การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป

Cost of Quality Analysis for Gasket Manufacturing Factory

นายสนธยา ทวีรัตน์

Sonthaya Thaweerat

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Engineering in Industrial Management

Prince of Songkla University

2554

ชื่อสารนิพนธ์ การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป

ผู้เขียน นายสนธยา ทวีรัตน์

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก **คณะกรรมการสอบ**

……...…… ……ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ร่วม

……...…… ……..……..กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์) (รองศาสตราจารย์ วนิดา รัตนมณี)

….……..……..กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

……..……..

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป

ผู้เขียน นายสนธยา ทวีรัตน์

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพระหว่างต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ เพื่อนำผลการวิเคราะห์นี้ไปใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศให้กับโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้กรณีศึกษาของบริษัทผลิตผลิตภัณฑ์ปะเก็นยางสำเร็จรูป วิธีการวิจัยเริ่มจากการสำรวจ รวบรวม ระบุประเภท ประเมินและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมดมี 17 รายการ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้ 8 รายการและต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ 9 รายการ พบว่าต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้คิดเป็นร้อยละ 52 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 63,605,602 บาท ต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 48 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 58,450,520 บาท จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือทางสถิติพบว่าต้นทุนการตรวจสอบมีอิทธิพลต่อต้นทุนคุณภาพรวมและคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์มากที่สุด จากการวิเคราะห์ด้วย PAF Model พบว่าโรงงานกรณีศึกษามีการจัดการต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ 6,773,798 บาท หรือร้อยละของคุณภาพสินค้าอยู่ที่ 75.59

Minor Thesis Title Cost of Quality Analysis for Gasket Manufacturing Factory

Author Mr. Sonthaya Thaweerat

Major Program Industrial Management

Academic Year 2010

ABSTRACT

This research aims to study the relationship between the controllable cost and uncontrollable cost of quality cost for a gasket manufacturing factory. There are three steps involved in this research: 1) collect data, 2) categorize cost of quality, and 3) analyze cost of quality behaviors. The eighteen months of cost of quality information are collected from a gasket manufacturing factory (Jan 2009- June 2010). The data are divided into 2 main categories: controllable cost (8 items) and uncontrollable cost (9 items). The results indicate that approximately 52% of total cost of quality (63,605,602 bath) is the uncontrollable costs, as well as the remaining of 48% (63,605,602 bath) is the controllable cost. In addition, the appraisal cost is the most important factor which influenced the quality and the total cost of quality. Also, the minimum cost of quality is found at 75.59% of product conformance or total cost of 6,733,798 bath.

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ ซึ่งคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และชี้แนะแนวทางในการวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณอาจารย์หลักสูตรการจัดการอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ให้ทักษะ วิชาความรู้ จนทำให้การศึกษาในครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้กำเนิด ซึ่งเป็นที่เคารพรัก ตลอดจนญาติๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและการช่วยเหลือเสมอมา

ขอขอบคุณคณะผู้บริหาร บริษัทไทยลีคเลส คอร์ปอเรชั่น จำกัด เป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ ให้โอกาสในหน้าที่การงานและการศึกษา ตลอดจนเพื่อนพนักงานทุกคนที่ให้ความร่วมมือ และคอยเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ MIM5 ที่คอยช่วยเหลือเกื้อกูลกันมา ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆตลอดจนทุกกำลังใจที่คอยสนับสนุน และเป็นพลังขับเคลื่อนให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สนธยา ทวีรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย (2)

ABSTRACT (4)

กิตติกรรมประกาศ (5)

สารบัญ (6)

สารบัญตาราง (8)

สารบัญภาพ (10)

สัญลักษณ์และคำย่อ (12)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ 4

1.3 ขอบเขตการวิจัย 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.5 สถานที่ทำการวิจัย 4

1.6 ระยะเวลาดำเนินการ 4

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 5

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 36

3.1 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพ 37

3.2 การระบุประเภทของต้นคุณภาพ 39

3.3 การรวบรวมข้อมูลและการประเมินต้นทุนคุณภาพ 40

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ 40

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล 43

4.1 การรวบรวมข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพ 43

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2 การระบุประเภทของต้นทุนคุณภาพ 43

4.3 การรวบรวมข้อมูลและการประเมินต้นทุนคุณภาพ 49

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ 72

4.5 การวิเคราะห์หาจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุด 84

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 89

5.1 สรุปผลการวิจัย 89

5.2 ข้อเสนอแนะ 90

บรรณานุกรม 92

ภาคผนวก 94

ภาคผนวก ก ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ 95

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป 107

ประวัติผู้วิจัย 114

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพเบื้องต้นของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553	2
2.1 ความหมายของคุณภาพของปรมาจารย์แต่ละท่าน	6
2.2 ANOVA สำหรับการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแบบถดถอย	27
2.3 ANOVA สำหรับการทดสอบความไม่สมรูปของตัวแบบถดถอย	29
4.1 การจัดหมวดหมู่ประเภทของต้นทุนคุณภาพตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม	44
4.2 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนการป้องกัน	46
4.3 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนการตรวจสอบ	47
4.4 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายใน	48
4.5 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอก	49
4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม	51
4.7 ตัวอย่างการคำนวนค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร	58
4.8 ตัวอย่างการคำนวนค่าฝึกอบรมพนักงาน	59
4.9 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ	60
4.10 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า	61
4.11 ตัวอย่างการคำนวนค่าสอบเทียบและทดสอบเครื่องมือวัด	62
4.12 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต	63
4.13 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย	64
4.14 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจรับรองระบบ ISO	65
4.15 ตัวอย่างการคำนวนค่าของเสียในกระบวนการผลิต	65
4.16 ตัวอย่างการคำนวนค่าแก้ไขงาน	66
4.17 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบซ้ำ	67
4.18 ตัวอย่างการคำนวนค่าวิเคราะห์งานเสียและทดสอบซ้ำ	68

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.19 ตัวอย่างการคำนวนค่าทำลายสินค้าหมดอายุแล้ว	68
4.20 ตัวอย่างการคำนวนค่าดำเนินการข้อร้องเรียนจากลูกค้า	69
4.21 ตัวอย่างการคำนวนค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน	70
4.22 ตัวอย่างการคำนวนค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้า	71
4.23 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์	73
4.24 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ P, A, IF, EF และตัวแปรตาม COQ ของโรงงานกรณีศึกษา	75
4.25 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ P, A, IF, EF และตัวแปรตาม Q ของโรงงานกรณีศึกษา	80
4.26 ผลการเพิ่มหรือลดร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด	87

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	สัดส่วนของต้นทุนคุณภาพรวมในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553	3
2.1	โครงสร้างของต้นทุนคุณภาพ	15
2.2	ความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพยุคแรก	16
2.3	ความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพสมัยใหม่	17
2.4	โครงสร้างของต้นทุนคุณภาพทางตรงก่อนและหลังการปรับปรุงระบบคุณภาพ	18
2.5	สถานะของต้นทุนคุณภาพทางตรงที่เปลี่ยนแปลงไปตามการดำเนินงานขององค์กร	19
2.6	ลักษณะสหสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวแปร	22
3.1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	36
3.2	ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา	37
4.1	สัดส่วนสถานะของต้นทุนคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษา	72
4.2	Normal Probability Plot ของค่าคลาดเคลื่อน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.1	77
4.3	กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับลำดับของข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.1	78
4.4	กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าประมาณ สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.1	79
4.5	Normal Probability Plot ของค่าคลาดเคลื่อน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.2	82
4.6	กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับลำดับของข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.2	83
4.7	กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าประมาณ สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.2	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.8 PAF Model ของโรงงานกรณีศึกษา	86

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

H_0	สมมติฐานหลัก
H_1	สมมติฐานอื่น
n	จำนวนข้อมูลตัวอย่าง
N	จำนวนประชากร
R^2	ประสิทธิภาพในการทำนาย
R^2(adj)	ประสิทธิภาพในการทำนายที่ปรับแล้ว
r_{xy}	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y
P-Value	ค่าความน่าจะเป็นที่อยู่ในพื้นที่ใต้กราฟ เพื่อใช้ตัดสินใจสมมติฐานในการทดสอบ
S_{yy}	ผลรวมกำลังสองของ y
S_{xy}	ผลรวมของผลคูณระหว่าง x กับ y
SS_E	ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน
SS_R	ค่าความผันแปรรอบเส้นถดถอย
SS_{PE}	ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง
SS_{LOF}	ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนจากความไม่สมรูปของตัวแบบกับข้อมูล
ρ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับประชากร
β_i	สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ i
e	ค่าความคลาดเคลื่อน
ε	ผลจากค่าที่ควบคุมไม่ได้
$E(e_i)$	ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนตัวที่ i
$Var(e_i)$	ค่าแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนตัวที่ i
$Cov(e_i,e_j)$	ค่าคลาดเคลื่อนที่ i และ j
P	ต้นทุนการป้องกัน

A	ต้นทุนการตรวจสอบ
F	ต้นทุนความบกพร่อง
IF	ต้นทุนความบกพร่องภายใน
EF	ต้นทุนความบกพร่องภายนอก
COQ	ต้นทุนคุณภาพรวม
D-W	ค่าความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนกับลำดับข้อมูล
ANOVA	การวิเคราะห์ความแปรปรวน

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

การดำเนินงานในรูปแบบบริษัทนั้น ส่วนใหญ่มีเป้าหมายเพื่อสร้างผลกำไรให้กับสถานประกอบการมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีการดำเนินงานที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวมีหลายวิธี อาทิเช่น การลดต้นทุน การผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพ การเพิ่มผลผลิต การหาลูกค้าเพิ่ม เป็นต้น สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าผลกำไร ต้นทุนและคุณภาพ เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไหร่ก็ตามที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ การบริการหรือประสิทธิภาพการทำงานลดต่ำลง ย่อมทำให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้น และส่งผลกระทบต่อผลกำไรตามไปด้วย ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจของ American Society of Quality ที่เคยสำรวจถึงขนาดต้นทุนคุณภาพของภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าต้นทุนคุณภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 40% ของยอดขายทั้งหมด จะเห็นว่าต้นทุนคุณภาพเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งของทุกองค์กรในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจ เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนคุณภาพ สิ่งสำคัญคือการได้ทราบถึงความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพระหว่างต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ เพื่อนำข้อมูลความสัมพันธ์ที่ทราบไปประยุกต์ใช้สำหรับการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตภายในองค์กร และยกศักยภาพการเปลี่ยนคุณภาพผลิตภัณฑ์ในองค์กรให้อยู่ในรูปของตัวเลขทางการเงินซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ทำให้ทุกคนในองค์กรตระหนักถึงความสำคัญของต้นทุนคุณภาพแล้วสามารถหามาตรการในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสามารถประเมินต้นทุนคุณภาพในองค์กรได้อย่างถูกต้อง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ใช้ประโยชน์ต่อไป

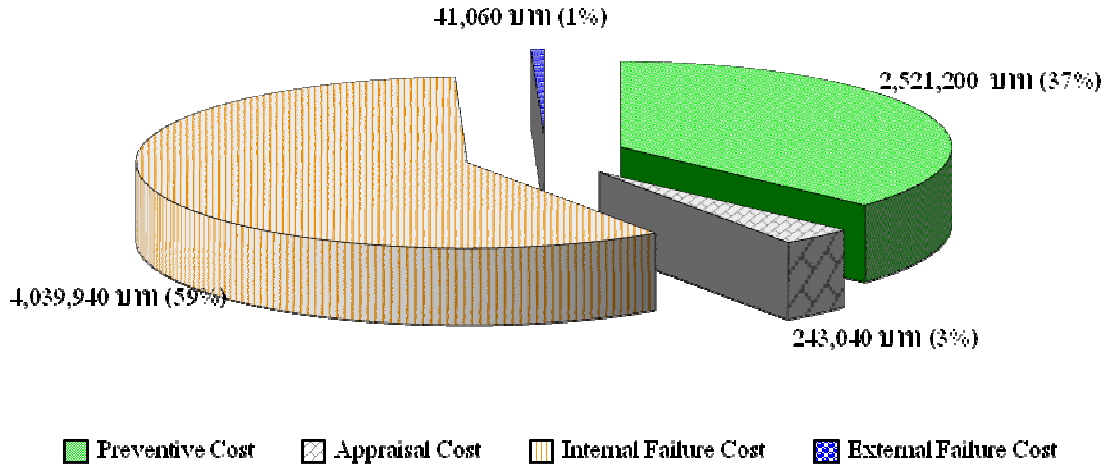
โรงงานกรณีศึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ปะเก็นยางสำเร็จรูป เพื่อจำหน่ายภายในประเทศ 30% และส่งออกต่างประเทศอีก 70% โรงงานแห่งนี้ไม่ได้จัดทำและวิเคราะห์ระบบต้นทุนคุณภาพ แต่ทางผู้บริหารของโรงงานต้องการทราบว่าความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ว่าความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อสามารถสะท้อนภาพโดยรวมของต้นทุนคุณภาพในโรงงานและนำไปใช้ประโยชน์ใน

การบริหารงานในอนาคต เนื่องจากผู้บริหารทราบว่าต้นทุนคุณภาพเป็นต้นทุนที่สามารถวัดออกมาเป็นรูปแบบทางการเงินได้และต้นทุนคุณภาพยังแฝงอยู่ให้ต้นทุนการผลิตคิดเป็น 40% ของยอดขาย จากปัญหาที่ผู้บริหารของโรงงานต้องการทราบว่าความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ว่าความสัมพันธ์กันอย่างไร ทางผู้วิจัยจึงได้ทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนคุณภาพเบื้องต้นของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และจัดกลุ่มต้นทุนตามหลักทฤษฎีต้นทุนคุณภาพได้ผลดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพเบื้องต้นของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

ประเภท	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ต้นทุนการป้องกัน (Prevention Cost)	ค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร	2,521,200
	รวม	2,521,200
ต้นทุนการตรวจสอบ (Appraisal Cost)	ค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า	36,148
	ค่าการตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต	105,423
	ค่าการตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย	101,469
	รวม	243,040
ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน (Internal Failure Cost)	ของเสียในกระบวนการผลิต	3,948,924
	ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงาน	56,750
	ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบงานซ้ำ	4,350
	ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ	9,083
	ค่าใช้จ่ายในการทำลายสินค้าหมดอายุ	20,833
	รวม	4,039,940
ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก (External Failure Cost)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการข้อเรียนของลูกค้า	17,650
	ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน	23,410
	รวม	41,060

จากข้อมูลข้างต้น สามารถแสดงสัดส่วนของต้นทุนคุณภาพรวมในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 ได้ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 สัดส่วนของต้นทุนคุณภาพรวมในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

จากข้อมูลในภาพที่ 1.1 พบว่าสัดส่วนของต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในองค์กรสูงเป็นอันดับหนึ่งคิดเป็นร้อยละ 59 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 4,039,940 บาท ต้นทุนการป้องกันเป็นอันดับสองคิดเป็นร้อยละ 37 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 2,521,200 บาท ซึ่งมีอัตราส่วนมากกว่าต้นทุนการตรวจสอบและต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกองค์กรที่มีอยู่เพียงร้อยละ 3 และ 1 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 243,040 บาทและ 41,060 บาทตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้นเป็นการรวบรวมข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งไม่ได้ระบุประเภทของต้นทุนคุณภาพที่ชัดเจนและรวบรวมข้อมูลต้นทุนคุณภาพอย่างเป็นระบบ หากข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่นำมาวิเคราะห์ได้ระบุประเภทของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทได้อย่างชัดเจน และมีการรวบรวมข้อมูลต้นทุนคุณภาพอย่างเป็นระบบแล้วนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพมาหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ แล้วนำข้อมูลความสัมพันธ์ที่ได้ไปเสนอผู้บริหาร เพื่อให้ผู้บริหารสามารถมองภาพโดยรวมของต้นทุนคุณภาพในโรงงานว่าเป็นไปในลักษณะใดและผู้บริหารสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารงานในอนาคต เนื่องจากต้นทุนคุณภาพเป็นต้นทุนทางตรงที่อยู่ในต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูง ซึ่งจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าผลการสำรวจข้อมูลของAmerican Society of Quality ที่เคยสำรวจถึง

ขนาดต้นทุนคุณภาพของภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าต้นทุนคุณภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 40% ของยอดขายทั้งหมด (ประสิทธิ์ สุนทรารักษ์, 2551)

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้สำหรับโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูปเฉพาะผลิตภัณฑ์ปะเก็นยางอย่างเดียว ซึ่งจะใช้ข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 1 ปี 6 เดือน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ช่วยให้สามารถเข้าใจหลักการบริหารจัดการต้นทุนคุณภาพให้ดีขึ้น และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนคุณภาพ เพื่อเพิ่มศักยภาพพัฒนาขีดความสามารถของบริษัท

1.4.2 ช่วยให้สามารถทราบถึงขนาดของปัญหาคุณภาพในรูปแบบของตัวเงิน เพื่อสะท้อนให้ผู้บริหารตระหนักถึงความสำคัญด้านคุณภาพ

1.4.3 สามารถเพิ่มโอกาสหรือช่องทางในการลดต้นทุน โดยไม่กระทบต่อยอดขาย

1.5 สถานที่ทำการวิจัย

นิคมอุตสาหกรรมภาคใต้(ฉลุง) 9/8 หมู่ที่ 4 ต. ฉลุง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110 และภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1.6 ระยะเวลาดำเนินการ

เดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 (ระยะเวลา 9 เดือน)

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในยุคที่มีการแข่งขันสูง การตัดสินใจของผู้บริหารในด้านต่าง ๆ ควรพิจารณาข้อมูลทั้งที่เป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงิน เพราะหลายกิจการต้องประสบปัญหาในการดำเนินธุรกิจเนื่องจากไม่ได้พิจารณาข้อมูลให้ครบถ้วน ต้นทุนซ่อนเร้น (Hidden Cost) และต้นทุนเสียโอกาส (Opportunity Cost) เป็นข้อมูลที่ยังไม่มีผู้นำมาพิจารณาในการตัดสินใจมากนัก อาจจะเนื่องจากปัญหาในเรื่องการใช้ดุลยพินิจพิจารณาในเรื่องเวลาและค่าใช้จ่าย สำหรับต้นทุนซ่อนเร้นเป็นต้นทุนที่พิจารณาในลักษณะของบัญชีบริหารแนวคิดนี้เกิดขึ้น เนื่องจากต้องการพิจารณาต้นทุนที่เกิดขึ้นให้ครบถ้วน ต้นทุนซ่อนเร้น อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ต้นทุนแฝง” ซึ่งต้นทุนซ่อนเร้นเป็นต้นทุนที่แฝงอยู่ในกิจกรรมต่างๆ หากพิจารณาในหลายมุมมองจะสามารถสังเกตเห็นต้นทุนเหล่านี้ได้ แต่ยากในการประเมินค่า ดังนั้นต้นทุนตัวนี้จึงอาจมีอิทธิพลทำให้ต้นทุนรวมของสิ่งที่ต้องการพิจารณาผิดไปจากความเป็นจริง ส่วนต้นทุนเสียโอกาสเป็นต้นทุนตามแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งทางบัญชีบริหารได้นำต้นทุนเสียโอกาสมาใช้ในการตัดสินใจเป็นระยะเวลานานแล้ว ตามแนวคิดนี้จะมีการหาผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก และทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ผลตอบแทนสูงขึ้นคือการค้นหาต้นทุนคุณภาพ ซึ่งเป็นหาค่าใช้จ่ายที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณภาพ หากตัดสินใจนำทางเลือกนี้มาใช้แล้ว ก็จะเป็นประโยชน์ในการหาผลตอบแทน อย่างไรก็ตามการนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพมาร่วมพิจารณาก็ยังจำเป็นเพราะจะช่วยให้การตัดสินใจผู้บริหารดีขึ้น

2.1.1 แนวคิดและทฤษฎีคุณภาพ

Woon (1998) กล่าวว่า มนุษย์ได้รู้จักกับความหมายของคุณภาพมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษยุคแรกๆ หรือตั้งแต่มนุษย์เริ่มเรียนรู้ที่จะใช้เครื่องมือต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นขวานหิน หอก ไม้เครื่องปั้นดินเผา ฯลฯ ซึ่งได้เรียนรู้ว่าขวานหินที่ดีนั้นต้องมีความคมและแข็ง ส่วนหอกไม้ที่ดี

นั้นก็จะต้องไม่สั้น ไม่ยาวเกินไปและต้องไม่ทู่จนแทงอะไรไม่เข้า หรือถ้วยโถโอชามหม้อไหต่างๆ จะต้องไม่รั่ว ไม่ร้าว เมื่อนำมาใช้ เป็นต้น สำหรับความรู้เกี่ยวกับด้านต้นทุนเป็นความรู้ที่มนุษย์รู้จักหลังจากรู้จักกับเรื่องคุณภาพ นับตั้งแต่มนุษย์เริ่มรู้จักการแลกเปลี่ยนสิ่งของและค้าขายกัน จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงว่าคุณภาพและต้นทุนได้เข้ามามีบทบาทและเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับมนุษย์มาเป็นระยะเวลานาน ไม่ว่าจะเป็นในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งไม่อาจปฏิเสธได้ว่าคุณภาพและต้นทุนได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตของมนุษย์อย่างไม่สามารถแยกออกจากกันได้ มนุษย์ได้เรียนรู้ถึงเรื่องคุณภาพเป็นระยะเวลายาวนาน จึงมีปรมาจารย์ที่ได้บัญญัติความหมายของคำว่าคุณภาพไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความหมายของคุณภาพของปรมาจารย์แต่ละท่าน

ปีค.ศ. (พ.ศ.)	ปรมาจารย์ด้านคุณภาพ	ความหมายของคุณภาพ
1940 (2483)	วิลเลี่ยม เอ็ดเวิร์ด เดมมิ่ง (William Edwards Deming)	คุณภาพของการออกแบบและคุณภาพของความสอดคล้องในการดำเนินงานที่จะนำมาซึ่งความภาคภูมิใจให้กับเจ้าของผลงาน
1961 (2504)	อาร์มัน วี. ไฟเกนบาว (Armand V. Feigenbaum)	สิ่งที่ดีที่สุดสำหรับเงื่อนไขด้านการใช้งานและราคาของลูกค้า
1964 (2507)	โจเซฟ เอ็ม จูราน (Joseph M. Juran)	ความเหมาะสมกับการใช้งาน
1979 (2522)	ฟิลลิป บี. ครอสบี้ (Phillip B. Crosby)	การเป็นไปตามความต้องการหรือสอดคล้องกับข้อกำหนด
1985 (2528)	คาโอรุ อิชิกาวา (Kaoru Ishikawa)	ประหยัดที่สุด มีประโยชน์การใช้งานสูงสุดและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าอย่างสม่ำเสมอ

ที่มา : กำพล กิจชระภูมิ และสุชาติ ยุวรี (2546)

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่า คุณภาพเป็นคำที่มีความหมายที่สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่เสมอ โดยหัวใจสำคัญของคุณภาพสามารถสรุปได้ 3 ประเด็น คือ

1) คุณภาพคือการเป็นไปตามมาตรฐาน หรือข้อกำหนด

2) คุณภาพคือการสร้างความพอใจให้กับลูกค้า

3) คุณภาพคือการมีต้นทุนการดำเนินงานที่เหมาะสม

ดังนั้น อาจกล่าวสรุปได้ว่า “คุณภาพ” หมายถึง การดำเนินงานที่บรรลุถึงเป้าหมายตามข้อกำหนด โดยลูกค้าพึงพอใจด้วยต้นทุนการดำเนินงานที่เหมาะสม

ประสิทธิ์ สุนทรารักษ์ (2551) กล่าวว่าปัจจุบันความสำคัญของคุณภาพได้มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์อย่างมาก ยิ่งมนุษย์ศึกษามากขึ้น ก็ยิ่งพบว่าคุณภาพมีความหมายที่ลึกซึ้งมากขึ้น ซึ่งแนวคิดทางคุณภาพที่ได้มีวิวัฒนาการมาตามลำดับนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับได้แก่

1) เหมาะสมกับมาตรฐาน (Fitness to Standard)

2) เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย (Fitness for Use)

3) เหมาะสมกับต้นทุน (Fitness to Cost)

4) เหมาะสมกับความต้องการที่แฝงเร้น (Fitness to Latent Requirement)

กำพล กิจชระภูมิและสุชาติ ยุวรี (2546) กล่าวว่าโดยเริ่มแรกของการพัฒนาระบบการผลิตของ Ford จะผลิตรถยนต์เฉพาะสีดำเท่านั้น รถยนต์รุ่นที่โด่งดังมากที่สุดได้แก่ Ford Modest ได้เน้นการผลิตให้ได้ปริมาณมากที่สุดโดยมีข้อกำหนดหรือมาตรฐานเป็นตัวกำหนด ต่อมาลูกค้ามีความต้องการสินค้าหลากหลาย ดังนั้นผู้ผลิตจึงเริ่มคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย เช่น มีรถหลายแบบและหลายสีมากขึ้น แต่การที่มีแบบและสีที่หลากหลายนั้น ส่งผลให้ต้นทุนการดำเนินงานสูงขึ้นไปด้วย หากไม่มีระบบการจัดการที่ดี ดังนั้นผู้ผลิตจึงหันมาสนใจแนวคิดของคุณภาพที่เหมาะสมกับต้นทุน จากนั้นแนวคิดของคุณภาพได้ถูกพัฒนาต่อมา เพื่อให้เข้าใจถึงความต้องการของลูกค้าซึ่งแฝงเร้นอยู่ให้ได้ ทั้งนี้จึงทำให้ปัจจุบันมีการพัฒนาสินค้าและบริการอย่างต่อเนื่องตลอดมา

กิติพงศ์ โรจน์จึงประเสริฐ (2550) กล่าวว่า Thomas Pyzdex ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคุณภาพ เคยกล่าวไว้ว่า ในการส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีคุณภาพให้กับลูกค้า จะประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการหรือที่เรียกว่า สมการคุณภาพ (Quality Equation) ซึ่ง

ประกอบด้วยการทำในสิ่งที่ถูกต้อง (Doing the Right Things) และการไม่ทำในสิ่งที่ผิด (Not Doing the Wrong Things) ซึ่งการทำในสิ่งที่ถูกต้อง หมายถึง การผลิตสินค้าหรือบริการที่ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจหรือประทับใจต่อผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นๆ ในทางกลับกัน การไม่ทำในสิ่งที่ผิด หมายถึงการไม่ทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจ ซึ่งการจะทำให้เกิดองค์ประกอบทั้งสองอย่างขึ้น จำเป็นที่จะต้องมีต้นทุนเกิดขึ้น ซึ่งเรียกต้นทุนในลักษณะนี้ว่าต้นทุนคุณภาพ หรือ Cost of Quality

2.1.2 แนวคิดและทฤษฎีต้นทุนคุณภาพ

ต้นทุนคุณภาพ หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการกำหนด การทำให้เกิด และการควบคุมคุณภาพ รวมไปถึงการประเมินและการจัดการข้อมูลป้อนกลับของความสอดคล้องในข้อกำหนดทางด้านคุณภาพ ความน่าเชื่อถือได้ และความปลอดภัย นอกจากนั้นยังรวมไปถึงต้นทุนความเสียหายที่เกิดจากความไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดทางคุณภาพ ทั้งที่เกิดภายในองค์กรและที่เกิดกับลูกค้า (นวพัทธ์ กีรติวรนันท์, 2550)

ประสิทธิ์ สุนทรารักษ์ (2551) กล่าวว่าในการศึกษาถึงขนาดของต้นทุนคุณภาพในองค์กร ได้มีการสำรวจกันอย่างกว้างขวางโดยหน่วยงานต่างๆ เช่น จากการสำรวจของหน่วยงานด้านการค้าและอุตสาหกรรมของประเทศอังกฤษ พบว่าต้นทุนคุณภาพในภาคอุตสาหกรรมจะอยู่ระหว่าง 5-25% ของรายได้ทั้งหมด และสูงถึง 30-40% ของรายได้ทั้งหมดในภาคบริการ ส่วน American Society of Quality ได้เคยสำรวจขนาดของต้นทุนคุณภาพของภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 40% ของยอดขายทั้งหมด

กิติพงศ์ โรจน์จึงประเสริฐ (2550) กล่าวว่า ด้วยขนาดของต้นทุนคุณภาพที่สำรวจได้ ทำให้เกิดการเห็นถึงความสำคัญของการศึกษา และการหาแนวทางในการลดขนาดของต้นทุนคุณภาพ ทั้งนี้ Philip B Crosby ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในระบบคุณภาพ เคยกล่าวเปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพไว้ว่าเป็นเหมือนโรงงานที่ซ่อนเร้น หรือ Hidden Factory ซึ่งหมายความว่า ถ้ามนุษย์สามารถที่ขจัดต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นได้ ก็เหมือนกับสามารถสร้างโรงงานใหม่ได้ โดยไม่ต้องเสียเงิน นอกจากนั้นการศึกษาเรื่องต้นทุนคุณภาพ ยังจะช่วยให้เกิดประโยชน์อีกหลายประการประกอบด้วย

