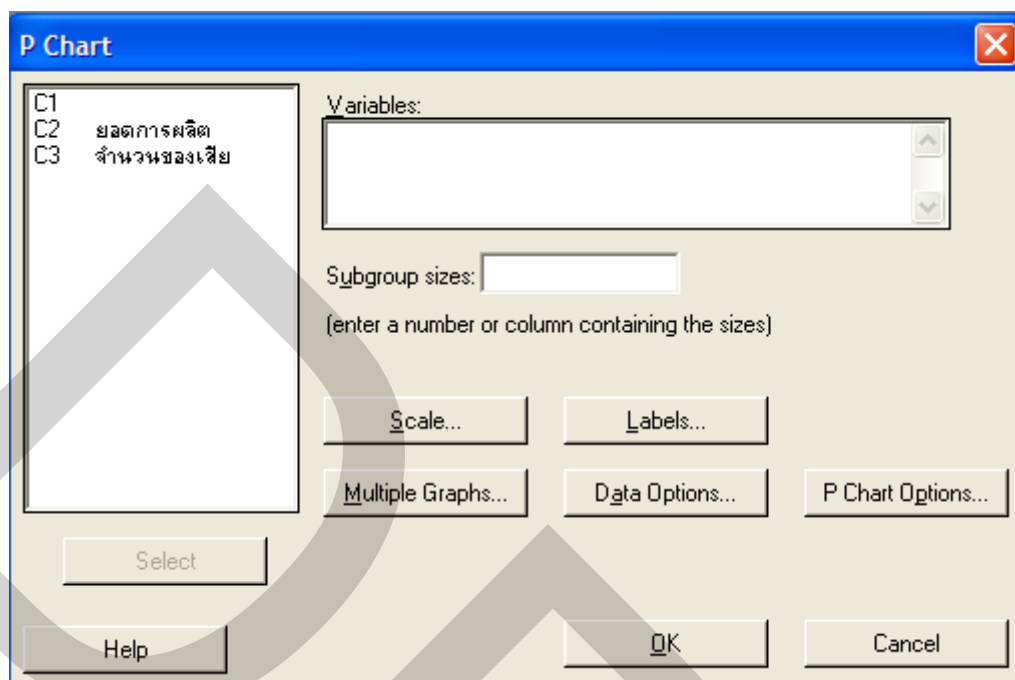
- กราฟสามารถที่จะปรับเปลี่ยนไปตามข้อมูลในเวิร์คชีทได้อย่างอัตโนมัติ