1) ต้นทุนคุณภาพจะเป็นการวัดขนาดของปัญหาคุณภาพให้อยู่ในรูปแบบที่มีผลกระทบต่อมุมมองของฝ่ายบริหาร ซึ่งรูปแบบที่มีผลกระทบอย่างมากก็คือการสื่อสารในรูปแบบของเงินที่ต้องเสียไป ซึ่งในอดีตบรรดาผู้จัดการโดยส่วนใหญ่ มักจะไม่สนใจในการแปลงขนาดของสิ่งบกพร่องที่เกิดขึ้นออกมาเป็นรูปของตัวเงิน จนกระทั่งเมื่อมีการวัดปัญหาคุณภาพออกมาเป็นมูลค่าของความเสียหายที่เกิดขึ้น และพบว่าต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นมีมูลค่าสูงมากเมื่อเทียบกับยอดขายทั้งหมด รวมถึงยังช่วยให้พบว่ามีปัญหาอีกมากที่ยังถูกซ่อนไว้ไม่ปรากฏชัด จนเมื่อมีการวัดเป็นต้นทุนคุณภาพ จะช่วยให้เห็นรายละเอียดของปัญหาคุณภาพที่ครอบคลุมมากขึ้น

2) ช่วยให้การระบุโอกาสสำคัญในการลดต้นทุนคุณภาพผ่านทางกิจกรรมต่างๆ ภายในองค์กร ซึ่งต้นทุนคุณภาพในประเด็นต่างๆ จะเชื่อมโยงกลับไปยังสาเหตุของปัญหา ซึ่งพบว่าต้นทุนคุณภาพโดยส่วนใหญ่ จะเกิดจากสาเหตุเพียงไม่กี่รายการ ดังนั้นการวัดต้นทุนคุณภาพจะช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของการตัดสินใจดำเนินการ และการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และวางแผนกลยุทธ์ในการปรับปรุง

3) ช่วยในการกำหนดประเด็นที่จะดำเนินการเพื่อลดความไม่พึงพอใจของลูกค้า รวมถึงผลกระทบที่มีต่อยอดขายต้นทุนคุณภาพบางรายการจะเป็นผลมาจากความไม่พึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อสินค้าหรือบริการที่ได้รับ ซึ่งความไม่พึงพอใจนี้จะส่งผลทั้งกับการสูญเสียลูกค้าในปัจจุบัน และความสามารถในการหาลูกค้าใหม่ด้วย ดังนั้นการแก้ไขต้นทุนคุณภาพจะช่วยในการรักษาลูกค้าปัจจุบันและสร้างลูกค้าใหม่ได้

4) ใช้ในการวัดผลที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพที่เกิดขึ้นตามข้อที่ 2 และข้อที่ 3 นอกจากนั้นยังช่วยในการวัดความคืบหน้าขอโครงการปรับปรุง เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยของความสำเร็จรวมถึงอุปสรรคของการปรับปรุงงาน

5) ช่วยในการปรับเป้าหมายคุณภาพให้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร นอกจากนั้นการวัดต้นทุนคุณภาพที่บกพร่องยังช่วยในการพัฒนาแผนคุณภาพเชิงกลยุทธ์ให้สอดคล้องกับเป้าหมายโดยรวมขององค์กรด้วย

ขนิษฐา เพชร (2550); นวพัทธ์ กีรติวรนันท์ (2550); ประสิทธิ์ สุนทรารักษ์ (2551); เลิศชาย พรสรรค์วัฒนา (2550); อนุชิต กิจปกรณ์สันติ (2549); กล่าวว่าด้วยขนาดที่มากของต้นทุน

คุณภาพ อีกทั้งความหมายที่ครอบคลุมในหลายๆ ด้าน จึงได้มีการจัดประเภทของต้นทุนคุณภาพออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ต้นทุนคุณภาพทางตรง (Direct Quality Cost) และต้นทุนคุณภาพทางอ้อม (Indirect Quality Cost)

2.1.2.1 ต้นทุนคุณภาพทางตรง

ต้นทุนคุณภาพเป็นค่าใช้จ่ายเพื่อทำให้การผลิตสินค้าและบริการที่มีคุณภาพ โดยสามารถรวบรวม วัดผลออกมาในรูปค่าใช้จ่าย เพื่อนำมาคำนวณต้นทุนในการบริหาร ซึ่งสามารถจำแนกต้นทุนคุณภาพทางตรงออกเป็น 2 ประเภท คือต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้ (Controllable Cost) และต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable Cost)

1) ต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้ ได้แก่ ต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการประเมิน

ก) ต้นทุนการป้องกัน หมายถึงต้นทุนที่เกิดจากกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันคุณภาพที่บกพร่องของผลิตภัณฑ์และบริการ โดยต้องการที่จะทำให้เกิดต้นทุนความบกพร่องและต้นทุนการประเมินน้อยที่สุด ต้นทุนการป้องกันเป็นต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

- การวางแผนคุณภาพ เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนคุณภาพ รวมถึงการจัดเตรียมระเบียบการปฏิบัติงานที่จำเป็นในการสื่อสารแผนต่าง ๆ ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

- การทบทวนผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นต้นทุนที่เกิดจากวิศวกรรมความน่าเชื่อถือและการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพในช่วงของการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

- การวางแผนกระบวนการผลิต เป็นต้นทุนที่เกิดจากการประเมินความสามารถของ การวางแผนการตรวจสอบและการดำเนินการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการผลิตและการให้บริการ

- การควบคุมกระบวนการ เป็นต้นทุนจากการตรวจและทดสอบในระหว่างกระบวนการ เพื่อประเมินสถานะของกระบวนการ (ไม่ใช่การตรวจเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์)

- การตรวจประเมินคุณภาพ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการตรวจและประเมินการทำงานของแต่ละกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแผนคุณภาพ

- การประเมินคุณภาพผู้ส่งมอบ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการประเมินคุณภาพของผู้ส่งมอบ ทั้งในขั้นตอนของการคัดเลือก และการตรวจประเมินในระหว่างการจัดซื้อจากผู้ส่งมอบ

- การฝึกอบรม เป็นต้นทุนที่เกิดจากการจัดเตรียม และการจัดฝึกอบรมในหลักสูตรต่างๆ ที่สามารถยกศักยภาพของพนักงานในองค์กรให้มีความรู้ ความสามารถในการดำเนิงานมากยิ่งขึ้น

ข) ต้นทุนการตรวจสอบ หมายถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ การประเมิน หรือการตรวจติดตามผลิตภัณฑ์ หรือบริการ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสอดคล้องกับมาตรฐานหรือข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้น ๆ ต้นทุนการประเมินเป็นต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบและการทดสอบการรับเข้า เป็นต้นทุนที่เกิดจากการประเมินคุณภาพของสินค้าที่จัดซื้อเข้ามา และจากการตรวจสอบการรับเข้า

- การตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต เป็นต้นทุนที่เกิดจากการประเมินความสอดคล้องตามข้อกำหนดในระหว่างการผลิต

- การตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย เป็นต้นทุนที่เกิดจากการประเมินความสอดคล้องตามข้อกำหนดของเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์

- การทบทวนเอกสาร เป็นต้นทุนจากการจัดเตรียมเอกสารเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้า

- การตรวจประเมินผลิตภัณฑ์ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการตรวจประเมินผลิตภัณฑ์ทั้งในระหว่างกระบวนการและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

- การดูแลความถูกต้องของเครื่องมือวัดและทดสอบ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการสอบเทียบเครื่องวัด และเครื่องมือทดสอบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต

- วัสดุและบริการที่ใช้ในการตรวจและทดสอบ เป็นวัตถุดิบและวัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ ที่ใช้ในงานตรวจและทดสอบผลิตภัณฑ์

- การประเมินสินค้าในคลังสินค้า เป็นต้นทุนจากการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บในคลังสินค้าเพื่อประเมินการลดระดับคุณภาพ

2) ต้นทุนคุณภาพที่ที่ควบคุมไม่ได้ ได้แก่ ต้นทุนความบกพร่องภายในและต้นทุนความบกพร่องภายนอก

ก) ต้นทุนความบกพร่องภายในเป็นต้นทุนที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพ หรือความบกพร่องที่ตรวจพบเจอก่อนที่จะมีการส่งมอบออกไป ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดต่างๆ รวมถึงความต้องการทั้งของลูกค้าภายในและภายนอก ตัวอย่างของต้นทุนความบกพร่องภายใน ประกอบด้วย

- ของเสีย เป็นต้นทุนจากแรงงาน วัสดุ และค่าโสหุ้ยของสินค้าที่เป็นของเสีย ซึ่งไม่สามารถนำมาซ่อมแซมได้

- งานทำซ้ำ เป็นต้นทุนที่กิดจากการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับสินค้า หรือความผิดพลาดจากการให้บริการ

- การวิเคราะห์ความเสียหาย เป็นต้นทุนจากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของความบกพร่องที่เกิดขึ้น

- ของเสียและงานทำซ้ำ จากผู้ส่งมอบ เป็นต้นทุนที่เกิดจากของเสียหรือการต้องมาทำซ้ำกับการผลิตภัณฑ์ที่รับมาจากผู้ส่งมอบรวมถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการที่ต้องมาแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของผู้ส่งมอบด้วย

- การตรวจสอบเพื่อคัดแยก 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการคัดแยกสินค้าทั้งหมดเพื่อค้นหาของเสียที่ปะปนอยู่ออกมา

- การตรวจสอบซ้ำ การทดสอบซ้ำ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการตรวจสอบซ้ำหรือทดสอบซ้ำ ของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำซ้ำหรือซ่อมแซมแล้ว

- การเปลี่ยนแปลงกระบวนการ เป็นต้นที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือการบริการเพื่อแก้ไขปัญหาความไม่มีประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น

- การออกแบบใหม่ เป็นต้นทุนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการออกแบบทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เพื่อแก้ไขความไม่มีประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น

- การทำลายผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุแล้ว เป็นต้นทุนที่เกิดจากการตัดสินใจทำลายผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ หรือไม่สามารถนำไปขายหรือส่งมอบได้

- การทำซ้ำของกระบวนการสนับสนุนภายใน เป็นต้นทุนที่เกิดจากการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการสนับสนุนภายใน

- การลดระดับคุณภาพ เป็นต้นทุนที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างราคาขายปกติ กับราคาขายที่ต้องลดลงจากปัญหาทางด้านคุณภาพ

- ความแปรปรวนของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากความไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ เช่น การเติมน้ำตาลที่มากกว่าที่ระบุไว้ที่ถุงบรรจุน้ำตาล

- การหยุดของเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนไว้ เป็นต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียความสามารถของเครื่องจักรที่เกิดการเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

- ความแปรปรวนของคุณลักษณะกระบวนการ เป็นต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียที่เกิดจากรอบเวลาการทำงาน เป็นต้นทุนของกระบวนการเมื่อเทียบกับสภาพที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่าเดิม

- กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เป็นต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียจากการทำงานที่ซ้ำซ้อน การคัดแยก และกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์หรือบริการ

ข) ต้นทุนความบกพร่องภายนอกเป็นต้นทุนที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งตรวจพบเจอภายหลังจากที่ผลิตภัณฑ์ถูกส่งมอบไปยังลูกค้าแล้ว ตัวอย่างของต้นทุนความบกพร่องภายนอก ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายจากการรับประกัน เป็นต้นทุนที่เกิดจากการเปลี่ยนสินค้าหรือการซ่อมแซมสินค้าที่ยังอยู่ในช่วงเวลาของการรับประกัน

- การจัดการข้อร้องเรียน เป็นต้นทุนที่เกิดจากการค้นหาและการแก้ไขข้อร้องเรียนลูกค้าทั้งที่เกิดกับผลิตภัณฑ์และในขณะทำการติดตั้ง

- การส่งคืนสินค้า เป็นต้นทุนที่เกิดจากการรับสินค้าที่เกิดความเสียหายจากการใช้งาน และส่งคืนสินค้าใหม่

- ความผิดพลาดที่เกิดกับลูกค้า เป็นโอกาสในการสร้างกำไรจากยอดขายปกติที่เสียไปด้วยเหตุผลทางด้านคุณภาพที่เกิดขึ้น

2.1.2.2 ต้นทุนคุณภาพทางอ้อม

ต้นทุนคุณภาพทางอ้อมเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานที่ไม่มีคุณภาพซึ่งส่งผลกระทบต่อความรู้สึก และความสัมพันธ์ระหว่างธุรกิจกับลูกค้า ซึ่งยากต่อการประเมินความสูญเสียในรูปตัวเงิน ต้นทุนทางอ้อมสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

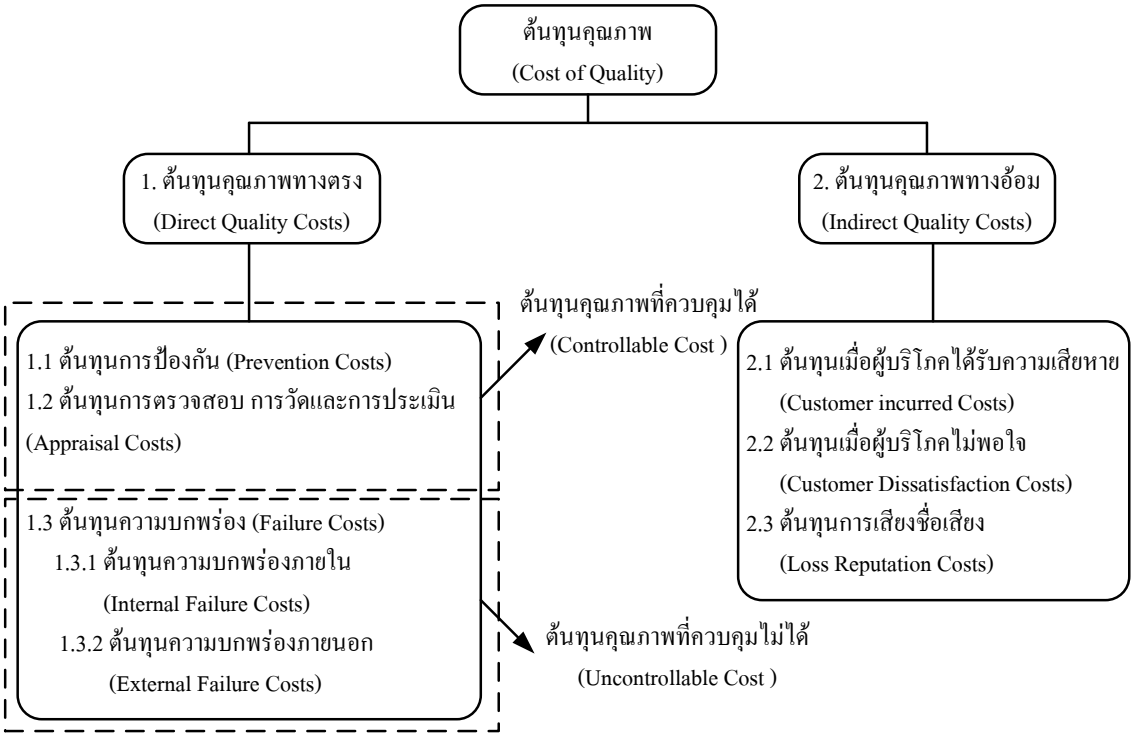
1) ต้นทุนเมื่อผู้บริโภคได้รับความเสียหาย (Customer Incurred Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดจากความบกพร่องทางด้านคุณภาพสินค้าหรือบริการที่ลูกค้าได้รับจากสินค้าและบริการเหล่านั้น

2) ต้นทุนเมื่อผู้บริโภคไม่พอใจ (Customer Dissatisfaction Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดจากความไม่พอใจของลูกค้าเนื่องจากสินค้าหรือบริการนั้น ต่ำกว่าความคาดหวัง ส่งผลให้ลูกค้าเกิดความรู้สึกไม่พอใจ และมั่นใจต่อสินค้าหรือบริการเหล่านั้น

3) ต้นทุนการเสียชื่อเสียง (Loss Reputation Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดจากความผิดพลาดในการดำเนินงานหรือตัวสินค้า หรือบริการที่ไม่มีคุณภาพ ส่งผลให้ภาพลักษณ์ที่ไม่ดีทั้งกับลูกค้าและสังคม ถ้าหากทวีความรุนแรงขึ้นอาจเกิดการต่อต้านจากสังคม ซึ่งสร้างความเสียชื่อเสียงทั้งทางตรงและทางอ้อม แก่ธุรกิจ

ประสิทธิ์ สุนทรารักษ์ (2551) สรุปไว้ว่าเนื่องจากต้นทุนคุณภาพที่ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนมีความยากในการที่จะวัดให้ชัดเจนและบางอย่างก็ไม่สามารถที่จะวัดได้ ดังนั้นการวัดต้นทุนคุณภาพโดยทั่วไปจึงทำการวัดเฉพาะส่วนของต้นทุนคุณภาพที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการประเมินคุณภาพ และต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอก ทั้งนี้ต้นทุนคุณภาพดังกล่าว

สามารถจัดกลุ่มเป็นต้นทุนส่งผลให้เกิดคุณภาพที่ดี ซึ่งเรียกว่า “ต้นทุนคุณภาพที่สอดคล้องกับความต้องการ” กับต้นทุนที่เกิดจากคุณภาพที่ไม่ดี ซึ่งเรียกว่า “ต้นทุนคุณภาพที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการ” โดยต้นทุนคุณภาพที่ตรงกับความต้องการจะประกอบด้วย ต้นทุนการป้องกัน และต้นทุนการประเมินคุณภาพ ส่วนต้นทุนคุณภาพที่ไม่ตรงกับความต้องการนั้นก็มีเพียงต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอก ซึ่งบางครั้งอาจเรียกต้นทุนคุณภาพที่สามาถมองเห็นได้อย่างชัดเจนว่า “PAF Model” (ย่อมาจาก Prevention Cost, Appraisal Cost และ Failure Cost) ดังนั้นโครงสร้างของต้นทุนคุณภาพรวมสามารถเขียนแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของต้นทุนคุณภาพ

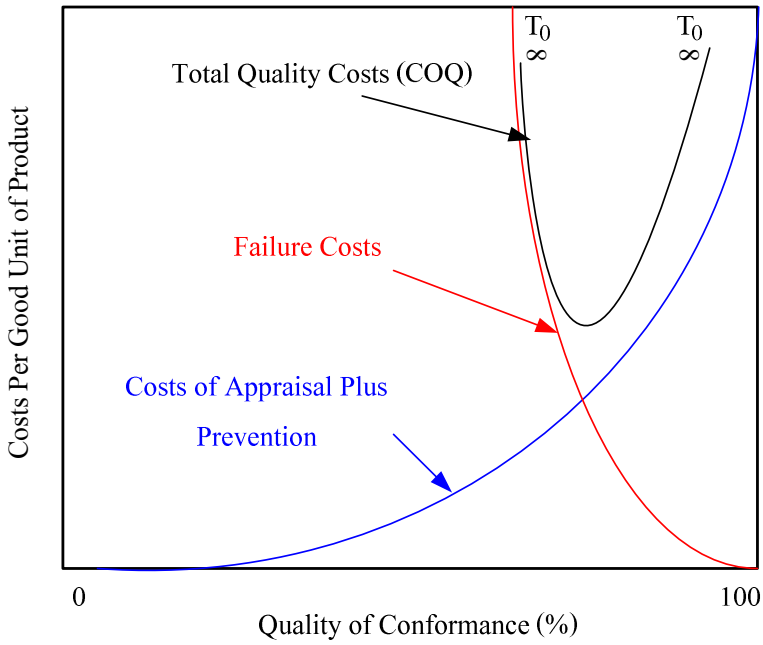
ที่มา : กำพล กิจชระภูมิ และสุชาติ ยุวรี (2546)

ในการศึกษาเรื่องคุณภาพในยุคแรกๆ นั้น ยังมีแนวคิดว่าการที่จะทำให้สินค้าที่ผลิตออกมาไม่เกิดความบกพร่องเลยนั้นแทบเป็นไปไม่ได้และหากต้องการไม่ให้เกิดความ

ผิดพลาดเหล่านั้น จะต้องลงทุนหรือจ่ายค่าใช้จ่ายเพื่อการป้องกันและตรวจสอบคุณภาพอย่างมหาศาล ซึ่งไม่คุ้มกับการดำเนินงานเช่นนั้น โดยความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพ(PAF Model) ในยุคแรกๆ สามารถแสดงได้ในภาพที่ 2.2 และจากภาพเห็นว่าต้นทุนคุณภาพจะสูงขึ้นอย่างมาก ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1) การปล่อยปละละเลยคุณภาพทำให้ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพมีค่าสูง

2) การลงทุนด้านการป้องกันและการตรวจสอบอย่างมหาศาล เพื่อทำให้สินค้าเป็นของดีทั้งหมด

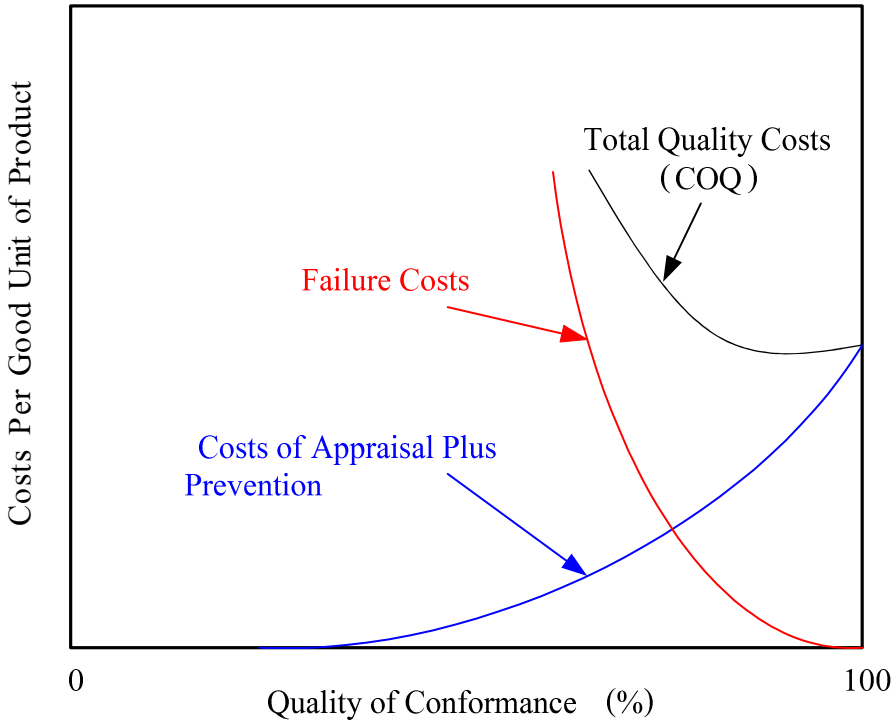


ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพในยุคแรก

ที่มา : Campanella(1999)

จากรูปแบบดังกล่าวพบว่ามีระดับของคุณภาพที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด โดยไม่จำเป็นที่จะต้องผลิตสินค้าให้เป็นของดีทั้งหมด ต่อมาเมื่อวิวัฒนาการด้านเทคโนโลยีการผลิตก้าวหน้ามากขึ้น มีการนำเครื่องจักรที่ทันสมัย การใช้หุ่นยนต์และคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการผลิต มีระบบการผลิตที่ป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke) ที่เกิดจากการทำงานของมนุษย์ถูก

จำกัดให้ลดน้อยลง ความผิดพลาดในการผลิตจึงลดลงอย่างมากและไม่ได้มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแต่ก่อน แต่ค่าใช้จ่ายกลับจะลดลงด้วยเนื่องจากนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ ด้วยเหตุนี้ แนวคิดแบบเดิมจึงถูกแทนที่ด้วยแนวคิดใหม่ดังแสดงในภาพที่ 2.3 และจากภาพสามารถสรุปได้ว่า ต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุดเกิดจากการป้องกันและการตรวจสอบไม่ให้เกิดความบกพร่องด้านคุณภาพขึ้นเลยนั้น คือการผลิตให้เป็นของดี 100%

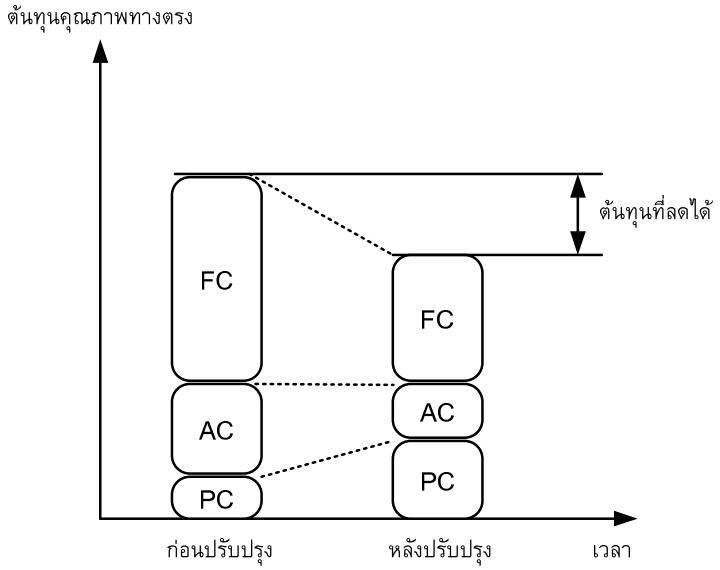


ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพสมัยใหม่

ที่มา : Campanella(1999)

ในปี 1987 จากการศึกษาของ Harvard Business School's Strategic Planning Institute ที่มาจากผลสำรวจข้อมูลบริษัทในสหรัฐอเมริกาจำนวน 3,000 บริษัท ได้ประมาณการค่าเฉลี่ยของต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพ ในอุตสาหกรรมว่าอาจจะสูงถึง 25% ของยอดขาย ซึ่งเป็นอัตราที่สูงมากและหลายบริษัทอาจมีต้นทุนที่สูงกว่านี้ นั่นแสดงให้เห็นถึงความไร้ประสิทธิภาพและคุณภาพในการดำเนินงาน นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นทุนคุณภาพทั้ง 3 กลุ่มนี้มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนในรูปการแปรผกผันกล่าวคือ หากต้นทุนการป้องกันมากก็จะมีต้นทุน

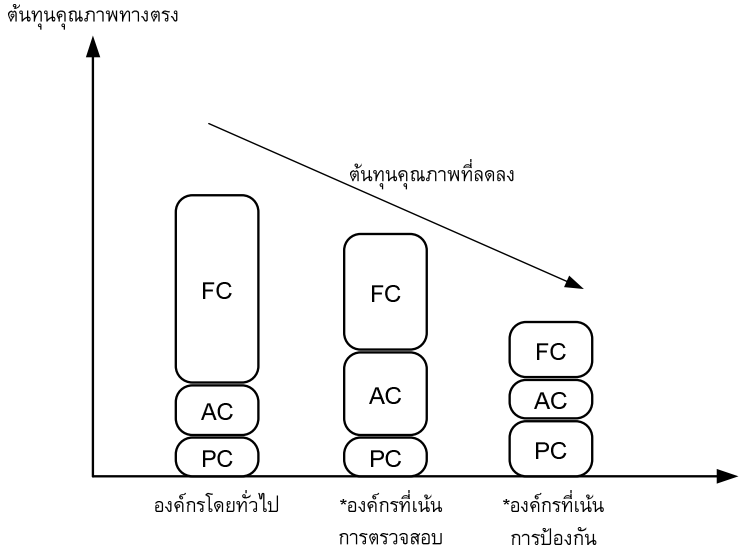
จากความบกพร่องน้อยลงซึ่งในภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างต้นทุนคุณภาพทั้ง 3 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของต้นทุนคุณภาพทางตรงก่อนและหลังการปรับปรุงระบบคุณภาพ

ที่มา : กำพล กิจชระภูมิ และสุชาติ ยุวรี (2546)

จากการศึกษาต้นทุนคุณภาพพบว่า บริษัทหรือองค์กรที่มีต้นทุนการประเมินคุณภาพ และต้นทุนการป้องกันต่ำนั้นจะส่งผลให้มีต้นทุนคุณภาพรวม (Total Quality Cost) ที่สูง สำหรับองค์กรหรือบริษัทที่เริ่มให้ความสำคัญในการตรวจสอบ การวัด และการประเมินคุณภาพจะมีต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำลงและในองค์กรหรือบริษัทที่ให้ความสำคัญต่อการป้องกันด้านคุณภาพ คือ ต้นทุนการป้องกันที่สูงนั้นจะมีต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุด ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้แสดงในภาพที่ 2.5 และจากภาพกล่าวได้ว่าต้นทุนคุณภาพทั้ง 3 กลุ่มมีความสัมพันธ์กันและหากมีต้นทุนในการป้องกันมากขึ้น ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพก็จะต่ำลง