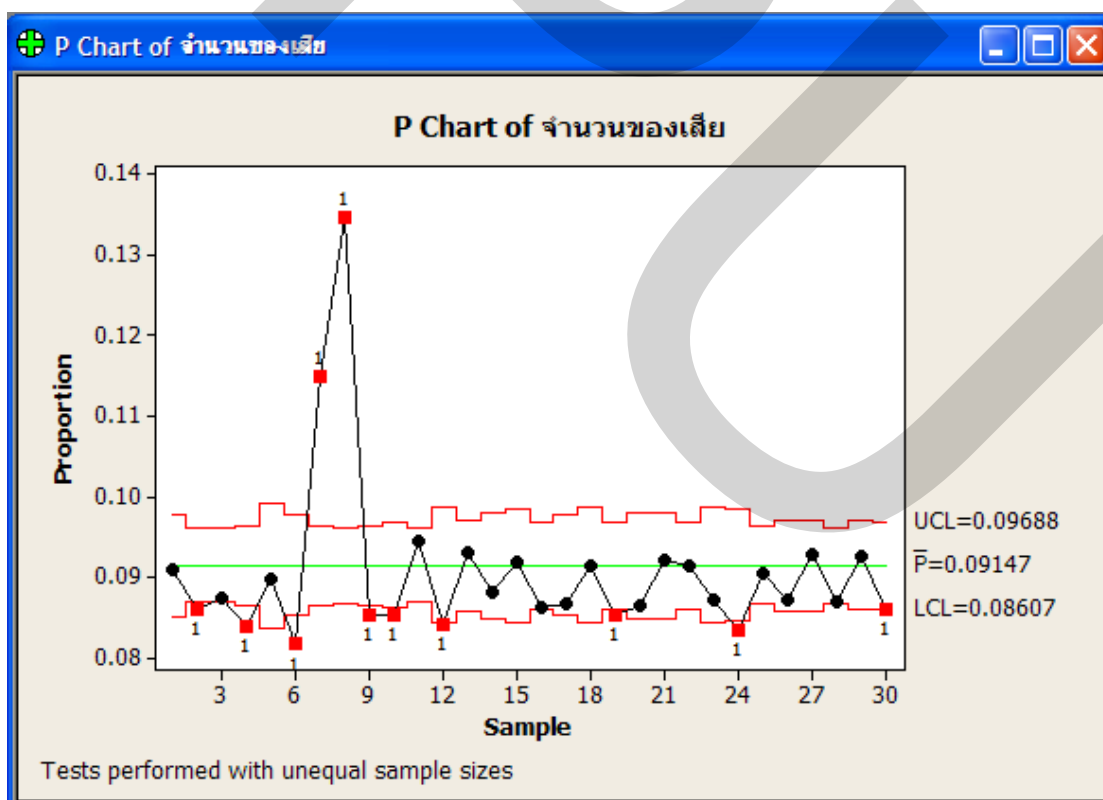
2.6.4 ปรากฏหน้าต่าง p chart

- Variables เป็นช่องการเลือกตัวแปรที่ต้องการตรวจลักษณะในที่นี้คือจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นให้แสดงข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิ p

- Subgroup size เป็นช่องที่ใส่กลุ่มตัวอย่างที่เก็บมาในที่นี้คือยอดการผลิตเพื่อให้แสดงข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิ p



2.6.5 เมื่อคลิก OK จะได้กราฟ p chart



Session

11/7/2008 4:04:16 PM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

P Chart of จำนวนของเสีย

Test Results for P Chart of จำนวนของเสีย

TEST 1. One point more than 3.00 standard deviations from center line.
Test Failed at points: 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 19, 24, 30

* WARNING * If graph is updated with new data, the results above may no
* longer be correct.

จัดการผลลัพธ์บน Session วินโดว์ตัวอย่างเช่น

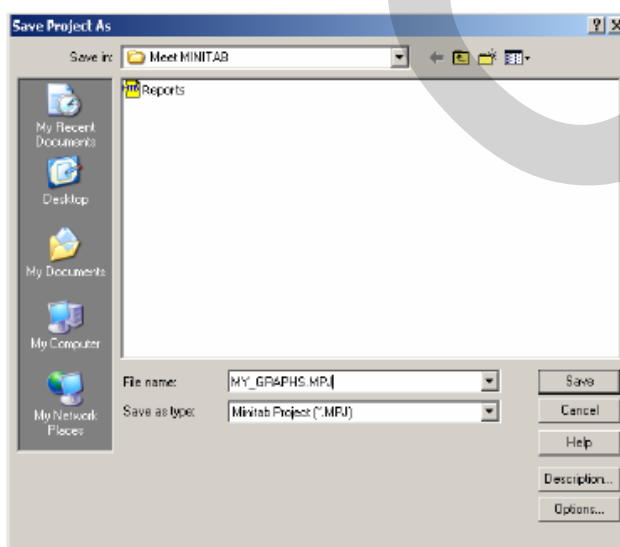
Session Window แสดงผลเป็นตัวเลขและตัวอักษร (text) ซึ่งหากท่านต้องการปรับเปลี่ยนคัดลอกไปยัง Report Pad หรือพิมพ์ออกมาก็สามารถทำได้โดยรายละเอียดเกี่ยวกับ Report Pad