ภาพที่ 2.5 สถานะของต้นทุนคุณภาพทางตรงที่เปลี่ยนแปลงไปตามการดำเนินงานขององค์กร

ที่มา : กำพล กิจชระภูมิ และสุชาติ ยุวรี (2546)

Feigenbaum (1991) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญในการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพมีอยู่ด้วยกัน 3 ประการคือ

1) การเลือกฐานที่เหมาะสมเพื่อเป็นหน่วยในการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ

2) การจัดลำดับความสำคัญของต้นทุนคุณภาพต่างๆ ที่จะนำไปปรับปรุง

3) การกำหนดเป้าหมายในการลดต้นทุนคุณภาพ

กำพล กิจชระภูมิและสุชาติ ยุวรี (2546) กล่าวว่าการเลือกฐานที่เหมาะสมเพื่อเป็นหน่วยในการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพว่าต้นทุนคุณภาพมีลักษณะหรือมีความสัมพันธ์เป็นอย่างไรนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนวณหาต้นทุนคุณภาพให้อยู่ในฐานหรือหน่วยเทียบที่เหมาะสมเสียก่อน ซึ่งโดยทั่วไปมีการคำนวณต้นทุนคุณภาพในฐานต่างๆ กันอยู่ 4 แบบด้วยกัน กล่าวคือ

1) ฐานแรงงาน (Labor Base) โดยส่วนใหญ่จะวัดในรูปของต้นทุนคุณภาพต่อจำนวนพนักงาน หรือต้นทุนคุณภาพต่อจำนวนชั่วโมงแรงงานทางตรง แต่ในบางครั้งอาจวัดในรูปของต้นทุนคุณภาพต่อค่าแรงงานทางตรง เป็นต้น

2) ฐานต้นทุน (Cost Base) โดยส่วนใหญ่จะวัดในรูปของต้นทุนคุณภาพต่อต้นทุนการผลิต หรือหากต้องการเทียบต้นทุนส่วนอื่นๆ อาจวัดต้นทุนคุณภาพเทียบกับค่าใช้จ่ายในการออกแบบ ค่าใช้จ่ายการตลาดหรือค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ เป็นต้น

3) ฐานยอดขาย (Sales Base) โดยส่วนใหญ่จะวัดในรูปของต้นทุนคุณภาพต่อยอดขายสุทธิ แต่ในบางครั้งอาจวัดในรูปของต้นทุนคุณภาพต่อยอดขายสินค้าสำเร็จรูป เป็นต้น

4) ฐานหน่วยผลิต (Unit Base) โดยส่วนใหญ่จะวัดในรูปของต้นทุนคุณภาพต่อจำนวนหน่วยของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ เช่น ต่อชิ้น ต่อกิโลกรัม ต่อเมตร เป็นต้น

สำหรับฐานการเทียบต้นทุนทั้ง 4 แบบข้างต้น มีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อทำการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์จำเป็นที่จะต้องพิจารณาหาฐานที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ ซึ่งโดยทั่วไปหากต้องการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพในระยะยาว ยกตัวอย่างเช่น การกำหนดเป้าหมายต้นทุนคุณภาพในปีหน้า ซึ่งส่วนใหญ่จะวิเคราะห์โดยใช้ฐานยอดขายเป็นตัวเทียบ เช่น ลดต้นทุนคุณภาพของบริษัทจาก 15% ของยอดขาย ให้เหลือ 10% ของยอดขายในปีหน้า ทั้งนี้การใช้ฐานยอดขายไม่ได้บอกนัยสำคัญของต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นว่ามาจากสาเหตุใด ดังนั้น การใช้ฐานยอดขายจะใช้เป็นตัวเทียบเพียงเพื่อการมองภาพโดยรวมของต้นทุนคุณภาพมากกว่า และส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการนำเสนอผู้บริหาร ดังนั้น หากต้องการทราบนัยสำคัญเพื่อวิเคราะห์ให้ได้ลึกและชัดเจนมากยิ่งขึ้นซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สำหรับวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพในระยะสั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ฐานที่เหมาะสมในการเทียบซึ่งฐานที่ใช้เทียบนั้นมีความเหมาะสมแตกต่างกันตามแต่ละประเภทของธุรกิจ ยกตัวอย่างเช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมอาจจะเริ่มวิเคราะห์โดยใช้ทั้งต้นทุนการผลิต หน่วยการผลิตหรือชั่วโมงแรงงานทางตรงเป็นตัวเทียบก่อน หลังจากนั้นจึงเลือกฐานที่มีความสัมพันธ์ต่อต้นทุนคุณภาพภายหลังอีกครั้งหนึ่ง

นอกเหนือจากการแบ่งต้นทุนคุณภาพออกเป็นประเภทต่างๆ ตามที่ได้กล่าวแล้วนั้น ในการศึกษาเรื่องต้นทุนคุณภาพ ยังมีอีกหลายแนวทาง ซึ่งสามารถสรุปแนวทางในการประเมินต้นทุนคุณภาพออกมาได้เป็น 3 แนวทาง ประกอบด้วย

1) แนวทางต้นทุนคุณภาพ (Quality Costing Approach) ได้แก่การแบ่งต้นทุนความบกพร่อง ต้นทุนการประเมินและต้นทุนการป้องกัน ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว

2) แนวทางต้นทุนกระบวนการ (Process Costing Approach) เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยเน้นที่ข้อมูลของกระบวนการแทนที่จะเป็นข้อมูลของผลิตภัณฑ์ โดยต้นทุนกระบวนการจะแบ่งออกมาเป็นต้นทุนของความสอดคล้องและต้นทุนความไม่สอดคล้อง ต้นทุนความสอดคล้องจะหมายถึงต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้ผลตรงตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในขณะที่กระบวนการสามารถทำงานโดยไม่เกิดข้อบกพร่อง เช่น วัตถุดิบ แรงงาน และโสหุ้ย ครอบคลุมทั้งการป้องกันและการการควบคุมกระบวนการ ในส่วนของต้นทุนความไม่สอดคล้องจะเป็นต้นทุนของความบกพร่องทั้งภายในและภายนอก ซึ่งในการจัดการต้นทุนความสอดคล้อง และต้นทุนความไม่สอดคล้องที่เกิดขึ้น

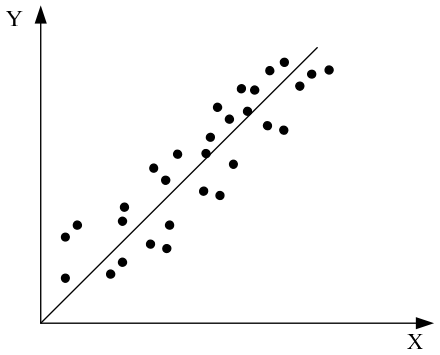
3) แนวทางการสูญเสียทางด้านคุณภาพ (Quality Loss Approach) แนวทางนี้จะเป็นความพยายามที่จะรวบรวมข้อมูลของต้นทุนที่ซ่อนเร้นไว้ เช่น การสูญเสียโอกาสในการขาย อันเนื่องจากคุณภาพที่บกพร่อง ความไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการ และการสูญเสียจากคุณลักษณะทางคุณภาพที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายที่ต้องการ ถึงแม้ว่าจะอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้ก็ตาม ซึ่งแนวทางนี้จะทำการวัดต้นทุนโดยใช้ฟังชั่นความสูญเสียคุณภาพตามแนวทางของ Taguchi

2.1.3 ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์

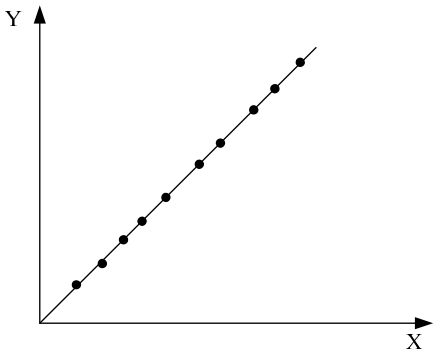
เอกชัย ชัยประเสริฐสิทธิ (2527) กล่าวว่าการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์ต่อกันหรือไม่ และหากมีความสัมพันธ์ต่อกัน ตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์ต่อกันมากน้อยเพียงใด โดยนำข้อมูลของตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือการแจกแจงเป็นกราฟและการคำนวณค่าตัวเลขโดยใช้สูตรสถิติ

การแจกแจงเป็นกราฟที่แสดงถึงลักษณะสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ดังกล่าว (เฉพาะสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง) จะแสดงให้เห็นได้ใน 3 รูป ดังภาพที่ 2.6

(1) สหสัมพันธ์เชิงบวก

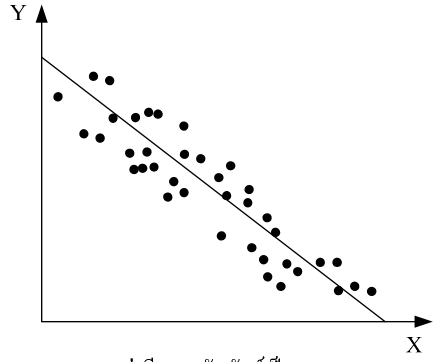


(ก) แสดงว่ามีความสัมพันธ์เป็นบวก

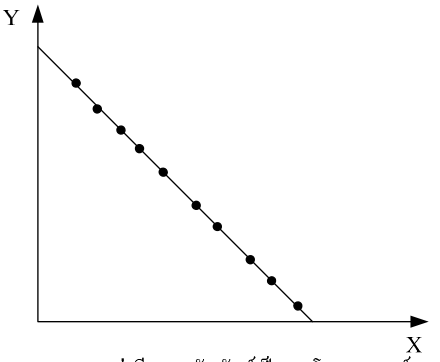


(ข) แสดงว่ามีความสัมพันธ์เป็นบวกโดยสมบูรณ์(+1)

(2) สหสัมพันธ์เชิงลบ



(ค) แสดงว่ามีความสัมพันธ์เป็นลบ



(ง) แสดงว่ามีความสัมพันธ์เป็นลบโดยสมบูรณ์(-1)

(3) สหสัมพันธ์เป็นศูนย์

(จ) แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์

ภาพที่ 2.6 ลักษณะสหสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวแปร

ที่มา : เอกชัย ชัยประเสริฐสิทธิ (2527)

จากข้อมูลข้างต้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปร 2 ตัว ซึ่งเรียกว่าสหสัมพันธ์ แต่ถ้าเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป จะเรียกชื่อเฉพาะว่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

การคำนวณค่าตัวเลขโดยใช้สูตรสถิติเป็นการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อให้ทราบได้ชัดเจนมากขึ้นว่าตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และมีระดับของความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใดซึ่งระดับของความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวนั้นเรียกชื่อเฉพาะว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ใช้สัญญลักษณ์แทนด้วย ρ (อ่านว่า rho) สำหรับประชากร และ r หรือ r_{xy} สำหรับกลุ่มตัวอย่างดังสูตรคำนวน

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - n\bar{x}^2\right)\left(\sum y^2 - n\bar{y}^2\right)}} \qquad (2.1)$$

โดยที่ x คือข้อมูลของตัวแปรที่ 1

y คือข้อมูลของตัวแปรที่ 2

n คือจำนวนคู่ของข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีโอกาสเป็นได้ทั้งค่าบวก (Positive Correlation) และค่าลบ (Negative Correlation)

1) ในกรณีที่ตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างสมบูรณ์ Perfect Positive Correlation) ค่า $r_{xy} = +1$

2) ในทางตรงกันข้าม ถ้าตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างสมบูรณ์ (Perfect Negative Correlation) ค่า $r_{xy} = -1$

3) สรุปได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง + 1 และ - 1 $\left(-1 \le r_{xy} \le +1\right)$

สรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สามารถบอกระดับหรือขนาดของความสัมพันธ์ โดยพิจารณาจากตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือไม่มีเลย สำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับของความสัมพันธ์
0.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.70 - 0.90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50 - 0.70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30 - 0.50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00 - 0.30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

เครื่องหมายบวกหรือเครื่องหมายลบหน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ โดยที่หากเป็นเครื่องหมายบวกหมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง อีกตัวหนึ่งจะมีค่าสูงไปด้วย) ส่วนเครื่องหมายลบหมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้าม (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง ตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะมีค่าต่ำ)

2.1.4 ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอย

2.1.4.1 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression)

เป็นเทคนิคที่ใช้วัดความสัมพันธ์ของตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัว ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระ 1 ตัว โดยตัวแปรทั้ง 2 ตัวต้องเป็นเชิงปริมาณ และมีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น ซึ่งสามารถเขียนรูปแบบการถดถอยเชิงเส้นตรง ได้ดังนี้

$$y_i = \beta_0 + \beta_j x_{ij} + \varepsilon_i \qquad (2.2)$$

ในการหาค่า β_0 และ β_1 สำหรับเส้นสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายตามสมการ (2.2) นั้น จะดำเนินได้ด้วยการประมาณค่าโดยวิธีกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด (Least square method) ทั้งนี้เพราะเป็นวิธีที่ทำให้ได้ค่าประมาณแบบไม่เอนเอียงที่มีความแปรปรวนน้อย

ที่สุด นั้นหมายถึงมีคุณสมบัติด้านความถูกต้องและความแม่นยำ ซึ่งสามารถหาค่า β_0 และ β_1 ได้ดังนี้

$$E = \sum_{i=1}^{n} \left[y_i - \left(\beta_0 + \beta_1 x_i \right) \right]^2 \tag{2.3}$$

จากสมการ (2.3) จะสามารถหาค่าวิกฤติได้ด้วยการใช้กฎอนุพันธ์ กล่าวคือ

$$\frac{\partial E}{\partial \beta_0} = -2 \sum_{i=1}^{n} y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i = 0 \tag{2.4}$$

และ

$$\frac{\partial E}{\partial \beta_1} = -2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) x_i = 0 \tag{2.5}$$

ทั้งสมการ (2.4) และ (2.5) สามารถจัดรูปให้ง่ายขึ้นดังนี้

$$n\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} y_i \tag{2.6}$$

$$\beta_0 \sum_{i=1}^{n} x_i + \beta_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \ . \tag{2.7}$$

เรียกสมการ (2.6) และ (2.7) ว่าสมการปกติสำหรับการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด และจะได้ผลจากสมการว่า

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} . \tag{2.8}$$

และ

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i \right) \left(\sum_{i=1}^{n} y_i \right) \Big/ n}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i \right)^2}{n}} . \tag{2.9}$$

2.1.4.2 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis)

กัลยา วานิชย์บัญชา (2250) กล่าวว่าการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรหลายตัว โดยประกอบด้วยตัวแปรตาม 1ตัว ต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ซึ่งหมายถึง ตัวแปรสเกลแบบช่วง (Interval scale) หรือสเกลอัตราส่วน (Ratio scale) และตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้นเหตุ จำนวน k ตัว ($k \geq 2$) โดยตัวแปรอิสระทั้ง k นี้ อาจเป็นตัวแปร

เชิงปริมาณทั้ง k ตัว หรือมีตัวแปรบางตัวเป็นตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรบางตัวเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มหรือตัวแปรเชิงคุณภาพก็ได้ซึ่งสามารถเขียนรูปแบบการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุได้ดังนี้

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{ij} + \varepsilon_i \qquad (2.10)$$

และเงื่อนไขขั้นตอนการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ กรณีที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว มีขั้นตอนการวิเคราะห์ มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่จะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ซึ่งผู้วิจัยที่มีความรู้ในเรื่องที่ศึกษาอยู่ จะเข้าใจและเลือกได้ถูกต้อง เช่น คาดว่ามีตัวแปรอิสระอยู่ k ตัว ($X_1, X_2 \ldots, X_k$) ที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ ถ้าคาดว่าตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับในรูปเชิงเส้นดังสมการ (2.3)

ขั้นตอนที่ 3 การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุเป็นการทดสอบว่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ($\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$) มีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่ ซึ่งถ้าพบว่ามีอย่างน้อย 1 ค่าที่ไม่เท่ากับ 0 แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลตอบสนอง (Y) และเซตย่อยของปัจจัย $X_1, X_2, \ldots, X_k$ โดยใช้

ก. สมมติฐานในการทดสอบ

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_k = 0$

H_1: มีอย่างน้อย 1 ค่าที่ไม่เท่ากับ 0

ข. ตัวสถิติทดสอบ $F = MS_R / MS_E$

ค. ปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F > F_{\alpha(p-1, n-p)}$

ง. สร้างตาราง ANOVA

ตารางที่ 2.2 ANOVA สำหรับการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแบบถดถอย

แหล่งความผันแปร	ผลรวมกำลังสอง	องศาความอิสระ	MS	E(MS)	F_0
เส้นถดถอย	$SS_R = \hat{\beta}_1 S_{XY}$	1	MS_R	$\sigma^2+\beta_1^2 S_{XX}$	$\frac{MS_R}{MS_E}$
ความคลาดเคลื่อน	$SS_E = S_{YY} - \hat{\beta}_1 S_{XY}$	n – 2	MS_E	σ^2	
ผลรวม	S_{YY}	n – 1			

ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2545)

จากตารางที่ 2.2 ตัวประมาณค่า $\hat{\beta}_1$ มีคุณสมบัติทางสถิติที่สำคัญซึ่งคำนวณมาจาก

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right) \Big/ n}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}{n}} \tag{2.11}$$

หรือ $$\hat{\beta}_1 = \frac{S_{XY}}{S_{XX}} \tag{2.12}$$

โดยที่ $$S_{XY} = \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)}{n} \tag{2.13}$$

และ $$S_{XX} = \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}{n} \tag{2.14}$$

ส่วน $$S_{YY} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)^2}{n} \tag{2.15}$$

$$MS_R = \frac{SS_R}{1} \tag{2.16}$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{n-2} \tag{2.17}$$

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการทดสอบว่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (β_j) มีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่ ซึ่งถ้า $\beta_j \neq 0$ แสดงว่าปัจจัยที่ศึกษาสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวตอบสนอง (Y) ได้

ก. สมมติฐานในการทดสอบ

H_0: $\beta_j = 0$

H_1: $\beta_j \neq 0$

ข. ตัวสถิติทดสอบ

$$t^2 = \frac{\hat{\beta}_1^2 S_{xx}}{MS_E} \tag{2.18}$$

ค. ปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t > t_{\alpha/2}$ หรือ $t < -t_{\alpha/2}$

ขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบถดถอย (Model Adequacy) ซึ่งตรวจสอบได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์เศษเหลือ (Residual Analysis) เป็นการตรวจสอบข้อกำหนดของค่าความคลาดเคลื่อนโดยการ Plot ระหว่าง $\hat{e}_i$ และ $\hat{y}_i$ ตรวจสอบว่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ [$Var(e_i)=\sigma^2$] ถ้ารูปกราฟที่ได้ไม่แสดงรูปแบบใดๆ แสดงว่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

2) Normal Probability Plot (Rankit Plot) ของค่าคลาดเคลื่อนเป็นการตรวจสอบว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ถ้ากราฟที่ได้ค่อนข้างเป็นเส้นตรงแสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

3) Durbin – Watson Test ใช้ทดสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน ซึ่งถ้าค่า Durbin – Watson เข้าใกล้ 2 หรือใกล้เคียง 2 มาก ๆ ($\approx$ 1.5 – 2.3) แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน และสามารถอธิบายความสัมพันธ์แต่ละค่าความคลาดเคลื่อนได้ 2 กรณีดังนี้ กรณีที่ 1 หากค่า Durbin-Watson น้อยกว่า 2 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางบวก กรณีที่ 2 หากค่า Durbin-Watson มากกว่า 2 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางลบ ซึ่งค่า Durbin-Watson คำนวนหาได้จาก

$$D-W=\frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i-e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n}e_i^2} \qquad (2.19)$$

4) การทดสอบความไม่สมรูปของตัวแบบกับข้อมูล (Lack of Fit Test, LOF) ใช้ทดสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยว่าเหมาะที่จะใช้ในการพยากรณ์หรือไม่ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระ (X) ที่เหมือนกันแต่ให้ผลของตัวแปรตอบสนอง (Y) ที่แตกต่างกันหรือมีอย่างน้อย 1 ค่าของ x ที่ทำให้ค่า y ได้หลายค่า โดยมีสมมติฐานที่ใช้ทดสอบคือ

H_0: ตัวแบบถดถอยมีความสมรูป (Fit) กับข้อมูล

H_1: ตัวแบบถดถอยไม่ได้มีความสมรูป (Fit) กับข้อมูล

ตารางที่ 2.3 ANOVA สำหรับการทดสอบความไม่สมรูปของตัวแบบถดถอย

แหล่งความผันแปร	ผลรวมกำลังสอง	องศาความอิสระ	MS	F_0
เส้นถดถอย	$SS_R=\hat{\beta}_1 S_{XY}$	1	MS_R	$\frac{MS_R}{MS_E}$
ความคลาดเคลื่อน	$SS_E=S_{YY}-\hat{\beta}_1 S_{XY}$	n – 2	MS_E	
(LOF)	$SS_{LOF}=SS_E-SS_{PE}$	m – 2	MS_{LOF}	$\frac{MS_{LOF}}{MS_{PE}}$
(PE)	$SS_{PE}=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n_i}(y_{ij}-\bar{y}_i)^2$	n – m	MS_{PE}	
ผลรวม	S_{YY}	n – 1		

ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2545)

5) สัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) เป็นค่าที่บอกว่าระดับความสามารถในการอธิบายถึงแบบจำลองหรือชุดของตัวแปรอิสระที่กำหนดนั้นจะสามารถอธิบายความแปรผันในตัวแปรตามได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งในการหาสัมประสิทธิ์การกำหนดหาได้จาก R^2*100 % โดยที่เหลือ $(1-R^2)$ * 100 % นั้นมาจากสาเหตุอื่น ค่า R^2 สามารถคำนวนได้จาก

$$R^2=\frac{SS_R}{S_{YY}}=1-\frac{SS_E}{S_{YY}} \qquad (2.20)$$

เนื่องจากข้อเสียของสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) คือ เมื่อตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า R^2 เพิ่มขึ้นตามไปด้วย การแก้ไขทำได้โดยใช้ค่า R^2_{adj} หรือที่เรียกกันว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจปรับปรุงแทน โดยคำนวนมาจาก

$$R^2_{adj} = 1 - \frac{(n-1)}{(n-2)}(1-R^2) \qquad (2.21)$$

ถ้าค่า R^2 หรือ R^2_{adj} มีค่าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปรอิสระชุดนั้นมี ความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากแต่ถ้า R^2 หรือ R^2_{adj} มีค่าใกล้ 0 แสดงว่าตัวแปรอิสระชุดนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือมีความสัมพันธ์น้อยมาก โดยทั่วไปแล้วค่า R^2 มากกว่า R^2_{adj}

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กอบโชค กำธร (2549) ได้ศึกษาการลดข้อบกพร่องผลิตภัณฑ์ดุมล้อช่วยแรง โดยการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ โดยนำหลักการต้นทุนคุณภาพมาใช้ในการศึกษาและหาโอกาสในการปรับปรุงต้นทุนคุณภาพ เริ่มจากการแยกต้นทุนคุณภาพออกเป็นด้านๆ ตามหลักการต้นทุนคุณภาพ ซึ่งมีต้นทุนในการป้องกัน ต้นทุนในการตรวจสอบ การตรวจวัดและการประเมิน ต้นทุนข้อบกพร่องทั้งภายในและภายนอก แล้วนำต้นทุนคุณภาพในแต่ละด้านไปทำการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพเพื่อหาสาเหตุของปัญหาด้านคุณภาพที่ทำให้เกิดของเสียที่ต้องทิ้งผลิตภัณฑ์ดุมล้อช่วยแรง จากนั้นทำการลดต้นทุนคุณภาพ โดยอาศัยการปรับปรุงคุณภาพผ่านการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือสถิติอีกครั้ง และมีการนำข้อมูลที่เกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพมาทำการเปรียบเทียบให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น จากการวิจัยในครั้งนี้ ได้นำทฤษฎีต้นทุนคุณภาพมาวิเคราะห์เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาของเสีย และหลังจากที่ทำการวิจัยแล้วสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้สูงขึ้นและช่วยลดต้นทุนคุณภาพ ทำให้มีอัตราผลกำไรต่อผลิตภัณฑ์สูงขึ้น แต่ไม่มีการอบรมให้ความรู้แก่พนักงานที่ทำการเก็บข้อมูลทั้งแผนกรับประกันคุณภาพและฝ่ายผลิตเพื่อให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการเก็บข้อมูล รวมทั้งวิธีการวิเคราะห์ผลในการนำข้อมูลไปปรับปรุงในผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในบริษัท

ขนิษฐา เพชร(2550) ได้ศึกษาต้นทุนคุณภาพการก่อสร้างบ้านจัดสรรของผู้รับเหมา โดยการใช้การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้รับเหมาก่อสร้าง ที่ทำก่อการสร้างบ้านจัดสรรภายในโครงการเดียวกันจำนวน 4 ราย และได้นำผลจากการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพรวม ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกัน ต้นทุนคุณภาพด้านการประเมิน การตรวจสอบและต้นทุนคุณภาพด้านความบกพร่องทั้งภายในและภายนอกของผู้รับเหมาแต่ละรายมาเปรียบเทียบสัดส่วนต้นทุนคุณภาพ ทำให้ทราบว่าประสบการณ์ในการทำงานของผู้รับเหมามีผลต่อต้นทุนคุณภาพด้านความบกพร่อง เพราะว่าผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์ยิ่งสูงมีแนวโน้มของต้นทุนคุณภาพด้านความบกพร่องลดลง และสาเหตุหลักของต้นทุนคุณภาพด้านความบกพร่องนั้นเกิดจากการแก้ไขงานเป็นส่วนใหญ่ จากการวิจัยในครั้งนี้ มีการนำกลุ่มตัวอย่างในลักษณะงานเดียวกัน มาเปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพรวมและต้นทุนคุณภาพในแต่ละด้าน ทำให้ทราบถึงต้นเหตุของปัญหาด้านคุณภาพซึ่งสามารถนำปัญหาดังกล่าวไปหาแนวทางในการป้องกันปัญหาคุณภาพที่จะเกิดขึ้น เพื่อช่วยลดต้นทุนอันเกิดจากปัญหาด้านคุณภาพของงานก่อสร้างได้ แต่เนื่องจากข้อมูลต้นทุนคุณภาพในด้านความบกพร่องเป็นข้อมูลที่ได้จากการประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และในการเก็บข้อมูลต้นทุนคุณภาพในด้านต่าง ๆ นั้น เป็นการเก็บข้อมูลที่รวบรวมจากข้อมูลในอดีตเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นไม่ครบถ้วน หรืออาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้

นวพัทธ์ กีรติวรนันท์ (2550) ได้ประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลในการช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและรายงานต้นทุนคุณภาพ เพื่อลดความผิดพลาดในการรวบรวมข้อมูล เพิ่มความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ เพื่อเป็นสารสนเทศแก่ผู้บริหารในการตัดสินใจ โดยโปรแกรมนี้ออกแบบมาเพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไป โดยมีการกำหนดต้นทุนคุณภาพที่มีความสำคัญและระบุแหล่งที่เก็บข้อมูลต้นทุนคุณภาพด้วยวิธีของ PAF Model จากการทำการวิจัยครั้งนี้สามารถปฏิบัติงานได้สะดวกรวดเร็วขึ้น และสามารถคำนวณต้นทุนคุณภาพจากการป้อนปัจจัยเข้าไปในโปรแกรม แล้วยังเชื่อมโยงปัญหากับต้นทุนคุณภาพได้ด้วย ทำให้ง่ายต่อการบริหารงานเกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพของอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากโปรแกรมที่จัดทำขึ้นใช้ได้

เฉพาะระบบฐานข้อมูลด้านต้นทุนคุณภาพ เพียงอย่างเดียว หากมีการเชื่อมโยงกับระบบบัญชีหรือระบบฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องก็จะเกิดประโยชน์มากกว่านี้

ประสิทธิ์ สุนทรารักษ์ (2551) ได้วิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพในโรงงานอุตสาหกรรม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องหนังและเฟอร์นิเจอร์ และโรงงานผลิตวัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง เป็นการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนคุณภาพในอนาคต ซึ่งจากการศึกษาและวิจัยครั้งนี้โรงงานที่ให้ความสำคัญกับการป้องกันการเกิดข้อบกพร่องหรือจัดงบประมาณด้านต้นทุนการป้องกันสูงนั้น จะทำให้ต้นทุนการตรวจสอบ การตรวจวัดและการประเมินคุณภาพต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพทั้งภายในและภายนอกมีต้นทุนที่ต่ำ ในทางตรงกันข้ามโรงงานที่ไม่ให้ความสำคัญกับการป้องกันการเกิดข้อบกพร่องหรือจัดงบประมาณด้านต้นทุนการป้องกันนั้น จะทำให้ต้นทุนการตรวจสอบ การตรวจวัดและการประเมินคุณภาพ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพทั้งภายในและภายนอกมีต้นทุนสูง จากการวิจัยในครั้งนี้ เมื่อนำทฤษฎีต้นทุนคุณภาพมาศึกษาและสร้างตัวแบบความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพแต่ละด้านแล้วสามารถมองปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนคุณภาพ ยังไม่มีการนำวิธีแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์ไปปฏิบัติจริง

เลิศชาย พรสวรรค์วัฒนา (2550) ได้ศึกษาต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับอาคารที่พักอาศัย โดยศึกษาในแต่ละขั้นตอนแล้วทำการสำรวจปัญหาในกระบวนการผลิตและรวบรวมข้อมูลที่ทำให้เกิดต้นทุนคุณภาพในด้านต่างๆ ได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ การตรวจวัดและการประเมินคุณภาพ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพทั้งภายในและภายนอก จากการศึกษาพบว่าต้นทุนการตรวจสอบ การตรวจวัดและการประเมินคุณภาพมีต้นทุนที่สูงกว่าต้นทุนคุณภาพด้านอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับอาคารที่พักอาศัยแห่งนี้ได้มุ่งเน้นการปฏิบัติงานไปที่การตรวจสอบเป็นหลัก จึงทำให้ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบ การตรวจวัดและการประเมินคุณภาพสูงอย่างมีนัยสำคัญ จากการวิจัยในครั้งนี้ เมื่อนำทฤษฎีต้นทุนคุณภาพมา

ใช้ในการสำรวจปัญหา แล้วทำให้ทราบปัญหาทางด้านคุณภาพของงานก่อสร้างที่พักอาศัย ด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เกิดขึ้นว่าส่งผลกระทบในเชิงต้นทุนได้ชัดเจน และสามารถนำหลักการและเหตุผลที่ได้รับการวิเคราะห์ ไปปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต เพื่อช่วยลดต้นทุนคุณภาพต่อไปได้แต่อย่างไรก็ตามต้องอาศัยความละเอียดและความร่วมมือจากหลายๆ หน่วยงาน ยังมีหน่วยงานที่ไม่เข้าใจในการเก็บข้อมูล จึงไม่ได้ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเท่าที่ควร

อนุชิต กิจปกรณ์สันติ (2549) ได้ศึกษาการลดต้นทุนคุณภาพรวมกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกของชิ้นส่วนรถยนต์ โดยการใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม เริ่มจากการศึกษาองค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพในแต่ละด้าน ซึ่งพบว่าต้นทุนคุณภาพรวมสูงขึ้น อันเนื่องจากต้นทุนความล้มเหลวภายในสูง เพื่อมุ่งเน้นไปที่การลดต้นทุนคุณภาพ โดยลดการสูญเสียเวลาการผลิตและทำการคัดเลือกปัจจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบ (FMEA) ในการดำเนินการลดการสูญเสียเวลาการผลิตที่เกิดขึ้น หลังจากการมีการปรับปรุงแก้ไขแล้วส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพรวมลดลงและได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ จากการวิจัยในครั้งนี้ เมื่อนำทฤษฎีต้นทุนคุณภาพมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาและทำการคัดเลือกปัจจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบ (FMEA) ทำให้ทราบถึงต้นเหตุของปัญหา และเมื่อดำเนินการแก้ไขสามารถลดการสูญเสียเวลาการผลิต ลดต้นทุนคุณภาพรวมให้ลดลงได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตอื่นๆ ได้ แต่ไม่ได้ความรู้แก่พนักงานที่ทำการเก็บข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการเก็บข้อมูล และควรมีการส่งเสริมควบคุม ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมให้พนักงานทุกคนมีจิตสำนึกในการปฏิบัติงาน

Adel และ Hany (2006) ได้ศึกษาการลดต้นทุนคุณภาพอุตสาหกรรมการก่อสร้างของชาวอียิปต์ เป็นการศึกษาวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคุณภาพในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยใช้แบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นและความเข้าใจของคำจำกัดความต้นทุนคุณภาพเพื่อใช้ในการปรับปรุงให้ความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการต้นทุนคุณภาพในอุตสาหกรรมก่อสร้างของชาวอียิปต์ จากการศึกษาพบว่าต้นทุนความล้มเหลวภายในมี 39.1% ขณะที่ต้นทุนความล้มเหลว

ภายนอกมี 22.5% ต้นทุนการป้องกันมี 19.9% และต้นทุนการประเมินมี 18.5% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในโครงการ จากการศึกษาวิจัยพบว่าหากอุตสาหกรรมการก่อสร้างของชาวอียิปต์ต้องการประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่องในการบริหารจัดการด้านคุณภาพ ต้องเพิ่มศักยภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการก่อสร้างต่อไป

Hisham และ Medhat (2009) ได้ศึกษาต้นทุนคุณภาพในประเทศดูไบ โดยใช้โครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยมาเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากประเทศดูไบเป็นประเทศที่มีความเจริญเติบโตในการก่อสร้างสูง วัตถุประสงค์หลักของของการศึกษาวิจัยด้วยการใช้ PAF Model เข้าศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยใหญ่มากกว่า 200 โครงการ ซึ่งคิดเป็น 14.55% ของจำนวนโครงการใหญ่ทั้งหมด จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยต้นทุนความล้มเหลวในโครงการมีถึง 7% ของค่าใช้จ่ายในโครงการ แต่ไม่ได้พิจารณาถึงต้นทุนคุณภาพรวม งานวิจัยนี้สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระบางตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับต้นทุนคุณภาพ แต่ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มหรือการลดต้นทุนการป้องกัน การประเมินและต้นทุนความล้มเหลวโดยตรงได้อย่างชัดเจน

Bernd (1998) ได้ศึกษาการประเมินต้นทุนคุณภาพของการประกอบเครื่องยนต์โดยการศึกษาปัจจัยที่สำคัญด้านคุณภาพ เพื่อส่งผลให้เกิดความสำเร็จทางด้านการแข่งขันในตลาดปัจจุบัน จากการศึกษาพบว่ามีต้นทุนการป้องกัน 40% ต้นทุนการประเมิน 56% ต้นทุนความล้มเหลว 3% และต้นทุนคุณภาพรวมมีแค่ประมาณ 2% ของต้นทุนการผลิต ซึ่งเห็นได้ว่าธุรกิจการประกอบเครื่องยนต์จะให้ความสำคัญกับต้นทุนคุณภาพมาก ส่งผลให้องค์กรประสบความสำเร็จในการแข่งขันในตลาดปัจจุบัน

Milan (2008) ได้ศึกษาการบริหารจัดการต้นทุนคุณภาพ โดยมีการจำแนกต้นทุนคุณภาพออกเป็นส่วน ๆ เนื่องจากต้นทุนคุณภาพเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างค่าใช้จ่ายทั้งหมดขององค์กร การบริหารจัดการค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญขององค์กรที่จะทำให้องค์ประสบความสำเร็จ ทั้งนี้ยังมีการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในแต่ละด้านที่มีความสำคัญในด้านคุณภาพ และการบริหารจัดการ

ต้นทุนคุณภาพต้องมีการสอบสวนหาสาเหตุของต้นทุนคุณภาพที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่าย จากการศึกษาต้นทุนคุณภาพได้นำทฤษฎี PAF มาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

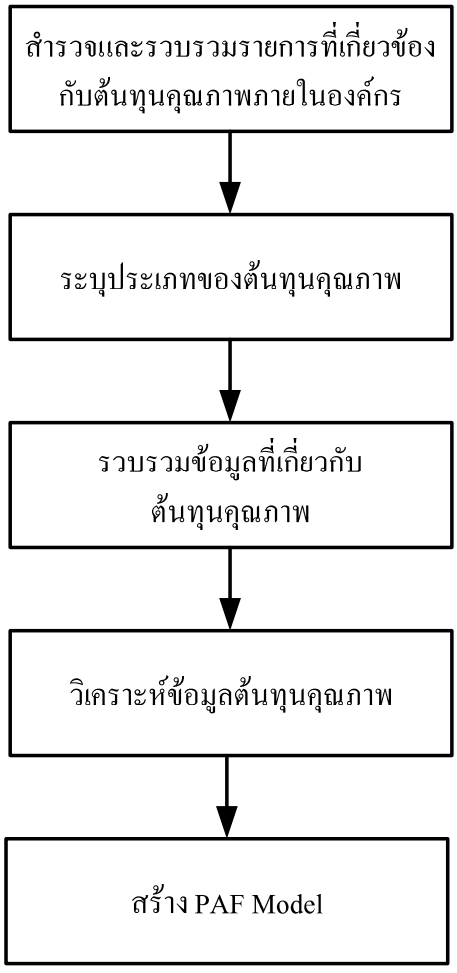
Mohandas และ Sankara (2008) ได้วิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ ด้วยการขับเคลื่อนจากบุคคลากรระดับล่างขององค์กร จากการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพขององค์กรช่วยให้สามารถระบุต้นทุนการตรวจวัดและการควบคุมคุณภาพขององค์กร ทำให้เป้าหมายตามหลักการของต้นทุนคุณภาพ จากแรงขับเคลื่อนของบุคคลากรระดับล่างขององค์กร โดยการขจัดปัญหาด้านคุณภาพระหว่างปัจจัยต่างๆ ทำให้เกิดการเอื้ออำนวยในการคิดต้นทุนคุณภาพและค่าใช้จ่ายที่ซ่อนเร้นซึ่งยากต่อการคำนวณหาต้นทุนที่ผ่านมา

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าต้นทุนคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่องค์กรต้องทราบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ต้นทุนที่ต้องสูญเสียไป นั่นหมายถึงผลกำไรขององค์กร ดังนั้นการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพจะเป็นประโยชน์ให้กับองค์กรไม่น้อย หากผู้บริหารมาให้ความสำคัญกับต้นทุนคุณภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

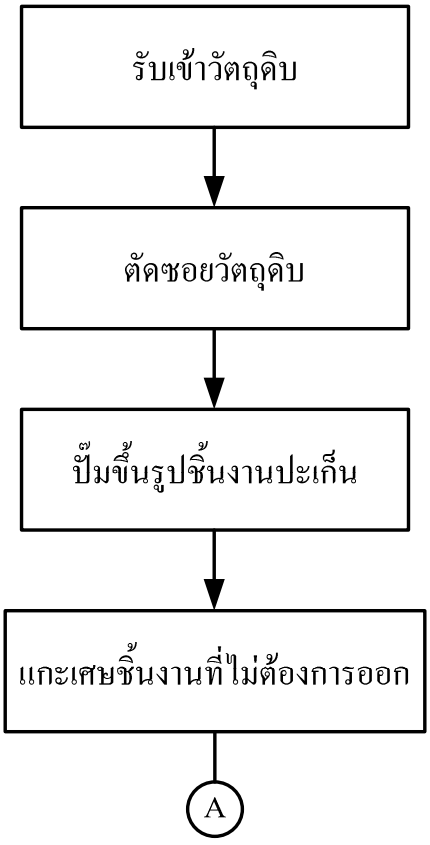
การดำเนินการวิจัยในเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งได้นำระบบต้นทุนคุณภาพมาศึกษาความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพระหว่างต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้และต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ โดยการนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติแล้วนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ไปเสนอผู้บริหาร เพื่อให้ผู้บริหารสามารถมองภาพโดยรวมของต้นทุนคุณภาพในโรงงานว่าเป็นไปในลักษณะใดและผู้บริหารสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารงานในอนาคต มีขั้นตอนหลักของการดำเนินการวิจัยแสดงในภาพที่ 3.1



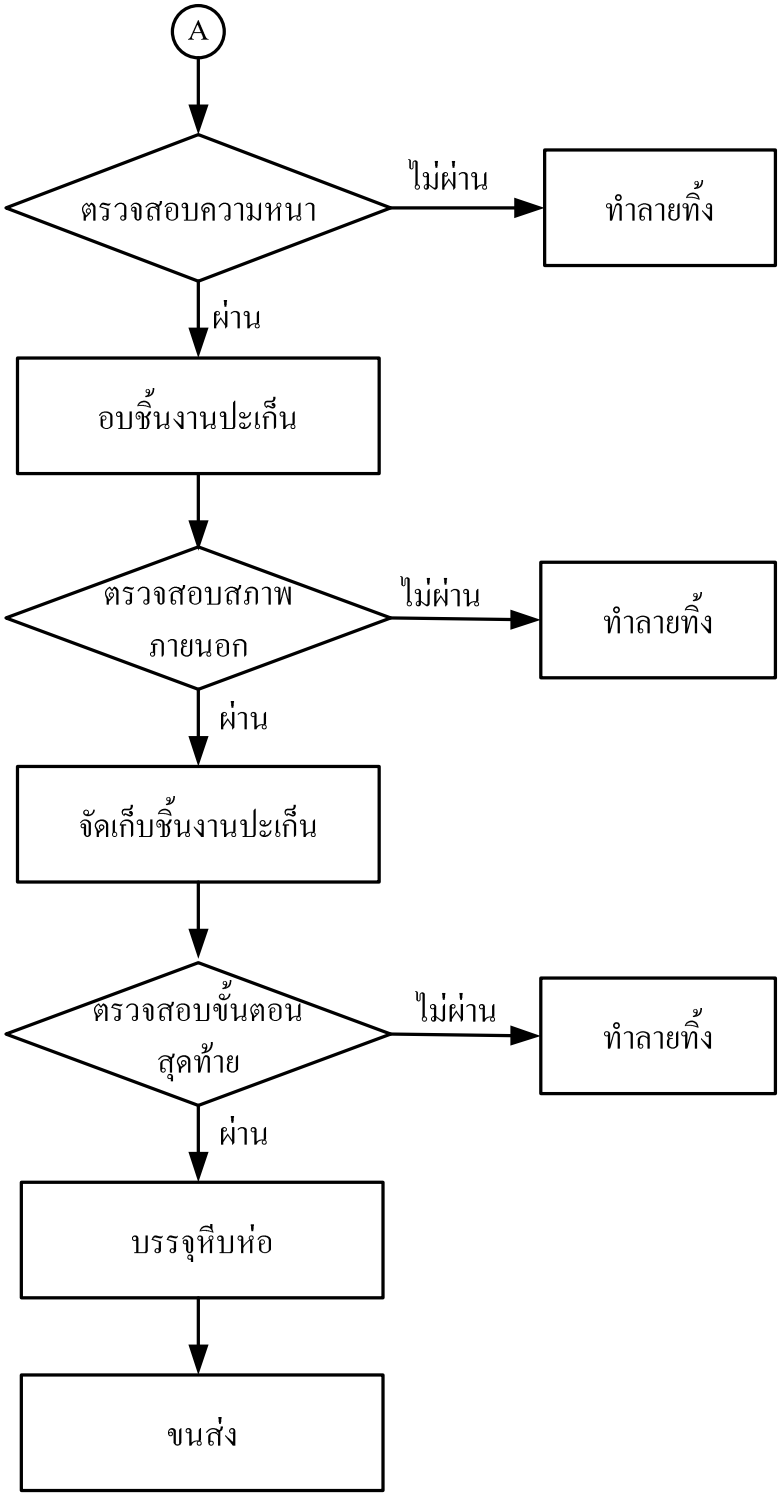
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพ

ขั้นตอนนี้จะทำการสำรวจเอกสารจากบันทึกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนคุณภาพภายในองค์กร เช่น บันทึกข้อร้องเรียนด้านคุณภาพทั้งภายในและภายนอกของโรงงานกรณีศึกษา ของเสียของผลิตภัณฑ์แต่ละกระบวนการผลิต การฝึกอบรม การซ่อมบำรุงรักษา เป็นต้น ในการรวบรวมข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพจะทำการรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือน ซึ่งจะรวบรวมข้อมูลของช่วงเวลาย้อนหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 และแหล่งที่มาของข้อมูลรายการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนคุณภาพนั้น นำมาจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา โดยมีขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา (ต่อ)

3.2 การระบุประเภทของต้นทุนคุณภาพ

ขั้นตอนนี้นำเอกสารการบันทึกต่างๆ ภายในองค์กรที่ทำการสำรวจและรวบรวมรายการต้นทุนคุณภาพมาจัดกลุ่ม เพื่อทำการแยกรายการและระบุประเภทของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทตามหลักการของต้นทุนคุณภาพทางตรง โดยโครงสร้างของต้นทุนคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษา แสดงไว้ในภาพที่ ก1 ภาคผนวก ก ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนคุณภาพทางตรงดังต่อไปนี้

1) ต้นทุนการป้องกันเป็นต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียในการผลิต เช่น ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าฝึกอบรม ค่าใช้จ่ายในนำเข้าตัวอย่าง เป็นต้น

2) ต้นทุนการตรวจสอบเป็นต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับการตรวจสอบ การวัด และการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า ค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือวัดและทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการรับรองระบบ ISO ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย เป็นต้น

3) ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากความบกพร่องในการดำเนินงานที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ลูกค้ากำหนด สามารถแบ่งต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพเป็น 2 ชนิด คือ

ก) ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในเป็นต้นทุนที่เกิดจากความบกพร่องทางคุณภาพก่อนที่จะมีการส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการให้แก่ลูกค้า เช่น ของเสีย งานทำซ้ำ การตรวจสอบซ้ำ เป็นต้น

ข) ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกเป็นต้นทุนที่เกิดจากความบกพร่องทางคุณภาพหลังจากการมีการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า เช่น การจัดการข้อร้องเรียน การส่งคืนผลิตภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายจากการรับประกัน เป็นต้น

3.3 การรวบรวมข้อมูลและการประเมินต้นทุนคุณภาพ

นำข้อมูลที่ทำการแยกรายการและระบุประเภทของต้นทุนคุณภาพตามกระบวนการผลิตแล้ว มาสรุปข้อมูลพร้อมทั้งทำการประเมินต้นทุนคุณภาพให้อยู่ในรูปของตัวเลข เพื่อแสดงสถานะภาพทางการเงินของต้นทุนคุณภาพในโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ โดยการแสดงต้นทุนคุณภาพของต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนด้านความบกพร่องด้านคุณภาพทั้งภายในและภายนอก ดังตัวอย่างตารางตามตารางที่ ก1 ภาคผนวก ก

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้คำนิยามของตัวแปรต้นทุนคุณภาพแต่ละตัวดังตัวอย่างตามตารางที่ ก2 ภาคผนวก ก เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อเข้าใจในคำนิยามของตัวแปรแต่ละตัวแล้ว ก็นำข้อมูลต้นทุนคุณภาพประเภทต่างๆ ที่ได้จากการรวบรวมและสรุปข้อมูลในรูปของตัวเลข มาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภท สำหรับเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์งานวิจัยในครั้งนี้มีดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ด้วยกราฟ

เป็นวิธีที่แสดงให้เห็นสัดส่วนสถานะความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทของโรงงานกรณีโดยภาพรวม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างประเภทและรายการต้นทุนคุณภาพ โดยที่ผู้ใช้สามารถเลือกประเภทการวิเคราะห์ได้ด้วยการพิจารณาว่าต้นทุนคุณภาพประเภทใดหรือรายการต้นทุนคุณภาพรายการใดมีสัดส่วนของต้นทุนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพิจารณาว่าจะดำเนินการแก้ไขเพื่อเพิ่มหรือลดต้นทุนนั้นต่อไปและสามารถพิจารณาเพื่อการวางแผนจัดสัดส่วนให้เป็นไปตามความต้องการได้

3.4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรของต้นทุนคุณภาพแต่ละคู่ ว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลต้นทุนคุณภาพแต่ละคู่นั้นเป็นไปอย่างไร และความสัมพันธ์ของข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นถูกต้องตรงตามทฤษฎีต้นทุนคุณภาพหรือไม่ แล้วนำผลในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นทุนคุณภาพแต่ละคู่ในครั้งนี้บันทึกลงในตาราง แสดงผลการวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรดังตารางตัวอย่างตามตารางที่ ก3 ภาคผนวก ก

3.4.3 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (Multiple Linear Regressions)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการสำหรับการหาค่าต้นทุนคุณภาพภายใต้สภาวะต่างๆ แล้วนำผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภททำนายหรือพยากรณ์ให้กับโรงงานกรณีศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนต่อไป และในการที่จะสร้างสมการพยากรณ์ในครั้งนี้จำเป็นต้องกำหนดตัวแปรต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้เป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ส่วนตัวแปรต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้นั้นเป็นตัวแปรตามขั้นตอนการวิเคราะห์ว่าข้อมูลที่รวบรวมมานั้นมีความสัมพันธ์เป็นอย่างไร จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนวณหาต้นทุนคุณภาพให้อยู่ในฐานหรือหน่วยเดียวกัน สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานกรณีศึกษาในครั้งนี้จะคำนวณหาต้นทุนคุณภาพให้อยู่ในฐานของยอดขายในการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่าง

1) ต้นทุนคุณภาพรวมกับต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในและต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพนอก โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ซึ่งจะเขียนรูปแบบการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ได้ดังนี้

$$COQ = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 A + \beta_3 IF + \beta_4 EF + \varepsilon \quad (3.1)$$

โดย COQ คือ % ต้นทุนคุณภาพรวมต่อยอดขาย

P คือ % ต้นทุนการป้องกันต่อยอดขาย

A คือ % ต้นทุนการตรวจสอบต่อยอดขาย

IF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในต่อยอดขาย

EF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกต่อยอดขาย

β_i คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ i โดยที่ i = 1, 2, 3, 4

ε คือ ผลจากค่าที่ควบคุมไม่ได้

2) คุณภาพในการผลิตกับต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพนอก โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุซึ่งจะเขียนรูปแบบการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ ได้ดังนี้

$$Q = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 A + \beta_3 IF + \beta_4 EF + \varepsilon \quad (3.2)$$

โดย Q คือ % การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

P คือ % ต้นทุนการป้องกันต่อยอดขาย

A คือ % ต้นทุนการตรวจสอบต่อยอดขาย

IF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในต่อยอดขาย

EF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกต่อยอดขาย

β_i คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ i โดยที่ i = 1, 2, 3, 4

ε คือ ผลจากค่าที่ควบคุมไม่ได้

3.4.5 การวิเคราะห์หาจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุด

เป็นการประมาณข้อมูลที่เป็นเชิงตัวเลขของต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้ซึ่งได้แก่ ต้นทุนการป้องกันรวมกับต้นทุนการตรวจสอบ และต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ซึ่งได้แก่ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพด้วยการประมาณการสมการกำลังสอง แล้วแก้สมการกำลังสองด้วยการหาอนุพันธ์เท่ากับศูนย์เพื่อหาจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

4.1 การรวบรวมข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพ

ผลการรวบรวมรายการข้อมูลต้นทุนคุณภาพ ซึ่งมีต้นทุนคุณภาพหลายรายการและแต่ละรายการมีที่มาแตกต่างกันออกไป การที่จะประเมินต้นทุนคุณภาพและมองเห็นภาพรวมของต้นทุนคุณภาพได้นั้นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายๆ หน่วยงานที่ระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูลต้นทุนคุณภาพในแต่ละรายการ โดยแหล่งที่มาหลักๆ ของรายการต้นทุนคุณภาพคือ

1) ข้อมูลในการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นข้อมูลที่เกิดจากหน่วยงานผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีจำนวนพนักงานแต่ละระดับมาช่วยกันทำงานในแต่ละกิจกรรมของงานที่จะทำให้เกิดต้นทุนคุณภาพ

2) ข้อมูลที่ได้จากการประมาณการเป็นข้อมูลที่เกิดจากการคาดคะเนต้นทุนคุณภาพของแต่ละกิจกรรม โดยประเมินจากข้อมูลในอดีต

3) ข้อมูลต้นทุนคุณภาพความบกพร่องเป็นข้อมูลที่ได้จากใบบันทึกรายการสิ่งที่ไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดของงานนั้นๆ

4) ข้อมูลทางบัญชีของโรงงานเป็นข้อมูลที่รายงานทางบัญชีต่างๆ ที่ก่อให้เกิดต้นทุนคุณภาพ

4.2 การระบุประเภทของต้นทุนคุณภาพ

จากการนำรายการต้นทุนคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษาที่สำรวจมาวิเคราะห์สามารถทำการแยกรายการและระบุประเภทต้นทุนคุณภาพออกเป็นหมวดหมู่ตามหลักการทฤษฎีของต้นทุนคุณภาพซึ่งมีต้นทุนดังต่อไปนี้

1) ต้นทุนการป้องกัน
2) ต้นทุนการตรวจสอบ
3) ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วย
    ก) ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน
    ข) ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก

ซึ่งในการจัดหมวดหมู่ของต้นทุนคุณภาพจะต้องอาศัยความเข้าใจความหมายของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภท และผลการตรวจสอบสถานการณ์ของต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษาได้จากการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้จัดการด้านคุณภาพ หัวหน้างาน พนักงาน จากข้อมูลจริงที่เก็บมาจากขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือใบรายการสำหรับการตรวจสอบในช่วงเวลาที่มีการปฏิบัติงานตั้งแต่ 8:00-02:00 น. ดังแสดงตามตารางที่ 4.1 การจัดหมวดหมู่ประเภทของต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม

ตารางที่ 4.1 การจัดหมวดหมู่ประเภทของต้นทุนคุณภาพตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม

กระบวนการผลิต	การจัดหมวดหมู่รายการต้นทุนคุณภาพ		
	ต้นทุนการป้องกัน	ต้นทุนการตรวจสอบ	ต้นทุนความบกพร่อง
1. การตรวจรับวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- การตรวจประเมินคุณภาพผู้ส่งมอบทั้งในขั้นตอนของการคัดเลือก และตรวจประเมินในระหว่างการจัดซื้อจากผู้ส่งมอบ - การฝึกอบรมพนักงานตรวจรับวัตถุดิบ	- ตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของวัตถุดิบ - การดูแลความถูกต้องของเครื่องมือวัดและทดสอบ	- การส่งวัตถุดิบผิดประเภท - ความล่าช้าในการจัดส่ง - วัตถุดิบมีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด - บรรจุภัณฑ์ผิดประเภท - วัตถุดิบหมดอายุและเสื่อมสภาพ
2. การผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	- การตรวจสอบและตรวจรับมอบวัตถุดิบ	- ขนาดของปะเก็นไม่ตรงตามข้อกำหนด - การแก้ไขงานที่ผลิต - ของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.1 การจัดหมวดหมู่ประเภทของต้นทุนคุณภาพตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการผลิต	การจัดหมวดหมู่รายการต้นทุนคุณภาพ		
	ต้นทุนการป้องกัน	ต้นทุนการตรวจสอบ	ต้นทุนความบกพร่อง
2. การผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- การฝึกอบรมพนักงานผลิต	- การทดลองปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานและการตรวจสอบระหว่างกระบวนการผลิต - การตรวจประเมินผลิตภัณฑ์ - การดูแลความถูกต้องของเครื่องมือวัดและทดสอบ	- การตรวจสอบงานซ้ำจากการแก้ไขงาน - การแก้ไขงานที่ผลิต - การตรวจสอบงานซ้ำจากการแก้ไขงาน - การวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ
3. การแก้ไขซ่อมแซมและตกแต่งชิ้นงานปะเก็น	- การฝึกอบรมพนักงานซ่อมแซม	- การตรวจรับคัดแยกประเมินความรุนแรงความเสียหายของชิ้นงานปะเก็น - การตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของชิ้นงานปะเก็นที่นำมาซ่อมแซม	- ชิ้นงานปะเก็นเสียหายเนื่องจากการซ่อมแซม - การตรวจสอบงานซ้ำจากการซ่อมแซม - การวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำจากการซ่อมแซม
4. การจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูป	- การตรวจประเมินคุณภาพผู้รับเหมาช่วงการจัดเก็บชิ้นงานสำเร็จรูปและขนส่งชิ้นงานสำเร็จรูปให้กับลูกค้า	- การตรวจสอบและการทดสอบขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบ	- การจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูปผิดสถานที่

ตารางที่ 4.1 การจัดหมวดหมู่ประเภทของต้นทุนคุณภาพตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการผลิต	การจัดหมวดหมู่รายการต้นทุนคุณภาพ		
	ต้นทุนการป้องกัน	ต้นทุนการตรวจสอบ	ต้นทุนความบกพร่อง
4. การจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูป	- การฝึกอบรมพนักงานจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูป	- การตรวจสอบและการทดสอบขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบ	- ที่รองรับชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูปแข็งแรงไม่เพียงพอ - เครื่องมือโยกย้ายเสียหยุดซ่อม

4.2.1 การระบุรายการต้นทุนการป้องกัน

จากตารางที่ 4.1 สามารถระบุรายการต้นทุนการป้องกันตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรมของโรงงานกรณีศึกษาด้วยการนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการผลิต ข้อมูลบันทึกค่าใช้จ่ายเกี่ยวข้องกับการจัดฝึกอบรมให้ความรู้กับพนักงานในแต่ละหน่วยงานทั้งการอบรมภายในองค์กรและการอบรมภายนอกองค์กร ซึ่งในการฝึกอบรมนั้นมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะความรับผิดชอบของงานที่ต้องปฏิบัติ และข้อมูลบันทึกค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจติดตามผู้ส่งมอบสินค้าให้กับองค์กรรวมถึงการตรวจประเมินคุณภาพผู้รับเหมาช่วงจัดเก็บชิ้นงานสำเร็จรูปและขนส่งชิ้นงานสำเร็จรูปให้กับลูกค้า จากข้อมูลเหล่านี้สามารถจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนการป้องกันได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนการป้องกัน (P)