2.7 จัดเก็บการทำงานทั้งหมดของคุณในแฟ้มงานของ MINITAB

2.7.1 เลือกเมนูFile > Save Project As

2.7.2 ในช่องFile Name พิมพ์ตั้งชื่อ "MY_GRAPH.MPJ" โปรแกรมจะใส่นามสกุลของไฟล์เป็น (MPJ ให้อัตโนมัติเมื่อเราจัดเก็บแฟ้มงาน)

2.7.3 คลิกSave



2.8 การใช้ ReportPad

ที่ผ่านๆ ได้ทำการวิเคราะห์ไว้หลายรูปแบบและในขณะนี้ต้องการที่จะนำเสนอผลลัพธ์ให้กับเพื่อนร่วมงานตัวจัดการแฟ้มงานใน MINITAB บรรจุไฟล์เตอร์เรียกว่า Report Pad ที่ซึ่งสามารถสร้างรายงานอย่างง่ายได้ Report Pad เป็นตัวจัดการตัวอักษรแบบง่าย (เหมือน Notepad) ซึ่งสามารถพิมพ์หรือจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ RTF (Rich Text) หรือ HTML (Web) โดยใน Report Pad สามารถ

- จัดเก็บผลลัพธ์จาก MINITAB และกราฟในเอกสารเดียว
- เพิ่มข้อความและหัวข้อสำคัญ
- เรียงลำดับผลลัพธ์ใหม่
- เปลี่ยนแปลงขนาดตัวอักษร
- พิมพ์ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์
- สร้างรายงานที่พร้อมนำขึ้นเว็บ

2.8.1 เพิ่มกราฟลงใน Report Pad

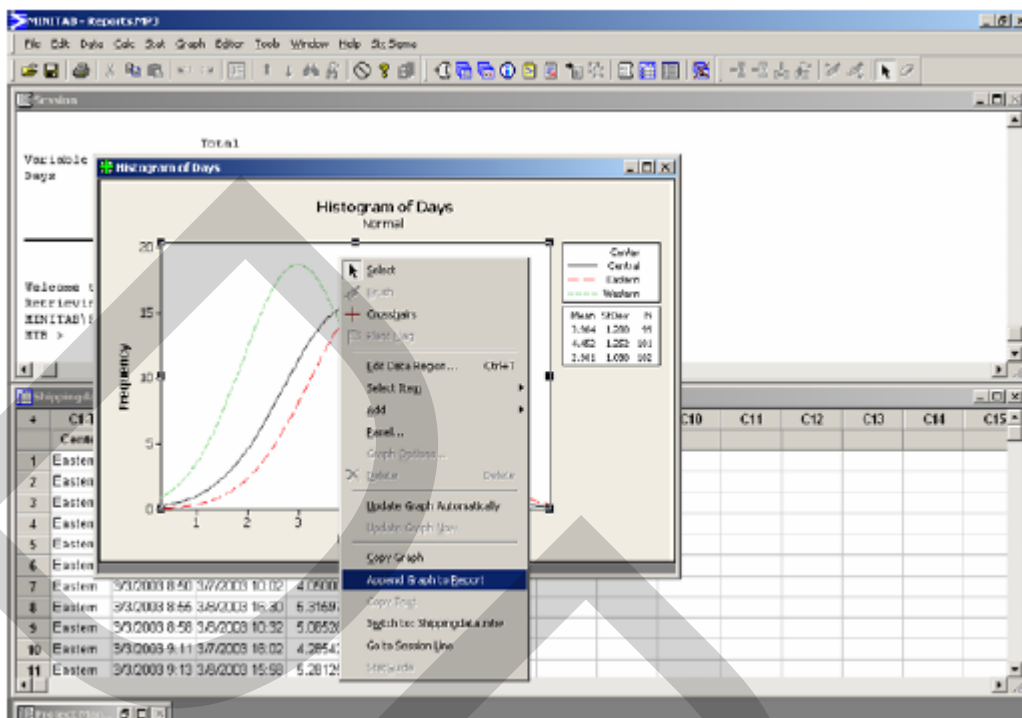
สามารถเพิ่มส่วนต่างๆลงใน Report Pad โดยการคลิกเมาส์ปุ่มขวาที่กราฟหรือที่ผลลัพธ์บน session วินโดว์จากนั้นเลือกคำสั่ง Append to Report นอกจากนั้นในการเพิ่มเติมข้อความและกราฟจากโปรแกรมอื่นสามารถทำได้โดยคัดลอกและวาง (paste) ใน Report Pad ของ MINITAB ต่อไปนี้เป็น การเพิ่มกราฟสีโปรแกรมที่คุณสร้างไว้ในบทที่ 2 เรื่องการสร้างกราฟไปยัง Report Pad