สัญลักษณ์	รายการ	หน่วยวัด
P1	ค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร	บาท/ครั้ง
P2	ค่าฝึกอบรมพนักงาน	บาท/ครั้ง
P3	ค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ	บาท/ครั้ง

4.2.2 การระบุรายการต้นทุนการตรวจสอบ

จากตารางที่ 4.1 สามารถระบุรายการต้นทุนการตรวจสอบตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรมของโรงงานกรณีศึกษาด้วยการนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า ข้อมูลบันทึกค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือวัด ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดจะทำการสอบเทียบทุกๆ 6 เดือนต่อครั้ง ข้อมูลบันทึกค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต ข้อมูลบันทึกค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย และข้อมูลบันทึกค่าใช้จ่ายในการตรวจรับรองระบบคุณภาพหรือระบบ ISO ซึ่งจะมีการตรวจติดตามรับรองระบบคุณภาพปีละครั้ง จากข้อมูลเหล่านี้สามารถจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนการตรวจสอบได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนการตรวจสอบ (A)

สัญลักษณ์	รายการ	หน่วยวัด
A1	ค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า	บาท/ครั้ง
A2	ค่าตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือวัด	บาท/ครั้ง
A3	ค่าตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต	บาท/ครั้ง
A4	ค่าการตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย	บาท/ครั้ง
A5	ค่าใช้จ่ายในการตรวจรับรองระบบ ISO	บาท/ครั้ง

4.2.3 การระบุรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายใน

จากตารางที่ 4.1 สามารถระบุรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรมของโรงงานกรณีศึกษาด้วยการนำข้อมูลที่ได้จากใบบันทึกรายการสิ่งที่ไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดของงานที่ทางโรงงานผลิตทำการจัดเก็บข้อมูลในแต่ละวัน แต่เนื่องจากรายการเหล่านี้มีความแตกต่างกันไปในแต่ละความบกพร่องที่เกิดขึ้น จึงต้องจัดกลุ่มให้เป็นหมวดหมู่ตามคุณลักษณะความบกพร่องที่เกิดขึ้นจริงกับชิ้นส่วนปะเก็นสำเร็จรูป เพื่อความสะดวกในการจัดทำรายงานผลต่อผู้บริหารและใช้เป็นสารสนเทศและประเมินผลการ

ดำเนินงาน จากข้อมูลรายการสิ่งที่ไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดของทางโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูปแห่งนี้ได้แก่ ข้อมูลการบันทึกของเสียในกระบวนการผลิตในแต่ละวันทุกกระบวนการผลิต ข้อมูลบันทึกค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงานแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแต่ละวันทุกกระบวนการผลิต ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบงานซ้ำในกระบวนการผลิตในแต่ละวันทุกกระบวนการผลิต ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์งานเสียและการทำสอบซ้ำในแต่ละเดือน และข้อมูลค่าใช้จ่ายในการทำลายสินค้าที่หมดอายุแล้วในแต่ละเดือน จากข้อมูลเหล่านี้สามารถจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายใน (IF)

สัญลักษณ์	รายการ	หน่วยวัด
IF1	ของเสียในกระบวนการผลิต	บาท/ครั้ง
IF2	ค่าการแก้ไขงาน	บาท/ครั้ง
IF3	ค่าตรวจสอบงานซ้ำ	บาท/ครั้ง
IF4	ค่าวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ	บาท/ครั้ง
IF5	ค่าทำลายสินค้าที่หมดอายุแล้ว	บาท/ครั้ง

4.2.4 การระบุรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอก

จากตารางที่ 4.1 สามารถระบุรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพจากภายนอกตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรมของโรงงานกรณีศึกษาด้วยการนำข้อมูลที่ได้จากใบบันทึกรายงานจากลูกค้าที่ไม่พึงพอใจหรือนำชิ้นส่วนปะเก็นสำเร็จรูปไปแล้ว แต่ทำงานได้ด้วยความยากลำบากหรือไม่สามารถทำงานได้ตามต้องการจึงทำการส่งสินค้าคืนกลับมายังโรงงานกรณีศึกษา จากข้อมูลเหล่านี้สามารถจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การจัดกลุ่มข้อมูลรายการต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพจากภายนอก (EF)

สัญลักษณ์	รายการ	หน่วยวัด
EF1	ค่าดำเนินการของข้อร้องเรียนจากลูกค้า	บาท/ครั้ง
EF2	ค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้น	บาท/ครั้ง
EF3	ค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้า	บาท/ครั้ง
EF4	ค่าขนส่งผลิตภัณฑ์ของเสียกลับ	บาท/ครั้ง

4.3 การรวบรวมข้อมูลและการประเมินต้นทุนคุณภาพ

เนื่องจากรายการต้นทุนคุณภาพมีหลายรายการ และแต่ละรายการมีแหล่งที่มาแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการที่จะประเมินต้นทุนคุณภาพได้นั้น จำเป็นต้องรู้แหล่งที่มาของข้อมูลต้นทุนคุณภาพในแต่ละรายการ เช่น ข้อมูลในการปฏิบัติของพนักงานมีการประเมินต้นทุนคุณภาพมาจากจำนวนชั่วโมงงานของพนักงานที่เสียไปต่อประเภทของงานที่เสียหาย ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกรวบรวมจำนวนของเสียมีการประเมินต้นทุนคุณภาพมาจากจำนวนเงินที่จ่ายไปต่อประเภทของงานที่เสียหาย งานแก้ไขซ่อมแซมต่างๆ มีการประเมินต้นทุนคุณภาพมาจากค่าซ่อมที่จ่ายไปต่อประเภทของงานต้องซ่อมแซมและค่าตรวจสอบงานซ้ำต่อครั้ง งานฝึกอบรมพนักงานมีการประเมินวัดต้นทุนคุณภาพมาจากจำนวนชั่วโมงงานของพนักงานที่เสียไปต่อการเข้าอบรม ค่าเอกสารอบรมต่อคน เป็นต้น จากที่กล่าวข้างต้นการประเมินต้นทุนคุณภาพไม่จำเป็นที่ต้องประเมินต้นทุนคุณภาพให้ได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน เนื่องจากการประเมินต้นทุนคุณภาพเป็นเพียงการหาข้อมูลและสารสนเทศที่สำคัญเพื่อให้เราสามารถมองเห็นทั้งภาพรวมและรายละเอียดที่สำคัญของต้นทุนคุณภาพได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น การประเมินหาต้นทุนคุณภาพมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งจากรายการต้นทุนคุณภาพที่กล่าวมาแล้ว จำเป็นต้องหาการประเมินต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภท โดยการใช้หน่วยนับการประเมินของต้นทุนคุณภาพแต่ละรายการตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรมก่อน ดังแสดงตามตารางที่ 4.6 และจากตารางที่ 4.6 จำเป็นต้องประเมินคำนวนหาต้นทุนคุณภาพแต่ละชนิด ซึ่งวิธีการคำนวนค่าใช้จ่ายของต้นทุนคุณภาพแต่ละชนิดสามารถดูได้จากตารางที่ 4.7 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร ตารางที่ 4.8 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าฝึกอบรมพนักงาน ตารางที่ 4.9 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ ตารางที่ 4.10 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า ตารางที่ 4.11 เป็น

ตัวอย่างการคำนวนค่าสอบเทียบและทดสอบเครื่องมือวัด ตารางที่ 4.12 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต ตารางที่ 4.13 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย ตารางที่ 4.14 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่ารตรวจรับรองระบบ ISO ตารางที่ 4.15 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าของเสียในกระบวนการผลิต ตารางที่ 4.16 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าแก้ไขงาน ตารางที่ 4.17 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบงานซ้ำ ตารางที่ 4.18 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ ตารางที่ 4.19 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าทำลายสินค้าที่หมดอายุแล้ว ตารางที่ 4.20 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าดำเนินการของข้อร้องเรียนจากลูกค้า ตารางที่ 4.21 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน ตารางที่ 4.22 เป็นตัวอย่างการคำนวนค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้า ส่วนค่าขนส่งของเสียกลับจากลูกค้าจะไม่แสดงตัวอย่างการคำนวนไว้ เนื่องจากนำข้อมูลค่าขนส่งของเสียกลับจากลูกค้าในแต่ละครั้งบันทึกลงในตารางที่ ก7 ภาคผนวก ก จากตารางที่ 4.7-4.22 เป็นเพียงตัวอย่างในการประเมินคำนวนค่าใช้จ่ายของต้นทุนคุณภาพของแต่ละครั้งในแต่ละเดือนที่ก่อให้เกิดต้นทุนคุณภาพแต่ละชนิด ซึ่งต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งนั้นไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกครั้ง เพราะต้นทุนจะขึ้นอยู่กับราคาของวัสดุแต่ละชนิดสินค้า จำนวนชั่วโมงการทำงานและปริมาณงานที่จะคิดแต่ละครั้ง

จากข้อมูลตามตารางที่ 4.6 ซึ่งมีการระบุรายการ ประเภท การประเมินและหน่วยนับการประเมินต้นทุนคุณภาพตามกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรมแล้ว ซึ่งมีตัวอย่างการคำนวนค่าใช้จ่ายของต้นทุนคุณภาพแต่ละครั้งดังตารางที่ 4.7-4.22 เพื่อแสดงสถานการณ์ของต้นทุนคุณภาพแต่ละชนิดของโรงงานกรณีศึกษาในแต่ละเดือนต้องนำผลการคำนวนต้นทุนคุณภาพแต่ละครั้งมารวมกันเพื่อให้ได้ต้นทุนคุณภาพออกมาเป็นข้อมูลรายเดือน ได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน แสดงดังตารางที่ ก4 ภาคผนวก ก ต้นทุนการตรวจ การวัดและการประเมินคุณภาพ แสดงดังตารางที่ ก5 ภาคผนวก ก ต้นทุนความบกพร่องภายใน แสดงดังตารางที่ ก6 ภาคผนวก ก ต้นทุนความบกพร่องภายนอก แสดงดังตารางที่ ก7 ภาคผนวก ก ยอดขาย ต้นทุนการผลิต ร้อยละของคุณภาพผลิตภัณฑ์และต้นทุนคุณภาพรวมแสดงดังตารางที่ ก8 ภาคผนวก ก ร้อยละของต้นทุนคุณภาพแต่ละตัวต่อยอดขายแสดงดังตารางที่ ก9 ภาคผนวก ก

ตารางที่ 4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม

กระบวนการ	รายการต้นทุนคุณภาพ	ประเภท	การประเมินต้นทุนคุณภาพ	หน่วยนับการประเมิน
1. การตรวจรับวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- ค่าตรวจประเมินคุณภาพผู้ส่งมอบขั้นตอนการคัดเลือกผู้ส่งมอบ	P3	- ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน	บาท/ครั้ง
		P3	- ค่าเดินทาง	บาท/ครั้ง
		P3	- ค่าที่พัก	บาท/ครั้ง
	- ค่าตรวจประเมินในระหว่างการจัดซื้อจากผู้ส่งมอบ	P3	- ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน	บาท/ครั้ง
		P3	- ค่าเดินทาง	บาท/ครั้ง
		P3	- ค่าที่พัก	บาท/ครั้ง
	- ค่าฝึกอบรมพนักงานในการตรวจรับวัตถุดิบ	P2	- ค่าเจ้าหน้าที่อบรม	บาท/ช.ม
		P2	- ค่าเอกสารการอบรม	บาท/ชุด
		P2	- ค่าสถานที่การอบรม	บาท/ห้อง
		P2	- ค่าอาหารว่าง	บาท/ชุด
	- ค่าตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของวัตถุดิบ	A1	- ค่าแรงพนักงานตรวจสอบ	บาท/ช.ม
		A1	- ค่าอุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบ	บาท/ชิ้น
		A1	- ค่าขนส่ง	บาท/ครั้ง
	- ค่าสอบเทียบเครื่องมือวัดและทดสอบ	A2	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		A2	- ค่าอุปกรณ์สอบเทียบ	บาท/ชุด
		A2	- ค่าขนส่ง	บาท/ครั้ง
		A2	- ค่าสอบเทียบ	บาท/ชิ้น

ตารางที่ 4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการ	รายการต้นทุนคุณภาพ	ประเภท	การประเมินต้นทุนคุณภาพ	หน่วยนับการประเมิน
1. การตรวจรับวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- ค่าส่งวัตถุดิบผิดประเภท	EF1	- ค่าตรวจสอบขั้นต้น	บาท/ชิ้น
		EF4	- ค่าดำเนินการส่งคืน	บาท/ชิ้น
		EF1	- ค่าตรวจสอบซ้ำ	บาท/ชิ้น
		EF1	- ค่าจัดการจัดทำรายงาน	บาท/ครั้ง
	- ค่าความเสียหายจากความล่าช้าในการจัดส่ง	EF1	- ค่าเสียเวลาในการดำเนินงาน	บาท/ช.ม
		EF1	- ค่าจัดการจัดทำรายงาน	บาท/ครั้ง
	- ค่าเสียหายจากบรรจุภัณฑ์ผิดประเภท	EF1	- ค่าตรวจสอบ	บาท/ชิ้น
		EF4	- ค่าดำเนินการส่งคืน	บาท/ชิ้น
		EF1	- ค่าตรวจสอบซ้ำ	บาท/ชิ้น
		EF1	- ค่าจัดการจัดทำรายงาน	บาท/ครั้ง
	-วัตถุดิบหมดอายุและเสื่อมสภาพ	IF5	- ค่าวัตถุดิบที่เสียหาย	บาท/ชิ้น
		IF5	- ค่าพื้นที่จัดเก็บ	บาท/ตรม.
		IF5	- ค่าแรงงานพนักงาน	บาท/ช.ม
		IF5	- ค่ากำจัด	บาท/ชิ้น
2. การผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร	P1	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		P1	- ค่าอุปกรณ์สำหรับซ่อมบำรุง	บาท/ชิ้น

ตารางที่ 4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการ	รายการต้นทุนคุณภาพ	ประเภท	การประเมินต้นทุนคุณภาพ	หน่วยนับการประเมิน
2. การผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร	P1	- ค่าเดินทางของเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง	บาท/ครั้ง
		P1	- ค่าตรวจสอบและทบสอบเครื่องจักร	บาท/ช.ม
		P1	- ค่าขนส่งอุปกรณ์สำหรับซ่อมบำรุง	บาท/ครั้ง
	- ค่าฝึกอบรมพนักงานผลิต	P2	- ค่าเจ้าหน้าที่อบรม	บาท/ช.ม
		P2	- ค่าเอกสารการอบรม	บาท/ชุด
		P2	- ค่าสถานที่การอบรม	บาท/ห้อง
		P2	- ค่าอาหารว่าง	บาท/ชุด
	- ค่าของเสียในกระบวนการผลิต	IF1	-ค่าของผลิตภัณฑ์ของเสีย	บาท/ชิ้น
			- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ชม.
	- ค่าตรวจสอบและตรวจรับมอบวัตถุดิบ	A1	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		A1	- ค่าอุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบ	บาท/ชิ้น
	- ค่าตรวจสอบระหว่างกระบวนการผลิต	A3	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		A3	- ค่าอุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบ	บาท/ชิ้น
		A3	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ช.ม
	- ค่าตรวจประเมินผลิตภัณฑ์	A5	- ค่าแรงผู้ตรวจประเมิน	บาท/ช.ม

ตารางที่ 4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการ	รายการต้นทุนคุณภาพ	ประเภท	การประเมินต้นทุนคุณภาพ	หน่วยนับการประเมิน
2. การผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- ค่าตรวจประเมินผลิตภัณฑ์	A5	- ค่าเดินทาง	บาท/ครั้ง
		A5	- ค่าตรวจประเมิน	บาท/ครั้ง
	- ค่าสอบเทียบเครื่องมือวัดและทดสอบ	A2	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		A2	- ค่าอุปกรณ์สอบเทียบ	บาท/ชุด
		A2	- ค่าขนส่ง	บาท/ครั้ง
		A2	- ค่าสอบเทียบ	บาท/ชิ้น
	- ขนาดของปะเก็นไม่ตรงตามข้อกำหนด	IF2/IF3	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ชิ้น
		IF2/IF3	- ค่าประเมินวิธีการแก้ไข	บาท/ชิ้น
		IF1	- ค่าวัตถุดิบ	บาท/ชิ้น
		IF3	- ค่าตรวจสอบซ้ำ	บาท/ชิ้น
		IF2/IF3/IF4	- ค่าแรงพนักงานคัดแยก	บาท/ช.ม
	- ชิ้นงานปะเก็นที่ต้องแก้ไขและซ่อมแซม	IF2/IF3	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ชิ้น
		IF2/IF3	- ค่าประเมินวิธีการแก้ไข	บาท/ชิ้น
		IF2	- ค่าวัสดุที่ใช้ซ่อม	บาท/ชิ้น
		IF3	- ค่าตรวจสอบซ้ำ	บาท/ชิ้น
		IF2/IF3/IF4	- ค่าแรงพนักงานซ่อมแซม	บาท/ช.ม

ตารางที่ 4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการ	รายการต้นทุนคุณภาพ	ประเภท	การประเมินต้นทุนคุณภาพ	หน่วยนับการประเมิน
2. การผลิตปะเก็นสำเร็จรูป	- การวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ	IF4	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ช.ม
		IF4	- ค่าวิเคราะห์งานเสีย	บาท/ชิ้น
		IF4	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
3. การแก้ไข ซ่อมแซมและตกแต่งชิ้นงานปะเก็น	- การฝึกอบรมพนักงานแก้ไข ซ่อมแซมและตกแต่งชิ้นงานปะเก็น	P2	- ค่าเจ้าหน้าที่อบรม	บาท/ช.ม
		P2	- ค่าเอกสารการอบรม	บาท/ชุด
		P2	- ค่าสถานที่การอบรม	บาท/ห้อง
		P2	- ค่าอาหารว่าง	บาท/ชุด
	- การตรวจรับคัดแยกประเมินความรุนแรงความเสียหายของชิ้นงานปะเก็น	A3	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		A3	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ชุด
		A3	- ค่าอุปกรณ์ในการใช้ตรวจประเมิน	บาท/ชิ้น
	- การตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของชิ้นงานปะเก็นหลังการแก้ไข ซ่อมแซมและตกแต่ง	A3	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		A3	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ชุด
		A3	- ค่าอุปกรณ์ในการใช้ตรวจประเมิน	บาท/ชิ้น
	- ชิ้นงานปะเก็นที่เสียหายเนื่องจากการซ่อม	IF1	- ค่าวัสดุที่ใช้ซ่อม	บาท/ชิ้น
		IF1	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม

ตารางที่ 4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการ	รายการต้นทุนคุณภาพ	ประเภท	การประเมินต้นทุนคุณภาพ	หน่วยนับการประเมิน
3. การแก้ไขซ่อมแซมและตกแต่งชิ้นงานปะเก็น	- การวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ	IF4	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ช.ม
		IF4	- ค่าวิเคราะห์งานเสีย	บาท/ชิ้น
		IF4	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
	- การฝึกอบรมพนักงานจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูป	P2	- ค่าเจ้าหน้าที่อบรม	บาท/ช.ม
		P2	- ค่าเอกสารการอบรม	บาท/ชุด
		P2	- ค่าสถานที่การอบรม	บาท/ห้อง
		P2	- ค่าอาหารว่าง	บาท/ชุด
	- การตรวจประเมินคุณภาพผู้รับเหมาช่วงจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูป	P3	- ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน	บาท/ครั้ง
		P3	- ค่าเดินทาง	บาท/ครั้ง
		P3	- ค่าที่พัก	บาท/ครั้ง
	- การตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย	A4	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		A4	- ค่าอุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบ	บาท/ชิ้น
		A4	- ค่าจัดทำรายงาน	บาท/ชุด

ตารางที่ 4.6 รายการ ประเภทและวิธีการประเมินต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตหลักแต่ละกิจกรรม (ต่อ)

กระบวนการ	รายการต้นทุนคุณภาพ	ประเภท	การประเมินต้นทุนคุณภาพ	หน่วยนับการประเมิน
4. การจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูป	- การจัดเก็บชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูปผิดสถานที่	IF3	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
		IF3	- ค่าตรวจสอบซ้ำ	บาท/ช.ม
		IF3	- ค่าพื้นที่ในการจัดเก็บ	บาท/ตรม.
	- ที่รองรับชิ้นงานปะเก็นสำเร็จรูปไม่แข็งแรง	IF3	- ค่าตรวจสอบซ้ำ	บาท/ช.ม
		IF2	- ค่าวัสดุที่ใช้ซ่อมแซม	บาท/ชิ้น
		IF3	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม
	- เครื่องมือโยกย้ายเสียหยุดซ่อม	IF3	- ค่าตรวจสอบซ้ำ	บาท/ช.ม
		IF3	- ค่าวัสดุที่ใช้ซ่อมแซม	บาท/ชิ้น
		IF3	- ค่าแรงพนักงาน	บาท/ช.ม

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการคำนวนค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร (P1)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4)=(1)x(2)x(3)	ค่าอุปกรณ์ซ่อมบำรุงฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (5)	จำนวนชิ้นอุปกรณ์ (ชิ้น) (6)	รวมค่าอุปกรณ์ซ่อมบำรุง (บาท) (7) = (5)x(6)	ค่าเดินทางเฉลี่ยต่อคน (บาท) (8)	จำนวนคนเดินทาง (คน) (9)
1/52	1	1,500	2	8	24,000	120,100	3	360,300	5,500	2
	3	3,500	2	16	112,000	259,068	5	1,295,340	45,500	2
	4	500	4	8	16,000	80,306	5	401,530	-	-
	5	1,500	2	8	24,000	108,654	4	434,616	5,500	2
	6	1,000	3	6	18,000	100,564	2	201,128	1,300	3

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการคำนวนค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร (P1) (ต่อ)

เดือน/ปี	ครั้งที่	รวมค่าเดินทาง (บาท) (10) = (8)x(9)	ค่าตรวจสอบและทดสอบเฉลี่ยต่อเครื่อง (บาท) (11)	จำนวนชั่วโมงงาน (ชม.) (12)	รวมค่าตรวจสอบและทดสอบ (บาท) (13) = (11)x(12)	ค่าขนส่งอุปกรณ์ต่อครั้ง (บาท) (14)	รวมทั้งหมด (บาท) (15) =(4)+ (7)+(10)+(13)+(14)
1/52	1	11,000	1,500	3	4,500	9,876	409,676
	3	91,000	2,500	2	5,000	29,065	1,532,405
	4	-	500	2	1,000	12,055	430,585
	5	11,000	1,500	3	4,500	8,352	482,468
	6	3,900	1,500	3	4,500	8,529	236,057
	รวมค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรเดือนที่ 1/52						3,091,191

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการคำนวนค่าฝึกอบรมพนักงาน (P2)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรงผู้อบรม (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	ค่าเอกสารเฉลี่ยต่อชุด (บาท) (5)	จำนวนชุดเอกสาร (ชุด) (6)	รวมค่าเอกสาร (บาท) (7) = (5)x(6)
2/52	1	900	2	8	14,400	50	20	1,000
6/52	2	1,500	1	8	12,000	30	35	1,050
9/52	3	800	1	16	12,800	40	30	1,200
1/53	4	1,000	1	16	16,000	45	35	1,575
4/53	5	900	2	8	14,400	40	30	1,200

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการคำนวนค่าฝึกอบรมพนักงาน (P2) (ต่อ)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าสถานที่จัดอบรม (บาท) (8)	ค่าอาหารว่างเฉลี่ยต่อชุด (บาท) (9)	จำนวนคนเข้าอบรม (คน) (10)	รวมค่าอาหารว่าง (บาท) (11) = (9)x(10)	รวมทั้งหมด (บาท) (12) = (4)+(7)+(8)+(11)
2/52	1	4,000	35	20	700	20,100
6/52	2	4,600	40	35	1,400	19,050
9/52	3	6,800	40	30	1,200	22,000
1/53	4	9,000	28	35	975	27,550
4/53	5	4,000	25	30	750	20,350
					รวมค่าฝึกอบรมพนักงานทั้งหมด	109,050

หมายเหตุ : ค่าฝึกอบรมในปี พ.ศ. 2552 เฉลี่ยประมาณ เดือนละ 5,098 บาท และปี พ.ศ. 2552 เฉลี่ยประมาณ เดือนละ 7,980 บาท

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ (P3)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าเบี้ยเลี้ยง พนักงาน (บาท) (1)	จำนวนคนตรวจ ติดตาม (คน) (2)	รวมค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน (บาท) (3) = (1)x(2)	ค่าเดินทางเฉลี่ย ต่อคน (บาท) (4)	จำนวนคน เดินทาง (คน) (5)	รวมค่าเดินทาง (บาท) (6) = (4)x(5)
1/52	1	550	2	1,100	10,000	2	20,000
6/52	2	550	2	1,100	10,000	2	20,000
1/53	3	550	2	1,100	10,000	2	20,000

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ (P3) (ต่อ)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าที่พัก เฉลี่ยต่อคน (บาท) (7)	จำนวนคน ที่พัก (คน) (8)	รวมค่าที่พัก (บาท) (9) = (7)x(8)	รวมทั้งหมด (บาท) (10) = (3)+(6)+(9)
1/52	1	1,500	2	3,000	24,100
6/52	2	1,500	2	3,000	24,100
1/53	3	1,500	2	3,000	24,100
				ค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบทั้งหมด	72,300

หมายเหตุ : ค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบเฉลี่ยประมาณ เดือนละ 4,017 บาท

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า (A1)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	ค่าตรวจสอบและทดสอบเฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (5)	จำนวนชิ้นตรวจสอบและทดสอบต่อครั้ง (ชิ้น) (6)
1/52	1	200	5	2	2,000	100	10
	2	200	5	3	3,000	100	208
	3	200	5	3	3,000	100	124
	4	200	5	4	4,000	100	299

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า (A1) (ต่อ)

เดือน/ปี	ครั้งที่	รวมค่าตรวจสอบและทดสอบ (บาท) (7) = (5)x(6)	ค่าอุปกรณ์ในการทดสอบเฉลี่ยต่อครั้ง (บาท) (8)	จำนวนครั้งในการทดสอบ (ครั้ง) (9)	รวมค่าอุปกรณ์ในการทดสอบ (บาท) (10) = (8)x(9)	รวมทั้งหมด (บาท) (11) = (4)+(7)+(10)
1/52	1	1,000	500	1	500	3,500
	2	20,800	519	2	1,038	24,838
	3	12,400	500	1	500	15,900
	4	29,900	519	2	1,038	34,938
ค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้าเดือนที่ 1/52						79,176

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างการคำนวนค่าสอบเทียบและทดสอบเครื่องมือวัด (A2)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคน ต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคน ทำงาน (คน) (2)	จำนวชั่งโมง ทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	ค่าอุปกรณ์สอบเทียบ เฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (5)	จำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ สอบเทียบต่อครั้ง (ชิ้น) (6)	รวมค่าอุปกรณ์ สอบเทียบ (บาท) (7) = (5)x(6)
6/52	1	300	2	4	2,400	2,500	2	5,000
12/52	2	300	2	4	2,400	2,500	2	5,000
6/53	3	300	2	4	2,400	2,500	2	5,000

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างการคำนวนค่าสอบเทียบและทดสอบเครื่องมือวัด (A2) (ต่อ)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าขนส่ง เครื่องมือต่อครั้ง (บาท) (8)	ค่าบริการสอบเทียบ ต่อชิ้น (บาท) (9)	จำนวนเครื่องมือที่ นำไปสอบเทียบ (ชิ้น) (10)	รวมค่าบริการสอบเทียบ (บาท) (11) = (9)x(10)	รวมทั้งหมด (บาท) (12) = (4)+(7)+(8)+(10)
6/52	1	600	500	17	8,500	16,500
12/52	2	600	500	17	8,500	16,500
6/53	3	600	530	17	9,010	17,010
รวมค่าสอบเทียบและทดสอบเครื่องมือวัดทั้งหมด						50,010

หมายเหตุ : ค่าสอบเทียบและทดสอบเครื่องมือวัดเฉลี่ยประมาณ เดือนละ 2,778 บาท

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต (A3)

เดือน/ปี	สัปดาห์	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	ค่าตรวจสอบและทดสอบเฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (5)	จำนวนชิ้นตรวจสอบและทดสอบต่อสัปดาห์ (ชิ้น) (6)
1/52	1	200	4	47.1	37,667	100	2
	2	200	3	35.3	21,187	100	2
	3	200	4	47.1	37,667	100	2
	4	200	3	35.3	21,187	100	2

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต (A3) (ต่อ)

เดือน/ปี	สัปดาห์	รวมค่าตรวจสอบและทดสอบ (บาท) (7) = (5)x(6)	ค่าจัดทำรายงานต่อสัปดาห์ (บาท) (8)	จำนวนชุดรายงานต่อสัปดาห์ (ชุด) (9)	รวมค่าจัดทำรายงาน (บาท) (10) = (8)x(9)	รวมทั้งหมด (บาท) (11) = (4)+(7)+(10)
1/52	1	200	10	10	100	37,967
	2	200	10	10	100	21,487
	3	200	10	10	100	37,967
	4	200	10	10	100	21,487
รวมค่าตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิตเดือนที่ 1/52						118,908

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย (A4)

เดือน/ปี	สัปดาห์	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	ค่าตรวจสอบและทดสอบเฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (5)	จำนวนชิ้นตรวจสอบและทดสอบต่อสัปดาห์ (ชิ้น) (6)
1/52	1	220	2	36.6	16,104	100	120
	2	220	2	24.8	10,924	100	120
	3	220	2	36.6	16,104	100	120
	4	220	2	24.8	10,924	100	120

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย (A4) (ต่อ)

เดือน/ปี	สัปดาห์	รวมค่าตรวจสอบและทดสอบ (บาท) (7) = (5)x(6)	ค่าจัดทำรายงานต่อสัปดาห์ (บาท) (8)	จำนวนชุดรายงานต่อสัปดาห์ (ชุด) (9)	รวมค่าจัดทำรายงาน (บาท) (10) = (8)x(9)	รวมทั้งหมด (บาท) (11) = (4)+(7)+(10)
1/52	1	12,000	10	10	100	28,204
	2	12,000	10	10	100	23,024
	3	12,000	10	10	100	28,204
	4	12,000	10	10	100	23,024
รวมค่าตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้ายเดือนที่ 1/52						102,456

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจรับรองระบบ ISO (A5)

เดือน/ปี	ครั้งที่	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	ค่าเดินทางเฉลี่ยต่อครั้ง (บาท) (5)	ค่าตรวจประเมินเฉลี่ยต่อครั้ง (บาท) (6)	รวมทั้งหมด (บาท) (7) = (4)+(5)+(6)
7/52	1	700	3	16	33,600	3,447	25,000	62,047
5/53	2	700	3	16	33,600	3,447	25,000	62,047
รวมค่าใช้จ่ายในการตรวจรับรองระบบ ISO ทั้งหมด								124,094

หมายเหตุ : ค่าตรวจรับรองระบบ ISO เฉลี่ยประมาณ เดือนละ 6,944 บาท

ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างการคำนวนค่าของเสียในกระบวนการผลิต (IF1)

เดือน/ปี	สัปดาห์	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	ค่าของเสียเฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (5)	จำนวนชิ้นงานของเสียต่อสัปดาห์ (ชิ้น) (6)	รวมค่าของเสีย (บาท) (7) = (5)x(6)	รวมทั้งหมด (บาท) (8) = (4)+(7)
1/52	1	200	2	70.0	28,000	80	9,707	776,560	804,560
	2	200	2	73.0	29,200	80	10,280	822,400	851,600
	3	200	2	71.4	28,543	80	9,941	795,280	823,823
	4	200	2	70.0	28,000	80	9,696	775,680	803,680
รวมค่าของเสียในกระบวนการผลิตเดือนที่ 1/52									3,283,663

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างการคำนวนค่าแก้ไขงาน (IF2)

เดือน/ปี	สัปดาห์	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	จำนวนชิ้นที่ต้องแก้ไข (ชิ้น) (5)	ค่าวัสดุซ่อมแซมเฉลี่ย 1 บาทต่อชิ้น (บาท) (6) = (5)x1
1/52	1	200	2	2.0	800	500	500
	2	200	3	2.0	1,200	1,269	1,269
	3	200	3	2.0	1,200	1,338	1,338
	4	200	3	2.0	1,200	1,405	1,405

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างการคำนวนค่าแก้ไขงาน (IF2) (ต่อ)

เดือน/ปี	สัปดาห์	ค่าประเมินการแก้ไขเฉลี่ย 1 บาทต่อชิ้น (บาท) (7) = (5)x1	ค่าจัดทำรายงานเฉลี่ย 0.5 บาทต่อชิ้น (บาท) (8) = (5)x0.5	รวมทั้งหมด (บาท) (9) = (4)+(6)+(7)+(8)
1/52	1	500	250.0	2,050.00
	2	1,269	634.5	4,372.50
	3	1,338	669.0	4,545.00
	4	1,405	702.5	4,712.50
			รวมค่าแก้ไขงานเดือนที่ 1/52	15,680

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างการคำนวนค่าตรวจสอบงานซ้ำ (IF3)

เดือน/ปี	สัปดาห์	ค่าแรงเฉลี่ยต่อ คนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคน ทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมง ทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	จำนวนชิ้นที่ต้อง ตรวจสอบซ้ำ (ชิ้น) (5)
1/52	1	200	2	1.0	400	500
	2	200	1	1.60	320	179
	3	200	2	2.00	800	545
	4	200	1	1.67	333	278

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างการคำนวนค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบงานซ้ำ (IF3) (ต่อ)

เดือน/ปี	สัปดาห์	ค่าอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบซ้ำ เฉลี่ย 1 บาทต่อชิ้น (บาท) (6) = (5)x1	ค่าจัดทำรายงาน เฉลี่ย 0.5 บาทต่อชิ้น (บาท) (7) = (5)x0.5	ค่าตรวจสอบซ้ำ เฉลี่ย 200 บาทต่อชม. (บาท) (8) = (3)x200	รวมทั้งหมด (บาท) (9) = (4)+(6)+(7)+(8)
1/52	1	500	250	200	1,350
	2	179	90	320	909
	3	545	273	400	2,018
	4	278	139	333	1,084
				รวมค่าตรวจสอบงานซ้ำเดือนที่ 1/52	5,360

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างการคำนวนค่าวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ (IF4)

เดือน/ปี	ครั้ง	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)
1/52	1	200	2	1.0	400
	2	200	2	5.0	2,000

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างการคำนวนค่าวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ (IF4) (ต่อ)

เดือน/ปี	ครั้ง	ค่าจัดทำรายงานเฉลี่ย 200 บาทต่อชิ้น (บาท) (5) = (3)x200	จำนวนชิ้นที่ต้องการวิเคราะห์และทดสอบซ้ำ (ชิ้น) (6)	ค่าวิเคราะห์และทดสอบซ้ำเฉลี่ย 2 บาทต่อชิ้น (บาท) (7) = (6)x2	รวมทั้งหมด (บาท) (8) = (4)+(5)+(7)
1/52	1	200	397	794	1,394.00
	2	1,000	678	1,356	4,356.00
รวมค่าวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำเดือนที่ 1/52					5,750.00

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างการคำนวนค่าทำลายสินค้าที่หมดอายุแล้ว (IF5)

เดือน/ปี	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง (บาท) (1)	จำนวนคนทำงาน (คน) (2)	จำนวนชั่งโมงทำงาน (ชม.) (3)	รวมค่าแรง (บาท) (4) = (1)x(2)x(3)	จำนวนชิ้นที่ต้องทำลายทิ้ง (ชิ้น) (6)	ค่าวัฏุดิบที่เสียหายเฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (7)	รวมค่าวัฏุดิบที่เสียหาย (บาท) (8) = (6)x(7)
1/52	200	1	1.0	200	100	79.6	7,957

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างการคำนวนค่าทำลายสินค้าที่หมดอายุแล้ว (IF5) (ต่อ)

เดือน/ปี	ค่ากำจัดสินค้าที่หมดอายุ เฉลี่ย 10 บาทต่อชิ้น (บาท) (9) = (6)x10	พื้นที่ที่ใช้จัดเก็บสินค้าที่หมดอายุ เฉลี่ยเป็นตารางเมตร (ตรม.) (10)	ค่าพื้นที่จัดเก็บสินค้าที่หมดอายุ เฉลี่ยเป็นตารางเมตรละ 10 บาท (บาท) (11) = (10)x10	รวมทั้งหมด (บาท) (12) = (4)+(8)+(9)+(11)
1/52	1,000	1	10	9,167
			รวมค่าทำลายสินค้าที่หมดอายุแล้วเดือนที่ 1/52	9,167

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างการคำนวนค่าดำเนินการของข้อร้องเรียนจากลูกค้า (EF1)

เดือน/ปี	ครั้ง	ค่าเสียเวลาเฉลี่ย ต่อชั่วโมง (บาท) (1)	ชั่งโมงทำงานที่ ต้องเสียไป (ชม.) (2)	รวมค่าเสียเวลา (บาท) (3) = (1)x(2)	ค่าจัดทำรายงาน เฉลี่ยต่อครั้ง (บาท) (4)	จำนวนชั่งโมงที่ต้อง ตรวจสอบซ้ำ (ชม.) (5)	ค่าตรวจสอบซ้ำเฉลี่ย ต่อชั่วโมง (บาท) (6)
1/52	1	300	3.0	900	200	4.0	200
	2	300	4.0	1,200	200	4.0	200
	3	300	6.0	1,800	200	4.0	200
	4	300	0.5	150	200	4.0	200
	5	300	18.0	5,400	200	4.0	200

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างการคำนวนค่าดำเนินการของข้อร้องเรียนจากลูกค้า (EF1) (ต่อ)

เดือน/ปี	ครั้ง	รวมค่าตรวจสอบ (บาท) (7) = (5)x(6)	จำนวนชิ้นที่ต้องดำเนินการดำเนินการ (ชิ้น) (8)	ค่าตรวจสอบเบื้องต้นเฉลี่ยต่อชิ้น (บาท) (9)	รวมค่าตรวจสอบเบื้องต้น (บาท) (10) = (8)x(9)	รวมทั้งหมด (บาท) (11) = (3)+(4)+(7)+(10)
1/52	1	800	10	200	1,000	2,900
	2	800	3	200	300	2,500
	3	800	4	200	400	3,200
	4	800	5	200	500	1,650
	5	800	9	200	900	7,300
รวมค่าดำเนินการของข้อร้องเรียนจากลูกค้าเดือนที่ 1/52						17,550

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างการคำนวนค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน (EF2)

เดือน/ปี	ครั้ง	จำนวนผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน (ชิ้น) (1)	ค่าเฉลี่ยต่อชิ้นของผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน (บาท) (2)	รวมค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน (บาท) (3) = (1)x(2)
1/52	1	10	1,090.91	10,909
	2	3	467.27	1,402
	3	4	556.36	2,225
	4	5	645.45	3,227
	5	9	1,001.82	9,016
รวมค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียนเดือนที่ 1/52				26,780

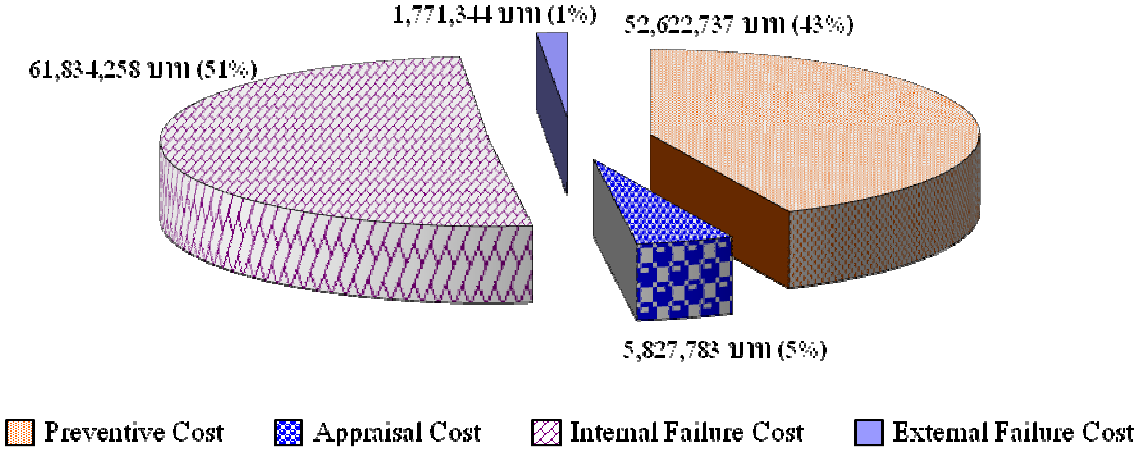
ตารางที่ 4.22 ตัวอย่างการคำนวนค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้า (EF3)

เดือน/ปี	ครั้ง	ค่าเสียเวลาของลูกค้า เฉลี่ยต่อชั่วโมง (บาท) (1)	ชั่งโมงทำงาน ที่ต้องเสียไป (ชม.) (2)	รวม ค่าเสียเวลาของลูกค้า (บาท) (3) = (1)x(2)	ค่าขนส่งผลิตภัณฑ์ ชดเชยให้กับลูกค้า (บาท) (4)	รวมทั้งหมด (บาท) (5) = (3)+(4)
8/52	1	250	4.0	1,000	2,560	3,560
					รวมค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้าเดือนที่ 8/52	3,560

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ

4.4.1 การวิเคราะห์ด้วยกราฟ

เมื่อได้นำข้อมูลที่จัดเก็บมาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 หาสัดส่วนสถานะของต้นทุนคุณภาพจะได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 สัดส่วนสถานะของต้นทุนคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษา

จากภาพที่ 4.1 พบว่าโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้มีต้นทุนการป้องกันคิดเป็นร้อยละ 43 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือมีมูลค่าเท่ากับ 52,622,737 บาท ส่วนต้นทุนการตรวจสอบคิดเป็นร้อยละ 5 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือมีมูลค่าเท่ากับ 5,827,783 บาท และต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพที่ประกอบด้วยต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในคิดเป็นร้อยละ 51 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือมีมูลค่าเท่ากับ 61,834,258 บาทและต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกคิดเป็นร้อยละ 1 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือมีมูลค่าเท่ากับ 1,771,344 บาท หรือสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ ว่าต้นทุนคุณภาพที่ไม่สามารถควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 52 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 63,605,602 บาท ส่วนต้นทุนคุณภาพที่สามารถควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 48 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 58,450,520 บาท

4.4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่มคือปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านบวกและปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านลบ ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านบวกได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน (P) และต้นทุนการตรวจสอบ (A) ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านลบได้แก่ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน (IF) ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก (EF) และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพ (F) จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ (Q) กับปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบความสัมพันธ์ดังกล่าวที่ระดับความเชื่อมั่น 90% หรือค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 และจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ในครั้งนี้ได้ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis Result)

		Q	P	A	IF	EF	F
Q	Correlation	1.000					
	P-Value	0.000					
P	Correlation	0.964*	1.000				
	P-Value	0.000	0.000				
A	Correlation	0.386	0.130	1.000			
	P-Value	0.114	0.607	0.000			
IF	Correlation	-0.922*	-0.870*	-0.422*	1.000		
	P-Value	0.000	0.000	0.081	0.000		
EF	Correlation	0.173	0.107	0.263	-0.539*	1.000	
	P-Value	0.493	0.671	0.291	0.021	0.000	
F	Correlation	-0.999*	-0.969*	-0.373	0.920*	-0.167	1.000
	P-Value	0.000	0.000	0.128	0.000	0.509	0.000

หมายเหตุ : * ผลของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีระดับความเชื่อมั่นที่ 90% หรือ P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1

จากตารางที่ 4.23 พบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กับต้นทุนป้องกันมีค่า 0.964 แสดงว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน 96.4% ในทิศทางบวกที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 90% หรือมีค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 นั่นหมายความว่าหากต้นทุนการป้องกันสูงขึ้นจะส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กับต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายในและต้นทุนความบกพร่องคุณภาพโดยรวมมีค่า -0.922 และ -0.999 ตามลำดับ แสดงว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน 92.2% และ 99.9% ในทิศทางลบตามลำดับที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 90% หรือมีค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 นั่นหมายความว่าหากต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายในและต้นทุนความบกพร่องคุณภาพโดยรวมสูงขึ้นจะส่งผลให้คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ลดลง ส่วนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กับต้นทุนการตรวจสอบ และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก มีค่า 0.386 และ 0.173 ความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นความสัมพันธ์เชิงบวกกับคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ แต่ความสัมพันธ์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากค่า P-Value มากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ดังนั้นไม่สามารถอธิบายความหมายของต้นทุนคุณภาพทั้ง 2 ตัวนี้ได้

4.4.3 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทเพื่อสร้างสมการสำหรับใช้ในการพยากรณ์ให้กับโรงงานกรณีศึกษาว่าต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทภายใต้สภาวะต่างๆ มีแนวโน้มเป็นอย่างไร เพื่อให้โรงงานกรณีศึกษาใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนต่อไป และการสร้างสมการพยากรณ์ในครั้งนี้กำหนดให้ต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้เป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ส่วนต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้นั้นเป็นตัวแปรตาม โดยการสร้างสมการครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

4.4.3.1 เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยการนำปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านบวกได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านลบได้แก่ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพ

ภายในและต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกที่มีผลต่อต้นทุนคุณภาพรวม มาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อสร้างสมการถดถอยประมาณค่าต้นทุนคุณภาพรวม ได้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกที่มีผลต่อต้นทุนคุณภาพรวมดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ P, A, IF, EF และตัวแปรตาม COQ ของโรงงานกรณีศึกษา

ตัวแปรอิสระ	ค่าประมาณการβ	ค่าP-Value
ค่าคงที่	0.071	0.762
P	1.261	0.000
A	2.017	0.002
IF	0.665	0.000
EF	0.737	0.046
S = 0.138	R^2 = 99.5%	R^2_{adj} = 99.4%
Durbin-Watson Statistic = 2.10		

จากตารางที่ 4.24 พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อต้นทุนคุณภาพรวม ซึ่งมีระดับความเชื่อมั่นที่ 90% หรือมีค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 คือ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก ส่วนค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของต้นทุนคุณภาพรวมไม่มีผลต่อต้นทุนคุณภาพรวม เนื่องจากมีระดับความเชื่อมั่นน้อยกว่า 90% หรือมีค่า P-Value มากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ซึ่งผลจากตารางนี้สามารถเขียนสมการถดถอย หรือสมการพยากรณ์ต้นทุนคุณภาพรวมของโรงงานกรณีศึกษาดังนี้

$$COQ = 0.071 + 1.261P + 2.017A + 0.665IF + 0.737EF \quad (4.1)$$

โดย COQ คือ % ต้นทุนคุณภาพรวมต่อยอดขาย

A คือ % ต้นทุนการตรวจสอบต่อยอดขาย

P คือ % ต้นทุนการป้องกันต่อยอดขาย

IF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในต่อยอดขาย

EF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกต่อยอดขาย

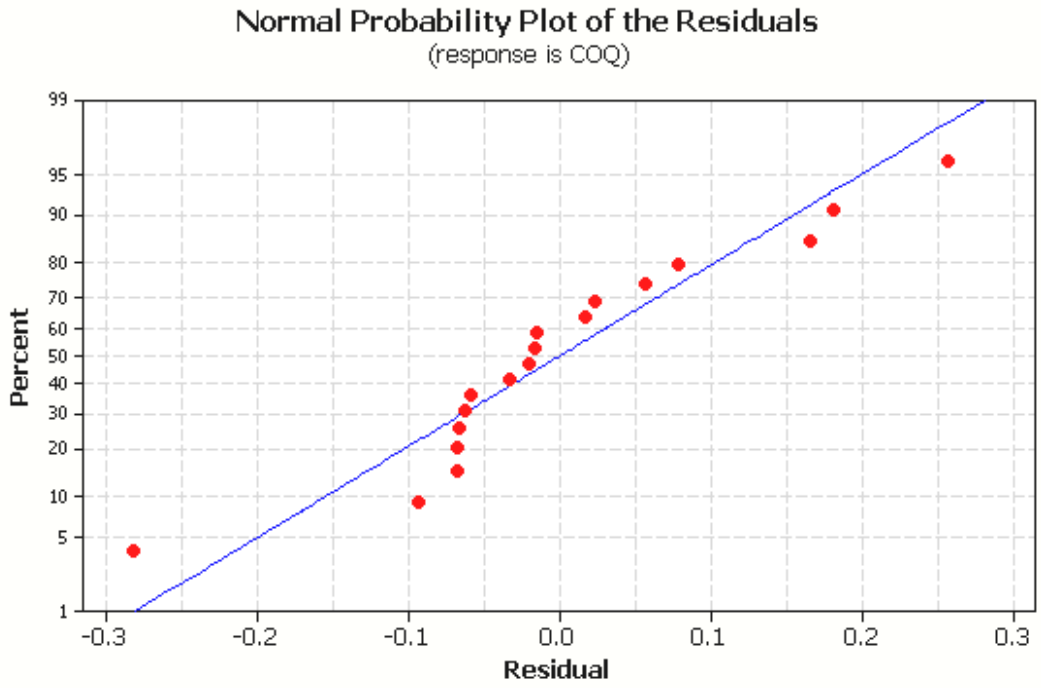
จากสมการถดถอยที่ (4.1) สามารถอธิบายความหมายว่าหากโรงงานกรณีศึกษาไม่มีการลงทุนด้านต้นทุนคุณภาพเลยหรือต้นทุนคุณภาพทุกตัวมีค่าเป็นศูนย์แล้ว ต้นทุนคุณภาพรวมจะมีค่าเป็นศูนย์ด้วย เนื่องด้วยผลจากการทดสอบทางสถิติค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของต้นทุนคุณภาพรวมมีค่าระดับความเชื่อมั่นน้อยกว่า 90% หรือมีค่า P-Value มากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ส่วน $\beta_1 = 1.261$ หมายความว่าหากโรงงานกรณีศึกษาเพิ่มปัจจัยของต้นทุนการป้องกันต่อยอดขายขึ้น 1% จะทำให้ต้นทุนคุณภาพรวมต่อยอดขายจะเพิ่มขึ้น 1.261% ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ คงที่ $\beta_2 = 2.017$ หมายความว่าหากโรงงานกรณีศึกษาเพิ่มปัจจัยของต้นทุนการตรวจสอบ คุณภาพต่อยอดขายขึ้น 1% จะทำให้ต้นทุนคุณภาพรวมต่อยอดขายจะเพิ่มขึ้น 2.017 % ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ คงที่ $\beta_3 = 0.665$ หมายความว่าหากเพิ่มปัจจัยของต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายในต่อยอดขายขึ้น 1% จะทำให้ต้นทุนคุณภาพรวมต่อยอดขายจะเพิ่มขึ้น 0.665% ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ คงที่และ$\beta_4 = 0.737$ หมายความว่าหากเพิ่มปัจจัยของต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกต่อยอดขายขึ้น 1% จะทำให้ต้นทุนคุณภาพรวมต่อยอดขายจะเพิ่มขึ้น 0.737% ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ คงที่ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของต้นทุนคุณภาพรวมกับต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกเท่ากับ 99.5% โดยที่ตัวพยากรณ์ทั้งสี่ตัวนี้สามารถพยากรณ์ต้นทุนคุณภาพรวมได้ 99.4% และค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จากสมการนี้มีค่าเท่ากับ 0.138 ส่วนอีก 0.6% อาจจะเกิดจากปัจจัยอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถทราบได้

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าหากโรงงานกรณีศึกษาต้องการเพิ่มหรือลดต้นทุนคุณภาพรวมนั้น ต้องพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์

ได้แก่ ต้นทุนการตรวจสอบก่อน เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนี้มีค่ามากที่สุดจากสมการข้างต้น ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องพิจารณาตัวถัดมาคือ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในและต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพนอกตามลำดับ

จากตารางที่ 4.24 หากตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ตามข้อกำหนดในการวิเคราะห์การถดถอย คือ

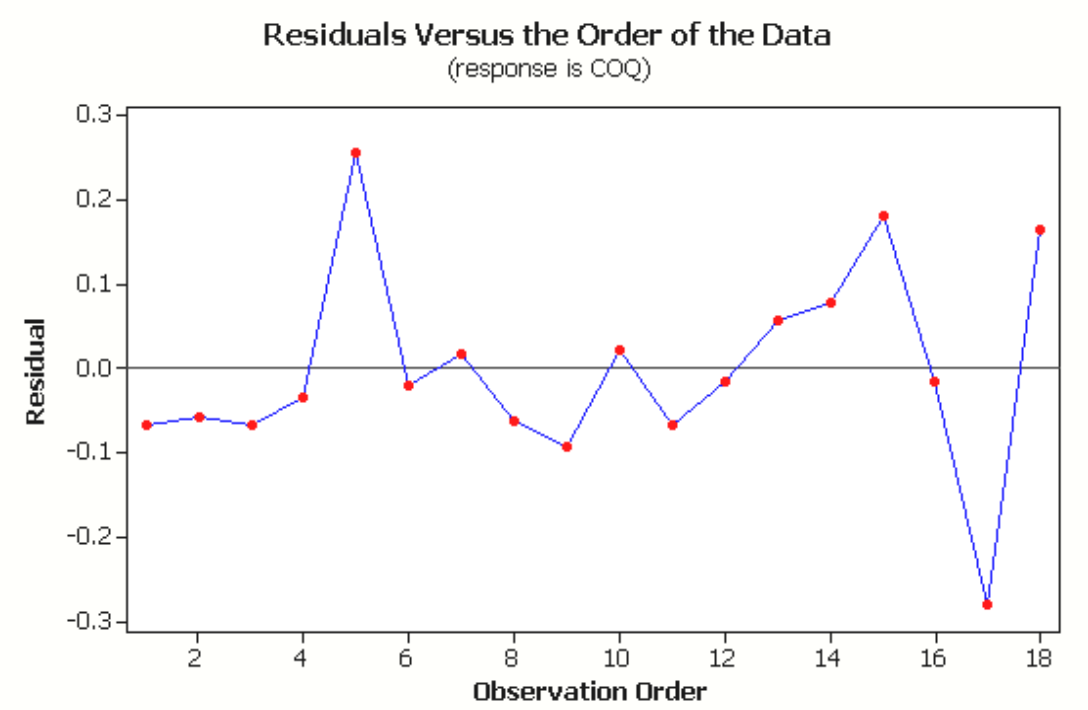
ก) สมมติฐานของความเป็นปกติสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.2 Normal Probability Plot ของค่าคลาดเคลื่อน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.1

จากภาพที่ 4.2 เห็นว่า Normal Probability Plot ของค่าคลาดเคลื่อน ส่วนใหญ่จะใกล้เคียงกับเส้นตรง ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงแบบปกติและข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องเชื่อถือได้

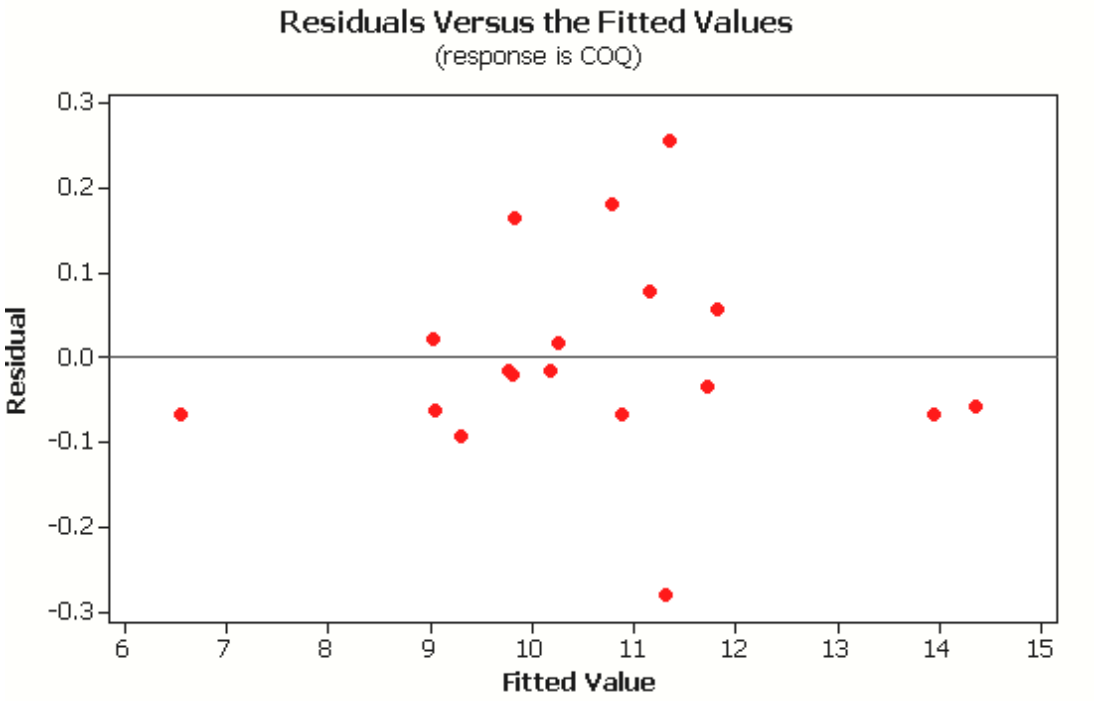
ข) สมมติฐานของความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.3 กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับลำดับของข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.1