- ถ้าเป็นการดำเนินการต่อเนื่องจากบทที่แล้วให้เลือกเมนู File > New จากนั้นเลือก MINITAB Project คลิก OK หรือเรียกโปรแกรม MINITAB ขึ้นมาใหม่

- เลือกเมนู File > Open Project
- ดับเบิลคลิกที่ไฟล์เตอร์ Meet MINITAB จากนั้นเลือกไฟล์ "REPORTS.MPJ"

คลิก Open

- เลือกเมนู Window > Histogram of Days
- คลิกเมาส์ปุ่มขวาวนกราฟจากนั้นเลือกคำสั่ง Append Graph to Report

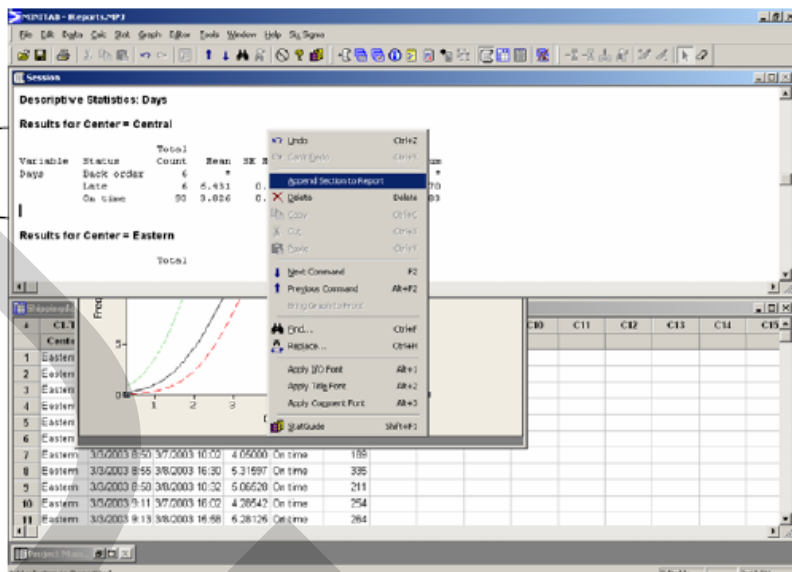


- เลือกเมนู Window > Project Manager
- คลิกที่โฟลเดอร์ Report Pad จะพบว่ากราฟฮิสโตแกรมได้ถูกเพิ่มลงใน Report Pad แล้ว

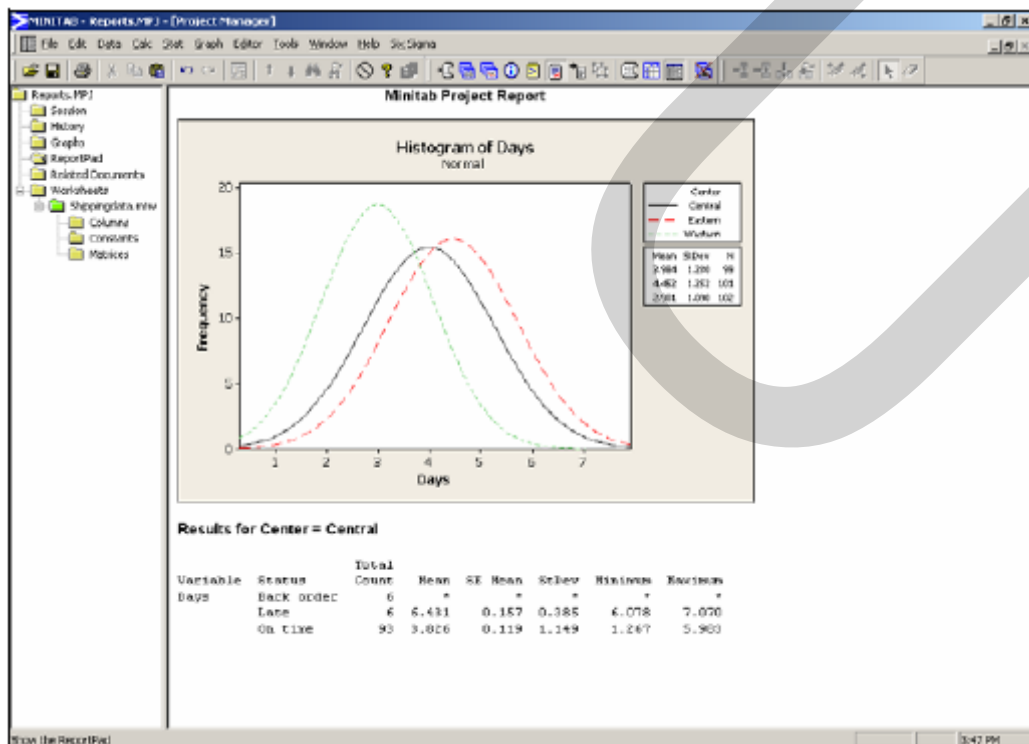
2.8.2 เพิ่มผลลัพธ์บน Session วินโดว์ไปยัง Report Pad คุณสามารถเพิ่มผลลัพธ์บน Session วินโดว์ไปยัง Report Pad ได้เช่นกันในบทที่ 3 เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลคุณได้แสดงผลทางสถิติสำหรับศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 3 แห่งเอาไว้และในขณะนี้ต้องการนำผลของทั้ง 3 ศูนย์ไปใส่ใน Report Pad

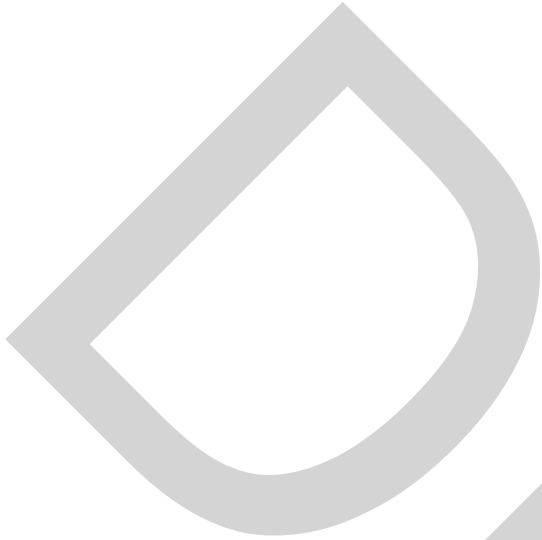
- เลือกเมนู Window > Session
- ใน Session วินโดว์คลิกเมาส์ปุ่มขวาภายใต้หัวข้อชื่อ “Result for Center = Central” และเลือกคำสั่ง Append Session to Report ส่วนของข้อความที่ถูกเพิ่มบนรายงานจะเป็นข้อความทั้งหมดภายใต้ชื่อหัวเรื่องนั้น (ชื่อหัวเรื่องเป็นตัวอักษรหนา)

ถ้าคุณคลิกเมาส์ปุ่ม
ขวาตรงบริเวณนี้และ
เลือกคำสั่ง Append
Section to Report
ผลลัพธ์ของคุณ
Central จะถูกเพิ่มลง
ไปใน ReportPad



- ทำซ้ำขั้นตอนก่อนหน้าสำหรับ “Result for Center = Eastern” และ “Result for Center = West”
- เลือกเมนู Window > Project Manager จากนั้นคลิกที่โฟลเดอร์ Report Pad แล้วคลิก เพื่อขยายวินโดว์ให้ใหญ่ขึ้นสำหรับดูรายละเอียดในรายงานให้ชัดเจนมากขึ้น





ภาคผนวก ข.