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นว่าข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวอย่างสุ่มรอบแกนและไม่มีรูปแบบ แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันและข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องเชื่อถือได้ซึ่งสอดคล้องกับตารางที่ 4.24 ซึ่งได้ค่า Durbin-Watson Statistic = 2.10 ซึ่งถ้าค่าที่ได้มีค่าประมาณ 2 หรือใกล้เคียง 2 มากๆ (≈1.5-2.3) แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

ค) สมมติฐานของความแปรปรวนค่าความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.4 กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าประมาณ สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.1

จากภาพที่ 4.4 เห็นว่าได้ข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวอย่างสุ่มรอบแกนและไม่มีรูปแบบ แสดงว่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่และข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องเชื่อถือได้

4.4.3.2 เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยการนำปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านบวกได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านลบได้แก่ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายในและต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก ที่มีผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ มาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อสร้างสมการถดถอยประมาณค่าคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ ได้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่อง

คุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกที่มีผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ P, A, IF, EF และตัวแปรตาม Q ของโรงงานกรณีศึกษา

ตัวแปรอิสระ	ค่าประมาณการβ	ค่าP-Value
ค่าคงที่	76.193	0.000
P	2.889	0.000
A	3.447	0.000
IF	-2.903	0.000
EF	-3.029	0.000
S = 0.123	R^2 = 99.6%	R^2_{adj} = 99.5%
Durbin-Watson Statistic = 1.60		

จากตารางที่ 4.25 พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีระดับความเชื่อมั่นที่ 90% หรือมีค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 คือค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก ซึ่งสามารถเขียนสมการถดถอยหรือสมการพยากรณ์คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษาดังนี้

$$Q = 76.193 + 2.889P + 3.447A - 2.903IF - 3.029EF \quad (4.2)$$

โดย Q คือ % การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

P คือ % ต้นทุนการป้องกันต่อยอดขาย

A คือ % ต้นทุนการตรวจสอบต่อยอดขาย

IF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในต่อยอดขาย

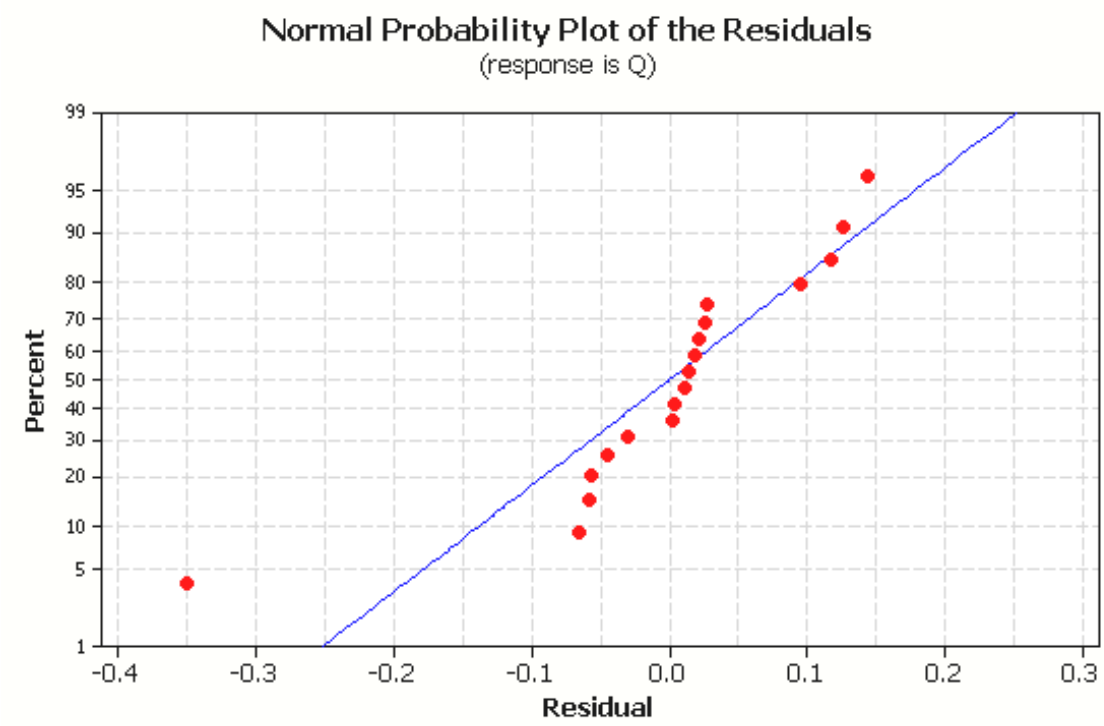
EF คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายนอกต่อยอดขาย

จากสมการถดถอยที่ (4.2) สามารถอธิบายความหมายได้ว่า β_0= 76.193 แสดงว่าหากโรงงานกรณีศึกษาไม่นำปัจจัยต้นทุนคุณภาพด้านอื่นๆ มาพิจารณารวมด้วยจะได้คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์อยู่ที่ประมาณ 76.193% เนื่องด้วยผลจากการทดสอบค่าคงที่หรืออัตราเฉลี่ยคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์มีค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 90% หรือมีค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ส่วน β_1 = 2.889 สามารถอธิบายความหมายได้ว่าหากโรงงานกรณีศึกษาเพิ่มปัจจัยของต้นทุนการป้องกันต่อยอดขายขึ้น 1% จะทำให้คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 2.889% ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆคงที่ β_2 = 3.447 สามารถอธิบายความหมายได้ว่าหากโรงงานกรณีศึกษาเพิ่มปัจจัยของต้นทุนการตรวจสอบต่อยอดขายขึ้น 1% จะทำให้คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 3.447 % ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ คงที่ β_3 = -2.903 สามารถอธิบายความหมายได้ว่าหากโรงงานกรณีศึกษาสามารถลดปัจจัยของต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายในต่อยอดขายลง 1% จะทำให้คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 2.903% ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ คงที่ และβ_4 = -3.029 สามารถอธิบายความหมายได้ว่าหากโรงงานกรณีศึกษาสามารถลดปัจจัยของต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกต่อยอดขายลง 1% จะทำให้คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 3.029% ในขณะที่ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ คงที่ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กับต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน และต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกเท่ากับ 99.6% โดยที่ตัวพยากรณ์ทั้งสี่ตัวนี้สามารถพยากรณ์คุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ได้ 99.5% และค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จากสมการนี้มีค่าเท่ากับ 0.123 ส่วนอีก 0.5% อาจจะเกิดจากปัจจัยอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถทราบได้

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าหากโรงงานกรณีศึกษาต้องการเพิ่มคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ต้องพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ต้นทุนการตรวจสอบก่อน เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนี้มีค่ามากที่สุดจากสมการข้างต้น ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องพิจารณาตัวถัดมาก็คือ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพนอก ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพภายในและต้นทุนการป้องกัน ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.25 หากตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ตามข้อกำหนดในการวิเคราะห์การถดถอย คือ

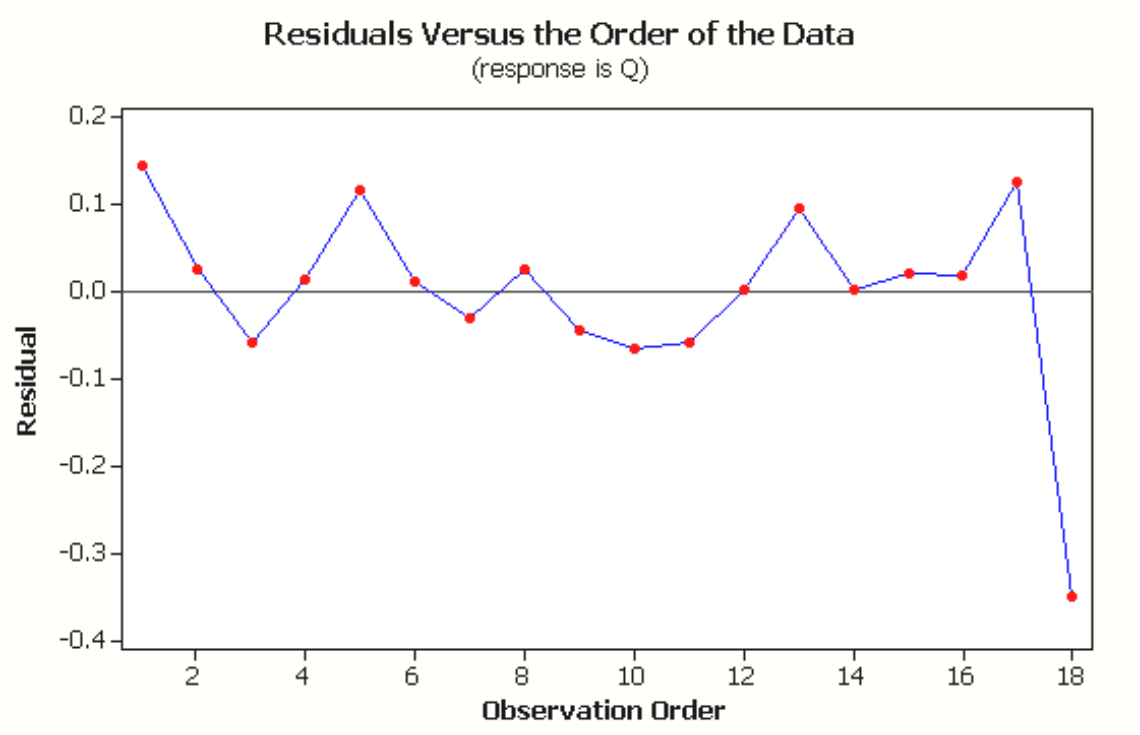
ก) สมมติฐานของความเป็นปกติสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.5 Normal Probability Plot ของค่าคลาดเคลื่อน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.2

จากภาพที่ 4.5 เห็นว่า Normal Probability Plot ของค่าคลาดเคลื่อน ส่วนใหญ่จะใกล้เคียงกับเส้นตรง ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงแบบปกติและข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องเชื่อถือได้

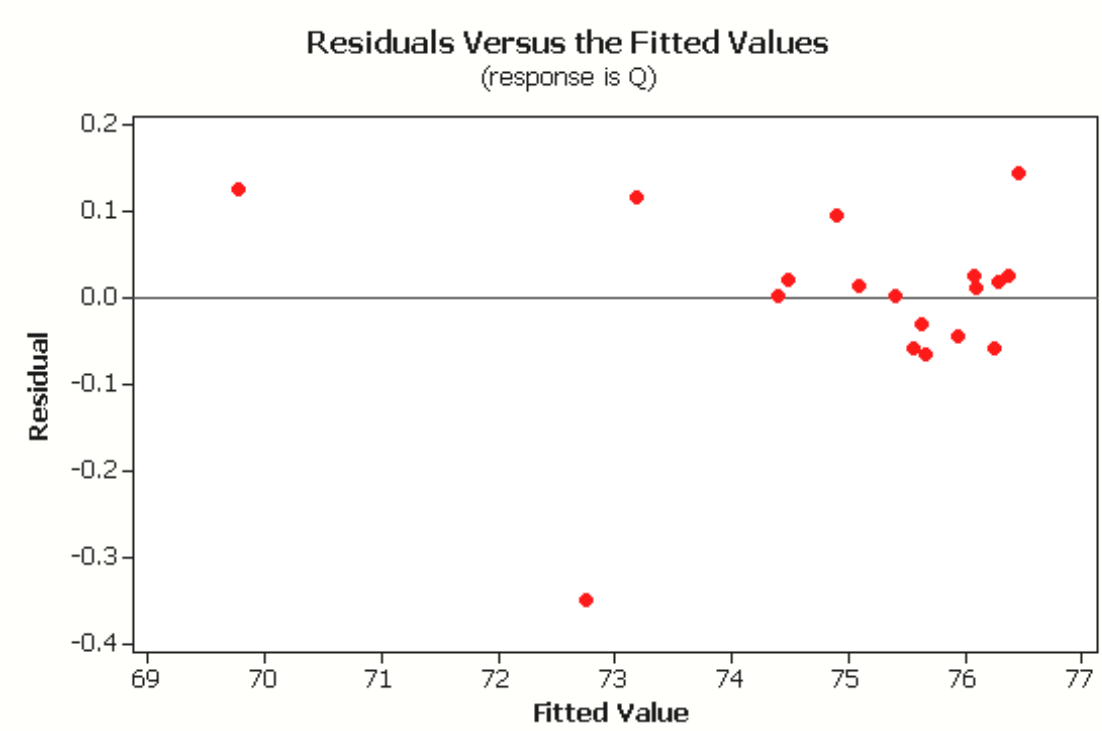
ข) สมมติฐานของความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.6 กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับลำดับของข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.2

จากภาพที่ 4.6 จะเห็นว่าข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวอย่างสุ่มรอบแกนและไม่มีรูปแบบ แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันและข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องเชื่อถือได้ซึ่งสอดคล้องกับตารางที่ 4.25 ซึ่งได้ค่า Durbin-Watson Statistic = 1.60 ซึ่งถ้าค่าที่ได้มีค่าประมาณ 2 หรือใกล้เคียง 2 มากๆ (≈1.5-2.3) แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

ค) สมมติฐานของความแปรปรวนค่าความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.7 กราฟของค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าประมาณ สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยของสมการ 4.2

จากภาพที่ 4.7 เห็นว่าได้ข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวอย่างสุ่มรอบแกนและไม่มีรูปแบบ แสดงว่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่และข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องเชื่อถือได้

4.5 การวิเคราะห์หาจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุด

จากการรวบรวมข้อมูลต้นทุนคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษา สามารถนำมาเขียนกราฟเส้นพร้อมทั้งประมาณการกราฟแต่ละเส้นด้วยสมการกำลังสองดังภาพที่ 4.8 ซึ่งมีขั้นตอนการประมาณการเส้นกราฟแต่ละเส้น พร้อมกับขั้นตอนการวิเคราะห์หาจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุดดังนี้

1) การนำข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนซึ่งประกอบด้วยต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้ ได้แก่ ต้นทุนการป้องกันกับต้นทุนการตรวจสอบรวมกัน

(P+A) มาเขียนกราฟเส้นในลักษณะของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นตามร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด (Q) ขณะเดียวกันนำต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ ได้แก่ ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพ (F) มาเขียนกราฟเส้นในลักษณะของข้อมูลที่ลดลงตามร้อยละของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

2) นำต้นทุนคุณภาพรวม (COQ) ที่คำนวนมาจากการนำต้นทุนคุณภาพที่สามารถควบคุมได้รวมกับต้นทุนคุณภาพที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือเป็นการนำต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ และต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพมารวมกันแล้วนำมาเขียนกราฟเส้นในลักษณะของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นและลดลงตามร้อยละของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

3) การประมาณการกราฟเส้นของ P+A, F และ COQ แต่ละเส้นด้วยสมการกำลังสองซึ่งรูปสมการทั่วไป คือ $y = ax^2 + bx + c$ โดยกำหนดให้ Q แทน x ส่วน P+A, F และ COQ แทน y ผลจากการนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่รวบรวมมาทั้งหมดไปประมวลผลได้

ก) สมการประมาณการของต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้หรือสมการประมาณการของต้นทุนการป้องกันรวมกับต้นทุนการตรวจสอบดังนี้

$$P+A = 2{,}875Q^2 - 327{,}389Q + 11{,}621{,}497 \quad (4.3)$$

ข) สมการประมาณการของต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้หรือสมการประมาณการของต้นทุนความบกพร่องภายในรวมกับต้นทุนความบกพร่องภายนอกดังนี้

$$F = -44.8Q^2 - 100{,}459Q + 11{,}321{,}998 \quad (4.4)$$

ค) สมการประมาณการของต้นทุนคุณภาพรวมดังนี้

$$COQ = 2{,}830.2Q^2 - 427{,}848Q + 22{,}943{,}495 \quad (4.5)$$

4) นำสมการ (4.5) มาหาจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ก) หาอนุพันธ์ของสมการ (4.5) $\frac{\delta COQ}{\delta Q} = 0$ จะได้

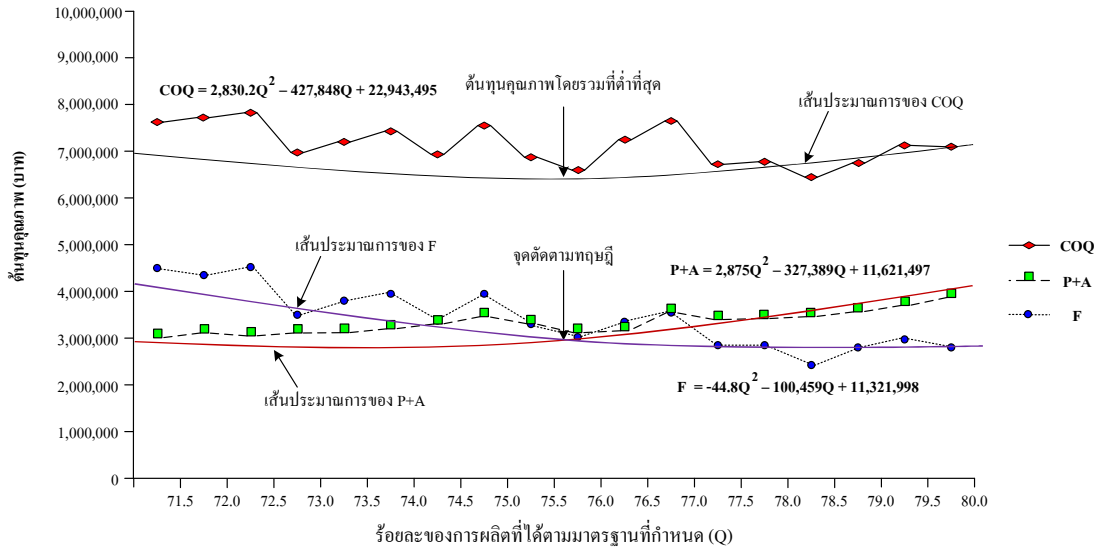
$$5{,}660.4Q - 427{,}848 = 0 \quad (4.6)$$

ข) แก้สมการ (4.6) จะได้ Q = 75.59

ค) นำค่า Q = 75.59 แทนลงในสมการ (4.3) จะได้ P+A = 3,301,476

ง) นำค่า Q = 75.59 แทนลงในสมการ (4.4) จะได้ F = 3,472,322

จ) นำค่า Q = 75.59 แทนลงในสมการ (4.5) จะได้ COQ = 6,773,798



ภาพที่ 4.8 PAF Model ของโรงงานกรณีศึกษา

จากขั้นตอนการวิเคราะห์หาจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุดของโรงงานกรณีศึกษาข้างต้น พบว่าร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดอยู่ที่ร้อยละ 75.59 ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพรวมอยู่ที่จุดต่ำที่สุด ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านบวกได้แก่ ต้นทุนการป้องกันกับต้นทุนการตรวจสอบรวมกันจะต้องมีค่าอยู่ที่ 3,301,476 บาท และต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านลบได้แก่ ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายในกับต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกรวมกันหรือเรียกว่าต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพจะต้องมีค่าอยู่ที่ 3,472,322 บาท ส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพรวมอยู่ที่ 6,773,798 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุดสำหรับโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ จากข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศให้กับโรงงานแห่งนี้ได้ โดยโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ต้องพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลให้ร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดเพิ่มขึ้น ซึ่งจากสมการพยากรณ์ร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดสมการที่ (4.2) ต้นทุนคุณภาพที่ส่งผลต่อร้อยละของการผลิตที่ได้

ตามมาตรฐานที่กำหนดเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือต้นทุนการตรวจสอบ ซึ่งประกอบด้วย 3 รายการคือ การตรวจสอบรับเข้าวัตถุดิบ ตรวจสอบระหว่างกระบวนการผลิต และการตรวจสอบขั้นตอนสุดท้าย ส่วนต้นทุนการตรวจสอบอีก 2 รายการคือการตรวจสอบเครื่องมือวัดและการตรวจรับรองระบบ ISO จะส่งผลต่อร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดน้อยกว่า 3 รายการข้างต้น เนื่องจากต้นทุนการตรวจสอบ 2 รายการนี้จะเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวหรือไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำทุกเดือน หรือสามารถกล่าวว่าหากโรงงานแห่งนี้เพิ่มต้นทุนการตรวจสอบต่อยอดขายขึ้นไป 1 หน่วย จะส่งผลให้ร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดเพิ่มขึ้น 3.447 หน่วย ในขณะที่ต้นทุนคุณภาพอื่นๆ คงที่ ซึ่งต้นทุนการตรวจสอบเป็นต้นทุนคุณภาพที่ส่งผลต่อร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดมากที่สุด

จากภาพที่ 4.8 พบว่าการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 75.59 เป็นจุดที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพรวมต่ำที่สุดที่โรงงานแห่งนี้ทำอยู่แล้ว แต่ถ้าโรงงานแห่งนี้ต้องการเพิ่มหรือลดร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดก็สามารถทำได้ดังตาราง 4.26

ตารางที่ 4.26 ผลการเพิ่มหรือลดร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

(หน่วย: บาท)

Q	P+A	F	COQ
60	2,328,157	5,133,178	7,461,335
65	2,488,087	4,602,883	7,090,970
70	2,791,767	4,070,348	6,862,115
75	3,239,197	3,535,573	6,774,770
75.59	3,301,476	3,472,322	6,773,798
76	3,345,933.	3,428,349	6,774,282
80	3,830,377	2,998,558	6,828,935
85	4,565,307	2,459,303	7,024,610
90	5,443,987	1,917,808	7,361,795
95	6,466,417	1,374,073	7,840,490

จากตารางที่ 4.26 หากโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ลงทุนในต้นทุนการป้องกันกับต้นทุนการตรวจสอบรวมกันที่ 3,239,197 บาท จะส่งผลให้เกิดต้นทุนความบกพร่องขึ้นจำนวน 3,535,573 บาท หรือก่อให้เกิดต้นทุนคุณภาพรวมอยู่ที่ 6,774,770 บาท ซึ่งจะทำให้การผลิตได้ตามมาตรฐานที่กำหนดที่ร้อยละ 75 แต่ถ้าโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้เพิ่มการลงทุนในต้นทุนการป้องกันกับต้นทุนการตรวจสอบรวมกันที่ 3,345,933 บาทจะส่งผลให้เกิดต้นทุนความบกพร่องขึ้นจำนวน 3,428,349 บาท หรือก่อให้เกิดต้นทุนคุณภาพรวมอยู่ที่ 6,774,282 บาท ซึ่งจะทำให้การผลิตได้ตามมาตรฐานที่กำหนดที่ร้อยละ 76 จะเห็นเมื่อร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดเลยจุดร้อยละ 75.59 จะส่งผลให้ต้นทุนคุณภาพรวมเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์การวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องตามทฤษฎีต้นทุนคุณภาพที่กล่าวมาข้างต้น

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพระหว่างต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้สำหรับโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป แล้วนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปเสนอผู้บริหาร เพื่อให้ผู้บริหารสามารถมองภาพโดยรวมของต้นทุนคุณภาพในโรงงานว่าเป็นไปในลักษณะใดและผู้บริหารสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารงานในอนาคต ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 เป็นระยะเวลา 1 ปี 6 เดือน โดยมีต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้ ได้แก่

1) ต้นทุนการป้องกันเป็นต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียในการผลิตซึ่งมีอยู่ 3 รายการได้แก่ ค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าฝึกอบรมพนักงานและค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ

2) ต้นทุนการตรวจสอบเป็นต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับการตรวจสอบและการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีอยู่ 5 รายการได้แก่ ค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า ค่าตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือวัด ค่าการตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต ค่าการตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้ายและค่าตรวจรับรองระบบ ISO

ส่วนต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ ประกอบด้วย

1) ต้นทุนความบกพร่องภายในเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากความบกพร่องในการดำเนินงานที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพ หรือความบกพร่องที่ตรวจพบก่อนที่จะมีการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าซึ่งมีอยู่ 5 รายการได้แก่ ของเสียในกระบวนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงาน ค่าตรวจสอบงานซ้ำ ค่าการวิเคราะห์งานเสียและค่าทำลายสินค้าที่หมดอายุ

2) ต้นทุนความบกพร่องภายนอกเป็นต้นทุนที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งตรวจพบเจอภายหลังจากที่ผลิตภัณฑ์ถูกส่งมอบไปยังลูกค้าแล้วซึ่งมีอยู่ 4 รายการได้แก่ ค่า

ดำเนินการข้อร้องเรียนจากลูกค้า ผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้น ค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้า และค่าขนส่งสินค้าของเสียกลับ

3) ต้นทุนคุณภาพรวมเป็นผลรวมของต้นทุนคุณภาพที่สอดคล้องตามความต้องการและต้นทุนคุณภาพที่ไม่สอดคล้องตามความต้องการ

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้กับต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ พบว่าต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้คิดเป็นร้อยละ 52 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 63,605,602 บาท ต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้คิดเป็นร้อยละ 48 ของต้นทุนคุณภาพรวมหรือคิดเป็นมูลค่า 58,450,520 บาท

จากการนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพผ่านกระบวนการทางสถิติสามารถสรุปว่าต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้มีอิทธิพลต่อต้นทุนคุณภาพรวมและร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดมากที่สุด คือต้นทุนการตรวจสอบ ดังนั้นหากโรงงานแห่งนี้ต้องการลดต้นทุนคุณภาพรวม โรงงานแห่งนี้ต้องให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพการตรวจสอบรับเข้าวัตถุดิบ การตรวจสอบเครื่องมือวัด การตรวจสอบระหว่างกระบวนการผลิต การตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายและการตรวจรับรองระบบ ISO ก่อนที่จะพิจารณาปัจจัยต้นทุนคุณภาพตัวอื่นๆ

จากผลการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ด้วยการใช้ PAF Model มาวิเคราะห์ พบว่าจุดต้นทุนคุณภาพรวมที่ต่ำที่สุดของโรงงานกรณีศึกษามีค่าอยู่ที่ 6,773,798 บาท หรือร้อยละของการผลิตที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดอยู่ที่ 75.59 ของการผลิตทั้งหมด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า โดยภาพรวมความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมได้และต้นทุนคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้ของโรงงานกรณีศึกษาอยู่ในระดับใกล้กับจุดต้นทุนคุณภาพที่ต่ำสุดตามทฤษฎีของต้นทุนคุณภาพ ดังนั้นเพื่อเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถในการทำผลกำไรให้กับโรงงานกรณีศึกษา ต้องหาวิธีการหรือมาตรการป้องกันที่ทำให้เกิดต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพให้น้อยที่สุด สำหรับข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1) โรงงานกรณีศึกษาควรให้ความสำคัญกับต้นทุนตรวจสอบ การประเมินตรวจติดตามระบบคุณภาพ รวมถึงการดูแลความถูกต้อง แม่นยำของเครื่องมือวัดและทดสอบ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าระบบการตรวจสอบคุณภาพมีความสอดคล้องกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ด้วยการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันแล้วฝึกอบรบเพิ่มศักยภาพ ทักษะ ความรู้ความเข้าใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน

2) โรงงานกรณีศึกษาควรให้ความสำคัญกับการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้มีระยะเวลาในการใช้งานได้นานขึ้น

3) งานวิจัยครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุกับการวิเคราะห์หาจุดต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุด ซึ่งจริงๆ แล้วสามารถใช้วิธีอื่นๆ มาวิเคราะห์ได้อีก เช่น การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) การวิเคราะห์แบบพาเรโต (Pareto Analysis) หรือการวิเคราะห์ผลต่าง (Variance Analysis) เพื่อนำผลการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพมาเปรียบเทียบกับการใช้วิธีเดิมว่าได้ผลที่แตกต่างกันหรือไม่แตกต่างกัน

บรรณานุกรม

กังวาน ชยุติมันต์กุล. (2545). การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงหล่อโลหะ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2550). สถิติสำหรับงานวิจัย. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กิติพงศ์ โรจน์จึงประเสริฐ. (2550). Cost Management ต้นทุนคุณภาพเบื้องหลังคำว่าคุณภาพมีต้นทุนที่ต้องลด. Industrial Technology Review ปีที่ 13 ฉบับที่ 165 (พฤษภาคม 2550). บริษัท โปรเฟส เซาท์ อีสท์ เอเชีย แปซิฟิค จำกัด , กรุงเทพฯ.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2545). สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2 (ประมวลผลด้วย MINITAB). สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

กำพล กิจชระภูมิ และสุชาติ ยุวรี. (2546). Cost of Quality ลดต้นทุนไม่ลดคุณภาพ. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

กอบโชค กำธร. (2549). การลดข้อบกพร่องผลิตภัณฑ์ดุมล้อช่วยแรงโดยการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคุณภาพ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ขนิษฐา เพชร. (2550). ต้นทุนคุณภาพการก่อสร้างบ้านจัดสรรของผู้รับเหมา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นวพัทธ์ กีรติวรนันท์. (2550). การประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ สุนทรารักษ์. (2551). การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพในโรงงานอุตสาหกรรม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องหนังและเฟอร์นิเจอร์ และโรงงานผลิตวัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เลิศชาย พรสวรรค์วัฒนา. (2550). การศึกษาต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับอาคารที่พักอาศัย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา

วิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อภิชาติ โสภาแดง. (2552). เอกสารประกอบการอบรมต้นทุนคุณภาพ (ออนไลน์). 2010. สืบค้นจาก : http://mail.chiangmai.ac.th/~apichat/Training/Cost%20of%20Quality.pdf (30 พฤศจิกายน 2552).