ตารางที่ 1 ข้อมูลประจำเดือน กรกฎาคม 2554 (ต่อ)

กรกฎาคม 2554																											
วันที่	ยอดการเดิน (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะที่พบ																								
			กระดาษทอง	ปีมหูดอก-ดอก-เคลื่อนไหว	ปีมหูดอกแบบ	ปีมหูดอกด้าน	พิมพ์ผิดจากแบบ	พิมพ์สีผิดจากไม่สมบูรณ์	พิมพ์สีผิดจากเนื้อเยื่อ	พิมพ์กลับด้าน	แกะเศษขาด	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	หลุดจากเครื่องตลอด	หลุดกลับ-ตก-ตก-ตก	หลุดผิดจากแบบ	สีผิด-ตก-ตก-ตก	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น	กระดาษเป็นเส้น
25-Jul	27,810	2,614	3	1388	0	86	0	83	2	5	925	1	3	3	3	98	2	4	5	0	0	0	0	0	0	1	2
26-Jul	18,756	1,329	3	630	0	62	0	95	0	2	425	4	2	0	1	94	2	2	0	0	4	3	0	0	0	0	0
27-Jul	25,887	2,321	0	1151	0	99	0	61	0	1	890	0	4	2	5	87	3	2	3	5	0	3	0	4	1	0	
28-Jul	38,762	3,459	0	1954	0	126	0	121	2	0	1117	5	0	0	0	129	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	
29-Jul	23,905	2,446	0	1203	2	93	2	97	0	0	897	0	4	0	0	134	0	0	0	0	1	5	5	3	0	0	
รวม	492,355	45,419	31	22675	24	1645	33	1710	21	17	16926	33	40	22	36	1890	38	33	41	12	33	40	46	39	28	6	

ตารางที่ 2 ข้อมูลประจำเดือน สิงหาคม 2554

สิงหาคม 2554																										
วันที่	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะที่พบ																							
			กระดามพอง	ป็นหลอดคาท-คท-คสื่อน	บั้งผิดจากแบบ	บั้งกลับด้าน	พิมที่ผิดจากแบบ	พิมที่สีผิด จากไม่เสมอไม่ติด	พิมที่สีผิด เหม-นอ-บั้ง	พิมที่กลับด้าน	แกะเศษขาด	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	ถลอกจากเครื่องตลอด	สลอกลึก-เตก-บั้งยาว	สลอดผิดจากแบบ	ขรุขระ-เย-บั้งยาว	กระดามเป็นหน้าดำ	กระดามบั้ง	กระดามริมน้ำเสมอ	กระดามผิดจากแบบ	กระดามหัก-บั้ง	บั้งเส้นแตกนอกใน	บั้งเส้นไม่ติด	บั้งเส้นบั้งยาว	เย็บเย็บ	โดนพาด
1-Aug	32,196	2,920	4	1271	2	130	3	88	0	0	1267	3	2	0	0	131	6	0	1	2	3	2	2	1	2	0
2-Aug	28,210	2,641	3	1301	0	96	0	147	4	0	975	1	2	1	0	93	5	0	0	0	0	3	3	4	2	1
3-Aug	25,425	2,266	2	1120	0	117	0	63	1	0	822	2	3	0	1	119	2	1	2	3	4	2	0	1	1	0
4-Aug	9,984	913	0	371	0	52	0	98	4	0	262	4	3	0	0	66	5	0	3	0	0	1	2	3	0	0
5-Aug	8,747	659	0	258	1	56	3	67	1	0	178	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
8-Aug	18,270	1,669	0	773	0	43	0	63	4	5	674	2	3	0	3	84	4	1	3	0	2	2	0	3	0	0
9-Aug	22,597	2,045	5	896	0	61	0	91	0	0	868	1	3	3	0	95	1	0	2	3	4	6	0	1	4	1
10-Aug	27,380	2,179	4	961	0	80	3	78	0	2	871	4	0	0	2	144	8	2	2	5	4	1	0	2	4	2
11-Aug	36,200	3,394	3	1602	0	157	0	221	2	2	1,291	3	0	2	0	96	4	0	0	0	4	0	2	2	3	0
15-Aug	20,515	1,855	0	829	2	64	3	63	0	0	781	0	3	3	3	88	5	0	2	0	3	2	3	0	1	0
16-Aug	16,450	1,409	5	611	0	71	0	93	1	0	516	0	2	2	2	99	2	0	0	0	0	2	0	0	3	0
17-Aug	18,357	1,631	0	745	2	98	2	65	0	0	575	2	1	3	0	127	4	0	1	1	1	2	0	0	2	0
18-Aug	15,693	1,361	5	574	0	76	2	94	3	2	505	2	0	2	0	82	2	0	0	0	2	3	0	2	5	0

ตารางที่ 2 ข้อมูลประจำเดือน สิงหาคม 2554 (ต่อ)

		สิงหาคม 2554																											
วันที่	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะที่พบ																							ยอดรวม	เกณฑ์	เกณฑ์	เกณฑ์
			กระดามทอง	บีมหลุดคา-ตก-เคลือบ	บีมผิดจากแบบ	บีมกลับด้าน	พิมผิดจากแบบ	พิมพีลลิต	จางไม่เสมอไม่ติด	พิมพีลลิต	พิมพีลลิต	พิมพีลลิต	พิมกลับด้าน	แกระเศษขาด	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	ตลอดจากเครื่องตลอด	ตลอดเล็ก-คา-ตก-เคลือบ	ตลอดผิดจากแบบ	ตลอด	ตะกั่ว	ตะกั่ว	ตะกั่ว	ตะกั่ว	ตะกั่ว	ตะกั่ว				
19-Aug	23,215	2,111	0	1009	2	70	1	72	2	3	859	0	2	0	1	64	5	2	3	4	3	3	1	0	3	2			
22-Aug	17,482	1,580	3	792	2	91	0	81	2	0	491	1	0	0	3	98	4	2	0	0	0	2	3	4	1	0			
23-Aug	15,968	1,652	2	876	2	97	0	79	0	2	471	2	3	2	0	98	4	0	2	2	2	2	1	4	1	0			
24-Aug	19,753	1,894	2	1010	0	101	0	72	0	0	614	2	0	2	0	75	0	2	3	4	1	1	3	2	0	0			
25-Aug	26,542	2,694	0	1393	0	99	1	86	2	0	1008	0	0	0	0	78	5	2	2	5	5	5	0	3	0	0			
26-Aug	23,756	2,413	0	1136	0	112	0	123	0	0	919	2	3	0	1	101	2	0	0	2	5	2	3	2	0	0			
29-Aug	8,943	760	0	332	0	78	2	60	0	0	221	1	1	3	0	54	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
30-Aug	14,764	1,164	0	498	0	87	0	65	2	0	419	1	0	2	3	79	0	1	1	1	0	2	2	0	1	0			
31-Aug	20,353	1,851	0	848	0	76	0	89	0	2	682	0	0	3	0	144	0	0	2	4	0	0	0	0	1	0			
รวม	450,800	41,022	38	19206	13	1912	20	1958	28	18	15269	33	31	28	19	2108	76	13	29	36	43	43	25	36	34	6			