อนุชิต กิจปกรณ์สันติ. (2549). การลดต้นทุนคุณภาพรวมกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกของชิ้นส่วนรถยนต์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกชัย ประเสริฐสิทธิ. (2527). การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการถดถอย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Adel, E.S. and Hany, E.S. (2006). The Cost of Quality in the Egyptian Construction Industry. HBRC Journal, Vol. 2, No.3 :103-111.

Bernd, V.R. (1998). Cost of Quality Evaluation for Engine Assembly. MSc Thesis. University of Bradford.

Campanella, J. (1999). Principles of Quality Cost, 3rd edition.Milwaukee:ASQC Quality Press.

Crosby, P.B. (1991). Quality is Free. McGraw – Hill Book Company.

Feigenbaum, A. (1991). Total Quality Control, Third Edition, Mc Graw Hill Book Company.

Hisham, M.E. and Medhat, M.G. (2009). Cost of quality in Dubai: An analytical case study of residential construction projects. International Journal of Project Management, 501-511.

Juran, J.M. (2001). Quality Control Handbook, Fifth Edition, Mc Graw Hill Book Company.

Milan, V. (2008). Cost Of Quality Management. International Journal for Quality research, Vol. 2, No.4:297-303.

Mills, D. and Backthavatchalam, S. (2003). Cost of quality (Online). 2010. Available http://www.isixsigma.com/dictionary/Cost_Of_Quality-497.htm (10 January 2010).

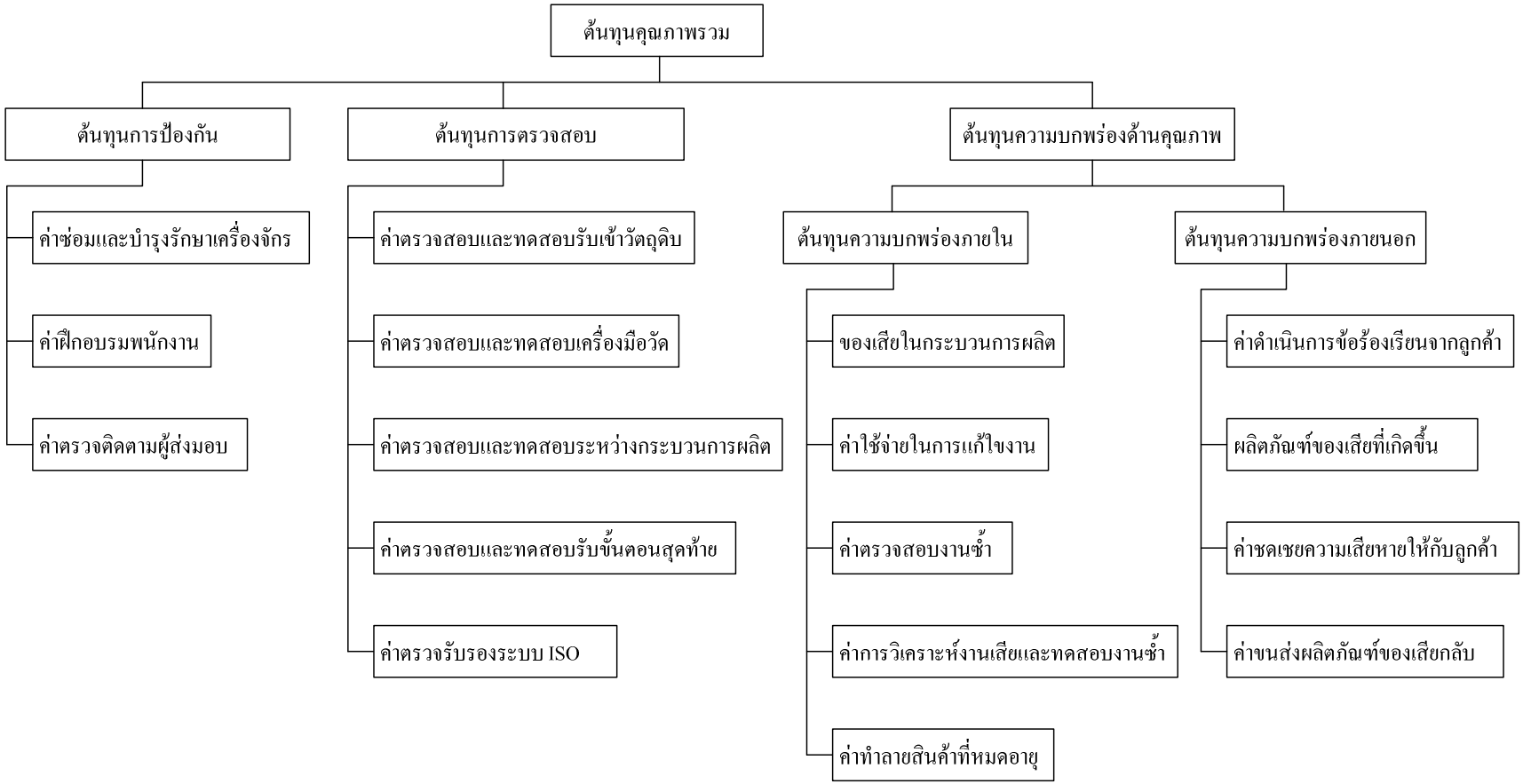
Mohandas, V.P. and Sankara, R.S. (2008). Cost of Quality Analysis: Driving Bottom-line Performance. International Journal of Strategic Cost Management.

Woon, K.C. (1998). Primer on Cost of Quality. Singapore Productivity and Standard Board.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ



ภาพที่ ก1 โครงสร้างของต้นทุนคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษา

ตารางที่ ก1 ตัวอย่างตารางต้นทุนคุณภาพตามกระบวนการผลิต

ปี พ.ศ.	เดือน/ รายการ	Prevention Cost	Appraisal Cost	Internal Failure Cost	External Failure Cost	Total COQ	Quality (Q)
2552	ม.ค.						
	ก.พ.						
	มี.ค.						
	เม.ย.						
	พ.ค.						
	มิ.ย.						
	ก.ค.						
	ส.ค.						
	ก.ย.						
	ต.ค.						
	พ.ย.						
	ธ.ค.						
2553	ม.ค.						
	ก.พ.						
	มี.ค.						
	เม.ย.						
	พ.ค.						
	มิ.ย.						
รวม							

ตารางที่ ก2 คำนิยามของตัวแปรต้นทุนคุณภาพ

ตัวแปร	ชื่อเต็ม	คำนิยามของตัวแปร
COQ	ต้นทุนคุณภาพรวม	ผลรวมของต้นทุนคุณภาพที่สอดคล้องตามความต้องการและต้นทุนคุณภาพที่ไม่สอดคล้องตามความต้องการ
P	ต้นทุนการป้องกัน	ต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียในการผลิตปะเก็นสำเร็จรูป
P1	ค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร	ต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตปะเก็นสำเร็จรูป
P2	ค่าฝึกอบรมพนักงาน	ต้นทุนที่เกิดจากการจัดเตรียมการจัดฝึกอบรมในหลักสูตรที่เกี่ยวกับคุณภาพ เพื่อยกศักยภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน
P3	ค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ	ต้นทุนที่เกิดจากการประเมินคุณภาพของผู้ส่งมอบ ทั้งในขั้นตอนของการคัดเลือก และการตรวจประเมินในระหว่างการจัดซื้อจากผู้ส่งมอบ
A	ต้นทุนการตรวจสอบ	ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ การประเมิน หรือการตรวจติดตามผลิตภัณฑ์ หรือบริการ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสอดคล้องกับมาตรฐาน หรือข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้น
A1	ค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า	ต้นทุนที่เกิดจากการประเมินคุณภาพของสินค้าที่จัดซื้อเข้ามา และจากการตรวจสอบการรับเข้า
A2	ค่าตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือวัด	ต้นทุนที่เกิดจากการสอบเทียบเครื่องวัดและเครื่องมือทดสอบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ ก2 คำนิยามของตัวแปรต้นทุนคุณภาพ (ต่อ)

ตัวแปร	ชื่อเต็ม	คำนิยามของตัวแปร
A3	ค่าการตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต	ต้นทุนที่เกิดจากการประเมินความสอดคล้องตามข้อกำหนดในระหว่างการผลิต
A4	ค่าการตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย	ต้นทุนที่เกิดจากการประเมินความสอดคล้องตามข้อกำหนดของเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์
A5	ค่าตรวจรับรองระบบ ISO	ต้นทุนที่เกิดจากการตรวจประเมินผลิตภัณฑ์ทั้งในระหว่างกระบวนการและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย
IF	ต้นทุนความบกพร่องภายใน	ต้นทุนที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพ หรือความบกพร่องที่ตรวจพบเจอก่อนที่จะมีการส่งมอบออกไป
IF1	ของเสียในกระบวนการผลิต	ต้นทุนจากแรงงาน วัสดุ และค่าโสหุ้ยของสินค้าที่เป็นของเสีย ซึ่งไม่สามารถนำมาซ่อมแซมได้
IF2	ค่าแก้ไขงาน	ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการที่ต้องมาแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของผู้ส่งมอบ
IF3	ค่าตรวจสอบงานซ้ำ	ต้นทุนที่เกิดจากการตรวจสอบซ้ำของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำซ้ำหรือซ่อมแซมแล้ว
IF4	ค่าการวิเคราะห์งานเสีย	ต้นทุนที่เกิดจากการวิเคราะห์งานและทดสอบซ้ำของและทดสอบซ้ำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแก้ไขหรือซ่อมแซมแล้ว
IF5	ค่าทำลายสินค้าที่หมดอายุ	ต้นทุนที่เกิดจากการตัดสินใจทำลายผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ หรือไม่สามารถนำไปขายหรือส่งมอบได้
EF	ต้นทุนความบกพร่องภายนอก	ต้นทุนที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งตรวจพบเจอภายหลังจากที่ผลิตภัณฑ์ถูกส่งมอบไปยังลูกค้าแล้ว

ตารางที่ ก2 คำนิยามของตัวแปรต้นทุนคุณภาพ (ต่อ)

ตัวแปร	ชื่อเต็ม	คำนิยามของตัวแปร
EF1	ค่าดำเนินการข้อร้องเรียนจากลูกค้า	ต้นทุนที่เกิดจากการค้นหาและการแก้ไขข้อร้องเรียนของลูกค้าทั้งที่เกิดกับผลิตภัณฑ์และในขณะทำการปฏิบัติงาน
EF2	ค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้น	ต้นทุนที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ของเสียที่พบโดยลูกค้า
EF3	ค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้า	ต้นทุนที่เกิดจากการชดใช้ค่าเสียหายหรือค่าเสียเวลาให้กับลูกค้าตามช่วงเวลาของการรับประกัน
EF4	ค่าขนส่งสินค้าของเสียกลับ	ต้นทุนที่เกิดจากขนส่งสินค้าของเสียกลับมาจากลูกค้า
F	ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพ	ต้นทุนที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพ หรือความบกพร่องที่ตรวจพบเจอก่อนที่จะมีการส่งมอบออกไป และต้นทุนที่เกิดจากความไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งตรวจพบเจอภายหลังจากที่ผลิตภัณฑ์ถูกส่งมอบไปยังลูกค้าแล้ว
Q	คุณภาพในการผลิต	ร้อยละการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ ก3 แสดงผลการวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ระหว่างคู่ของตัวแปร

	Q	P	A	IF	EF	F
Q						
P						
A						
IF						
EF						
F						

ตารางที่ ก4 ต้นทุนการป้องกันที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน (หน่วย: บาท)

ปี พ.ศ.	เดือน/ รายการ	ต้นทุนการป้องกัน(Prevention Cost: P)			รวม
		ค่าซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร (P1)	ค่าฝึกอบรมพนักงาน (P2)	ค่าตรวจติดตามผู้ส่งมอบ (P3)	
2552	ม.ค.	3,091,911	5,098	4,017	3,101,026
	ก.พ.	3,010,330	5,098	4,017	3,019,445
	มี.ค.	3,011,148	5,098	4,017	3,020,263
	เม.ย.	2,839,631	5,098	4,017	2,848,746
	พ.ค.	2,736,325	5,098	4,017	2,745,440
	มิ.ย.	3,048,259	5,098	4,017	3,057,374
	ก.ค.	2,974,113	5,097	4,017	2,983,227
	ส.ค.	3,073,151	5,097	4,017	3,082,265
	ก.ย.	2,966,103	5,097	4,017	2,975,217
	ต.ค.	2,986,807	5,097	4,017	2,995,921
	พ.ย.	2,882,523	5,097	4,017	2,891,637
	ธ.ค.	2,939,620	5,097	4,017	2,948,734
2553	ม.ค.	2,888,356	7,980	4,017	2,900,353
	ก.พ.	2,782,588	7,980	4,017	2,794,585
	มี.ค.	2,899,712	7,980	4,017	2,911,709
	เม.ย.	3,087,938	7,980	4,017	3,099,935
	พ.ค.	2,521,200	7,980	4,017	2,533,197
	มิ.ย.	2,701,666	7,980	4,017	2,713,663
รวม		52,441,381	109,050	72,306	52,622,737

ตารางที่ ก5 ต้นทุนการตรวจสอบที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน (หน่วย: บาท)

ปี พ.ศ.	เดือน/ รายการ	ต้นทุนการตรวจสอบ(Appraisal Cost: A)					รวม
		ค่าตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบรับเข้า (A1)	ค่าสอบเทียบเครื่องมือวัด (A2)	ค่าการตรวจสอบและทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต (A3)	ค่าการตรวจสอบและทดสอบขั้นตอนสุดท้าย (A4)	ค่าการตรวจรับรอง ISO (A5)	
2552	ม.ค.	79,176	2,778	118,908	102,456	6,944	310,262
	ก.พ.	61,381	2,778	165,490	99,456	6,944	336,049
	มี.ค.	66,263	2,778	168,723	101,567	6,944	346,275
	เม.ย.	78,396	2,778	209,989	101,367	6,944	399,474
	พ.ค.	74,130	2,778	138,655	101,668	6,944	324,175
	มิ.ย.	70,224	2,778	115,785	102,389	6,944	298,120
	ก.ค.	72,421	2,778	135,423	100,345	6,944	317,911
	ส.ค.	76,767	2,778	118,695	101,347	6,944	306,531
	ก.ย.	73,349	2,778	175,423	99,867	6,944	358,361
	ต.ค.	61,568	2,778	107,589	123,455	6,944	302,335
	พ.ย.	74,363	2,778	187,588	124,246	6,944	395,920
	ธ.ค.	66,132	2,778	155,423	99,787	6,944	331,064
2553	ม.ค.	76,010	2,778	127,345	124,378	6,944	337,455
	ก.พ.	70,893	2,778	177,893	123,456	6,944	381,964
	มี.ค.	64,857	2,778	100,899	102,311	6,944	277,789
	เม.ย.	55,455	2,778	109,758	102,768	6,944	277,703
	พ.ค.	36,148	2,778	105,423	101,469	6,944	252,762
	มิ.ย.	31,693	2,778	107,686	124,534	6,944	273,635
รวม		1,189,226	50,004	2,526,695	1,936,866	124,094	5,827,787

ตารางที่ ก6 ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายในที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน (หน่วย: บาท)

ปี พ.ศ.	เดือน/ รายการ	ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายใน(Internal Failure Cost: IF)					รวม
		ของเสียในกระบวนการผลิต (IF1)	ค่าแก้ไขงาน (IF2)	ค่าตรวจสอบงานซ้ำ (IF3)	ค่าวิเคราะห์งานเสียและการทดสอบซ้ำ (IF4)	ค่าทำลายสินค้าหมดอายุ (IF5)	
2552	ม.ค.	3,283,663	15,680	5,360	5,750	9,167	3,319,620
	ก.พ.	3,289,433	55,400	7,650	5,750	9,167	3,367,400
	มี.ค.	3,337,365	25,450	4,500	5,750	9,166	3,382,231
	เม.ย.	3,243,906	145,100	16,500	5,750	9,167	3,420,423
	พ.ค.	3,538,428	34,560	3,240	9,084	20,834	3,606,146
	มิ.ย.	3,285,493	13,500	6,450	5,750	9,167	3,320,360
	ก.ค.	3,364,401	33,450	2,550	9,083	20,833	3,430,317
	ส.ค.	2,967,194	256,760	32,500	9,084	20,834	3,286,372
	ก.ย.	3,044,447	43,050	3,500	9,083	20,833	3,120,913
	ต.ค.	3,294,965	21,480	2,380	4,175	4,167	3,327,167
	พ.ย.	3,289,848	98,760	10,550	4,175	4,167	3,407,500
	ธ.ค.	3,185,446	12,350	1,600	9,083	20,833	3,229,312
2553	ม.ค.	3,375,501	13,480	1,550	4,175	4,166	3,398,872
	ก.พ.	3,500,772	22,600	3,250	4,175	4,166	3,534,963
	มี.ค.	3,456,744	63,500	12,000	5,750	9,166	3,547,160
	เม.ย.	3,261,030	65,650	4,560	4,175	4,167	3,339,582
	พ.ค.	3,948,924	56,750	4,350	9,083	20,833	4,039,940
	มิ.ย.	3,709,657	34,520	3,460	4,175	4,167	3,755,979
รวม		60,377,218	1,012,040	125,950	114,050	205,000	61,834,258

ตารางที่ ก7 ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอกที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน (หน่วย: บาท)

ปี พ.ศ.	เดือน/ รายการ	ต้นทุนความบกพร่องคุณภาพภายนอก(External Failure Cost: EF)				รวม
		ค่าดำเนินการข้อเรียนของลูกค้า (EF1)	ค่าผลิตภัณฑ์ของเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียน (EF2)	ค่าชดเชยความเสียหายให้กับลูกค้า (EF3)	ค่าขนส่งสินค้าของเสียกลับจากลูกค้า (EF4)	
2552	ม.ค.	17,550	26,780	-	-	44,330
	ก.พ.	17,640	32,560	-	-	50,200
	มี.ค.	12,550	12,090	-	-	24,640
	เม.ย.	18,650	85,760	-	-	104,410
	พ.ค.	40,350	64,580	-	6,550	111,480
	มิ.ย.	35,500	61,740	-	-	97,240
	ก.ค.	13,250	23,160	-	4,500	40,910
	ส.ค.	35,420	54,710	3,560	5,350	99,040
	ก.ย.	21,130	294,510	-	2,500	318,140
	ต.ค.	63,090	80,970	-	-	144,060
	พ.ย.	16,570	57,880	-	-	74,450
	ธ.ค.	38,630	224,730	-	-	263,360
2553	ม.ค.	60,879	75,800	-	-	136,679
	ก.พ.	41,230	23,650	-	-	64,880
	มี.ค.	18,500	23,470	-	-	41,970
	เม.ย.	34,890	21,670	-	-	56,560
	พ.ค.	17,650	23,410	-	-	41,060
	มิ.ย.	14,370	43,565	-	-	57,935
รวม		517,849	1,231,035	3,560	18,900	1,771,344

ตารางที่ ก8 ยอดขาย ต้นทุนการผลิต ร้อยละของคุณภาพผลิตภัณฑ์ และต้นทุนคุณภาพโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป พ.ศ.2552~2553

ปี	เดือน	ยอดขาย (บาท)	ต้นทุนการผลิต (บาท)	Preventive Cost (บาท)	Appraisal Cost (บาท)	Internal Failure Cost (บาท)	External Failure Cost (บาท)	Failure Cost (บาท)	Total COQ (บาท)	Quality (%)
2552	ม.ค.	104,605,955	57,807,709	3,101,026	310,262	3,319,620	44,330	3,363,950	6,775,236	76.6
	ก.พ.	47,392,010	23,052,125	3,019,445	336,049	3,367,400	50,200	3,417,600	6,773,092	76.1
	มี.ค.	48,843,180	27,750,347	3,020,263	346,275	3,382,231	24,640	3,406,871	6,733,409	76.2
	เม.ย.	57,991,953	33,769,387	2,848,746	399,474	3,420,423	104,410	3,524,833	6,773,051	75.1
	พ.ค.	58,461,934	38,671,933	2,745,440	324,175	3,606,146	111,480	3,717,626	6,787,241	73.3
	มิ.ย.	69,168,499	33,507,441	3,057,374	298,120	3,320,360	97,240	3,417,600	6,773,094	76.1
	ก.ค.	65,885,683	43,955,024	2,983,227	317,911	3,430,317	40,910	3,471,227	6,772,365	75.6
	ส.ค.	75,350,638	57,734,024	3,082,265	306,531	3,286,372	99,040	3,385,412	6,774,208	76.4
	ก.ย.	73,609,009	44,655,066	2,975,217	358,361	3,120,913	318,140	3,439,053	6,772,632	75.9
	ต.ค.	74,906,385	46,072,702	2,995,921	302,334	3,327,167	144,060	3,471,227	6,769,483	75.6
	พ.ย.	62,625,295	33,713,052	2,891,637	395,919	3,407,500	74,450	3,481,950	6,769,507	75.5
	ธ.ค.	66,643,149	34,001,246	2,948,734	331,064	3,229,312	263,360	3,492,672	6,772,470	75.4
2553	ม.ค.	57,011,130	39,807,709	2,900,353	337,455	3,398,872	136,679	3,535,551	6,773,360	75.0
	ก.พ.	60,300,770	39,052,125	2,794,585	381,964	3,534,963	64,880	3,599,843	6,776,392	74.4
	มี.ค.	61,771,610	47,750,347	2,911,709	277,789	3,547,160	41,970	3,589,130	6,778,628	74.5
	เม.ย.	69,380,981	43,769,387	3,099,935	277,703	3,339,582	56,560	3,396,142	6,773,782	76.3
	พ.ค.	57,146,320	28,671,933	2,533,197	252,762	4,039,940	41,060	4,081,000	6,866,961	69.9
	มิ.ย.	66,874,650	43,507,441	2,713,663	273,635	3,755,979	57,935	3,813,914	6,801,214	72.4
รวม		1,177,969,150	717,248,998	52,622,737	5,827,783	61,834,258	1,771,344	63,605,602	122,056,121	

ตารางที่ ก9 ร้อยละของต้นทุนคุณภาพแต่ละตัวต่อยอดขายของโรงงานผลิตปะเก็นสำเร็จรูป พ.ศ.2552~2553

ปี	เดือน	ยอดขาย (บาท)	ต้นทุนการผลิต (บาท)	Preventive Cost (%)	Appraisal Cost (%)	Internal Failure Cost (%)	External Failure Cost (%)	Failure Cost (%)	Total COQ (%)	Quality (%)
2552	ม.ค.	104,605,955	57,807,709	2.96	0.30	3.17	0.04	3.22	6.48	76.6
	ก.พ.	47,392,010	23,052,125	6.37	0.71	7.11	0.11	7.21	14.29	76.1
	มี.ค.	48,843,180	27,750,347	6.18	0.71	6.92	0.05	6.98	13.87	76.2
	เม.ย.	57,991,953	33,769,387	4.91	0.69	5.90	0.18	6.08	11.68	75.1
	พ.ค.	58,461,934	38,671,933	4.70	0.55	6.17	0.19	6.36	11.61	73.3
	มิ.ย.	69,168,499	33,507,441	4.42	0.43	4.80	0.14	4.94	9.79	76.1
	ก.ค.	65,885,683	43,955,024	4.53	0.48	5.21	0.06	5.27	10.28	75.6
	ส.ค.	75,350,638	57,734,024	4.09	0.41	4.36	0.13	4.49	8.99	76.4
	ก.ย.	73,609,009	44,655,066	4.04	0.49	4.24	0.43	4.67	9.20	75.9
	ต.ค.	74,906,385	46,072,702	4.00	0.40	4.44	0.19	4.63	9.04	75.6
	พ.ย.	62,625,295	33,713,052	4.62	0.63	5.44	0.12	5.56	10.81	75.5
	ธ.ค.	66,643,149	34,001,246	4.42	0.50	4.85	0.40	5.24	10.16	75.4
2553	ม.ค.	57,011,130	39,807,709	5.09	0.59	5.96	0.24	6.20	11.88	75.0
	ก.พ.	60,300,770	39,052,125	4.63	0.63	5.86	0.11	5.97	11.24	74.4
	มี.ค.	61,771,610	47,750,347	4.71	0.45	5.74	0.07	5.81	10.97	74.5
	เม.ย.	69,380,981	43,769,387	4.47	0.40	4.81	0.08	4.89	9.76	76.3
	พ.ค.	57,146,320	28,671,933	4.43	0.44	7.07	0.07	7.14	12.01	69.9
	มิ.ย.	66,874,650	43,507,441	4.06	0.41	5.62	0.09	5.70	10.17	72.4
รวม		1,177,969,150	717,248,998	4.47	0.49	5.25	0.15	5.40	10.36	

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

Correlations: Q, P, A, IF, EF, F

	Q	P	A	IF	EF
P	0.964				
	0.000				
A	0.386	0.130			
	0.114	0.607			
IF	-0.922	-0.870	-0.422		
	0.000	0.000	0.081		
EF	0.173	0.107	0.263	-0.539	
	0.493	0.671	0.291	0.021	
F	-0.999	-0.969	-0.373	0.920	-0.167
	0.000	0.000	0.128	0.000	0.509

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Regression Analysis: COQ versus P, A, IF, EF

The regression equation is
COQ = 0.071 + 1.26 P + 2.02 A + 0.665 IF + 0.737 EF

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.0713	0.2307	0.31	0.762
P	1.2611	0.1008	12.51	0.000
A	2.0172	0.5363	3.76	0.002
IF	0.66531	0.05832	11.41	0.000
EF	0.7370	0.3349	2.20	0.046

S = 0.137853 R-Sq = 99.5% R-Sq(adj) = 99.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	54.640	13.660	718.82	0.000
Residual Error	13	0.247	0.019		
Total	17	54.887			

Source	DF	Seq SS
P	1	51.619
A	1	0.513
IF	1	2.416
EF	1	0.092

Durbin-Watson statistic = 2.10389

Regression Analysis: Q versus P, A, IF, EF

The regression equation is
Q = 76.2 + 2.89 P + 3.45 A - 2.90 IF - 3.03 EF

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	76.1926	0.2067	368.58	0.000
P	2.88945	0.09029	32.00	0.000
A	3.4467	0.4805	7.17	0.000
IF	-2.90286	0.05225	-55.56	0.000
EF	-3.0290	0.3000	-10.10	0.000

S = 0.123499 R-Sq = 99.6% R-Sq(adj) = 99.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	48.087	12.022	788.20	0.000
Residual Error	13	0.198	0.015		
Total	17	48.285			

Source	DF	Seq SS
P	1	0.151
A	1	0.059
IF	1	46.321
EF	1	1.555

Durbin-Watson statistic = 1.60234

Polynomial Regression Analysis: F versus Q

The regression equation is
F = 11321998 - 100459 Q - 44.80 Q**2

S = 5195.81   R-Sq = 99.9%   R-Sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	5.53312E+11	2.76656E+11	3.75989E+16	0.000
Error	15	1.10371E-04	7.35809E-06		
Total	17	5.53312E+11			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	5.53311E+11	21437888.37	0.000
Quadratic	1	4.12959E+05	5.61232E+10	0.000

Fitted Line: F versus Q

Polynomial Regression Analysis: P+A versus Q

The regression equation is
P+A = 11621497 - 327389 Q + 2875 Q**2

S = 5310.24 R-Sq = 99.9% R-Sq(adj) = 99.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	4.21620E+11	2.10810E+11	7475.90	0.000
Error	15	4.22980E+08	2.81986E+07		
Total	17	4.22043E+11			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	4.20027E+11	3333.38	0.000
Quadratic	1	1.59312E+09	56.50	0.000

Fitted Line: P+A versus Q

Residual Plots for P+A

Polynomial Regression Analysis: COQ versus Q

The regression equation is
COQ = 22943501 - 427849 Q + 2830 Q**2

S = 4359.99   R-Sq = 97.0%   R-Sq(adj) = 96.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	9146827777	4573413889	240.59	0.000
Error	15	285142360	19009491		
Total	17	9431970137			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	7241125369	52.88	0.000
Quadratic	1	1905702408	100.25	0.000

Fitted Line: COQ versus Q

Residual Plots for COQ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ –ชื่อสกุล นายสนธยา ทวีรัตน์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5210121078

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
วิทยาศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2543
สาขาวิชาคณิตศาสตร์	คณะวิทยาศาสตร์	

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง	**สถานที่ทำงาน**
ผู้ช่วยจัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ	บริษัท ไทยลีคเลส คอร์ปอเรชั่น จำกัด นิคมอุตสาหกรรมภาคใต้(ฉลุง) 9/8 หมู่ที่ 4 ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110