ตารางที่ 3 ข้อมูลประจำเดือน กันยายน 2554

กันยายน 2554																											
วันที่	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลักษณะที่พบ																								
			กระดาษทอง	พิมพ์ลูกตา-ตก-เคลื่อน	พิมพ์ติดจากแบบ	พิมพ์กลับด้าน	พิมพ์ผิดจากแบบ	พิมพ์สีผิด งามไม่สมไม่มืด	พิมพ์ข้อเขียน-พิมพ์-เศษติด	พิมพ์กลับด้าน	เศษเศษขาด	เหลือด้านใดด้านหนึ่ง	ถลอกจากเครื่องตลอด	สอดสีตก-ตก-ตก-ตก-ตก	สอดสีติดจากแบบ	เศษที่เย็บ-ขาด-ขาด	กระดาษเป็นดำ	กระดาษขึ้น	กระดาษริมนไม่เสมอ	กระดาษผิดจากแบบ	กระดาษหัก-เสีย	ทับเส้นแทนนอก-ใน	ทับเส้นไม่ติด	ทับเส้นยาว	เย็บเย็บ	โดนหนวด	
1-Sep	34,128	1,992	1	822	5	144	6	149	2	5	778	0	0	0	0	64	0	4	0	0	0	1	3	3	5	0	
2-Sep	28,614	1,562	2	721	0	98	2	141	6	1	456	0	0	0	0	118	5	0	3	4	0	2	0	2	1	0	
5-Sep	26,155	1,389	3	623	0	131	1	109	4	3	399	0	0	0	0	105	3	0	0	0	0	4	0	1	3	0	
6-Sep	27,142	1,386	1	568	0	112	0	105	2	2	457	1	2	0	0	129	2	0	0	0	0	2	0	2	1	0	
7-Sep	19,765	1,067	2	437	0	104	0	101	2	1	322	4	0	0	0	88	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
8-Sep	25,142	1,381	0	589	0	126	0	152	1	0	399	3	6	5	0	87	1	0	4	0	6	0	2	0	0	0	
9-Sep	33,114	1,748	0	731	0	110	0	145	4	2	659	3	2	2	0	85	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	
12-Sep	19,768	1,153	0	548	0	92	0	77	1	2	357	2	4	3	0	62	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	
13-Sep	9,763	431	3	193	0	49	1	18	1	0	146	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
14-Sep	11,137	594	3	237	0	98	0	85	0	0	115	0	0	0	0	51	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	
15-Sep	8,742	425	0	183	0	59	0	42	0	0	114	0	0	0	0	24	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
16-Sep	16,475	918	2	307	4	72	5	97	0	0	349	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	
19-Sep	19,250	978	0	559	2	61	0	80	0	0	213	1	2	0	0	44	1	0	10	0	1	1	1	2	0	0	

ตารางที่ 3 ข้อมูลประจำเดือน กันยายน 2554 (ต่อ)

กันยายน 2554																											
วันที่	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนเตียง (ชิ้น)	ลักษณะทัพพ																								
			กระดาษพอง	นอ้บกระดาษ-กระดาษ	กระดาษเจดิม้วน	นอ้บกระดาษ	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน	กระดาษเจดิม้วน
20-Sep	41,420	2,053	1	934	2	66	2	98	1	0	845	2	4	5	5	78	0	0	1	0	7	2	0	0	0	0	0
21-Sep	28,182	1,601	0	728	3	119	0	88	0	2	555	0	2	0	0	99	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
22-Sep	23,059	1,179	2	501	0	87	0	127	3	0	361	3	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-Sep	24,172	1,293	3	602	0	73	0	61	4	0	422	0	0	0	0	127	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-Sep	27,055	1,501	0	733	0	100	0	65	3	0	491	2	0	0	0	104	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
27-Sep	26,013	1,374	0	632	0	92	0	64	0	0	489	1	0	0	0	87	4	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0
28-Sep	18,972	1,101	0	466	0	103	0	90	0	0	361	0	1	1	1	70	0	1	4	0	0	0	3	0	0	0	0
29-Sep	16,141	951	0	468	0	94	0	52	0	3	255	1	5	2	0	64	3	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0
30-Sep	22,598	1,217	0	574	0	102	2	88	0	0	359	0	0	0	0	86	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
รวม	506,807	27,294	23	12156	16	2092	19	2034	34	21	8902	23	28	18	6	1762	35	5	24	4	14	16	28	22	12	0	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

อีเมลแอดเดรส

พนิตนันท์ อภิวัฒน์อุดมคุณ

ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.)

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ

a_phanitnun@hotmail.com