การปรับปรุงเวลาการทำงานโดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมา ในอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันโดยเฉพาะชนิดดีเอเรเตอร์

THE USE OF SIX SIGMA TECHNIQUES TO IMPROVE THE WORKING CYCLE TIME IN THE DEAERATOR PRESSURE VESSEL MANUFACTURING INDUSTRY

องอาจ แสนพินิจ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การปรับปรุงเวลาการทำงานโดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมา ในอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันโดยเฉพาะชนิดดีเอเรเตอร์

องอาจ แสนพินิจ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การปรับปรุงเวลาการทำงานโดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมา ในอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันโดยเฉพาะชนิดดีเอเรเตอร์ The Use of Six Sigma Techniques to Improve the Working Cycle Time in the Dearator Pressure Vessel Manufacturing Industry
ชื่อ - นามสกุล	นายองอาจ แสนพินิจ
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.
ปีการศึกษา	2559

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศุภกร พรหิรัญกุล, คอ.ด.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์อภิรดา สุทธิสานนท์, บธ.ม.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.)

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะบริหารธุรกิจ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นาถรพี ชัยมงคล, ปร.ด.)
วันที่ 5 เดือน มกราคม พ.ศ. 2560

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การปรับปรุงเวลาการทำงานโดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมา ในอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันโดยเฉพาะชนิดดีเอเรเตอร์
ชื่อ - นามสกุล	นายองอาจ แสนพินิจ
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมาเพื่อปรับปรุงเวลาการทำงานในอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ เป็นการพัฒนาขั้นตอนการทำงานเพื่อลดระยะเวลารวมของกระบวนการผลิต โดยเน้นไปที่กระบวนการประกอบและเชื่อมวิธี ซิกส์ ซิกมา นำมาใช้เพื่อลดหรือขจัดของเสียในกระบวนการผลิต

การใช้ value stream mapping แสดงให้เห็นถึงการไหลของกระบวนการผลิตโดยรวมทำให้สามารถระบุเวลาของแต่ละขั้นตอนการผลิต และเวลาที่สูญเสียไปของแต่ละกระบวนการเพื่อนำมาปรับปรุงเวลาการทำงานโดยรวม DMAIC (กำหนด-วัด-วิเคราะห์-ปรับปรุง-ควบคุม) เป็นวิธีการห้าขั้นตอนที่ทำให้เกิดแนวคิดในการค้นหาสาเหตุของปัญหา โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์จัดทำแผนการปรับปรุงและควบคุมขบวนการผลิต ทำให้สามารถปรับปรุงเวลาของกระบวนการผลิตโดยรวมได้ดีขึ้น

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า งานที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (Non-Value added) ลดลงต่ำกว่าค่าที่คาดการณ์ไว้ในธรรมนูญโครงการ (Project charter) ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อถังประมาณ 134,267 บาท เฉพาะในกระบวนการประกอบและเชื่อมเท่านั้น

คำสำคัญ : ซิกส์ ซิกมา การปรับปรุงเวลาการทำงาน การลดต้นทุน

Independent Study Title	The Use of Six Sigma Techniques to Improve the Working Cycle Time in the Deaerator Pressure Vessel Manufacturing Industry
Name - Surname	Mr. Ong-Art Sanpinit
Major Subject	Business Engineering Management
Independent Study Advisor	Assistant Professor Daranee Pimchangthong, D.B.A.
Academic Year	2016

ABSTRACT

This independent study aimed to implement the use of Six Sigma Techniques to improve the working cycle time in the deaerator pressure vessel manufacturing industry. The Six Sigma Techniques were applied to improve the working process in order to reduce or eliminate excessive waste in the production cycle especially in the fit up and welding process.

The use of the value stream mapping which showed the production work flow identified the time duration and also the time loss in each process. Therefore, this mapping could help improving the total working time. The Six Sigma DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) methodology was the five-phase strategy that led to the problem solving and process improvement. The researcher defined the causes of the problem by collecting information about the manufacturing processes. Then, the information was analyzed and the production process improvement plan was developed and implemented to improve the working cycle time.

The result of this study revealed that the production process improvement plan reduced the non-value added activities to less than the expected level in the project charter. The results further yielded to generate 134,267 THB savings per tank in the fit up and welding process.

Keywords: Six Sigma Techniques, working cycle time improvement, cost saving

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากการให้คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณท่านประธานกรรมการสอบ ท่านอาจารย์ ดร.ศุภกร พรหิรัญกุล กรรมการ รองศาสตราจารย์อภิรดา สุทธิสานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารณี พิมพ์ช่างทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าในครั้งนี้ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าคอยติดตามผลให้คำปรึกษาและคำแนะนำในระหว่างการดำเนินงาน ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดในระหว่างการจัดทำเพื่อให้การค้นคว้าฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงโดยการได้รับความร่วมมือจากเพื่อนร่วมงานและข้อมูลจากเครือข่ายของบริษัท ที่ช่วยทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องจากการรวบรวมข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการค้นคว้าเป็นอย่างมากและขอขอบคุณบุคลากรบัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดช่วงเวลาของการศึกษาและการทำการค้นคว้าอิสระ

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา แม้ว่าท่านจะล่วงลับไปแล้ว และคนในครอบครัวอีกทั้งเพื่อเป็นตัวอย่างให้ลูกได้เห็นว่าไม่มีใครแก่เกินเรียน รวมถึงครูอาจารย์ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ส่งผลให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีและเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไป

องอาจ แสนพินิจ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (4)
กิตติกรรมประกาศ ..... (5)
สารบัญ ..... (6)
สารบัญตาราง ..... (8)
สารบัญภาพ ..... (9)
บทที่ 1 บทนำ 11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 11
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 12
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 12
1.4 แผนการดำเนินการวิจัย 13
1.5 คำจำกัดความในการวิจัย 13
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.1 วิวัฒนาการซิกส์ ซิกมา 15
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพตามวิธีการของซิกส์ ซิกมา 17
2.3 ขั้นตอนของกระบวนการ MDAIC 19
2.4 การทบทวนวรรณกรรม 29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 32
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 32
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 33
3.3 การเก็บและรวบรวมข้อมูล 34
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 34
3.5 สำรวจสถานการณ์ปัจจุบัน 35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 44

4.1 กำหนดปัญหาที่จะต้องปรับปรุง (Define Phase) 44

4.2 ขั้นตอนการวัดกระบวนการ (Measure Phase) 50

4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ของกระบวนการผลิต (Analysis Phase) 54

4.4 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Improve Phase) 60

4.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต (Control Phase) 68

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 73

5.1 สรุปผลการวิจัย 73

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย 74

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย 75

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต 75

บรรณานุกรม 76

ภาคผนวก 78

ภาคผนวก ก ใบรับรองมาตรฐาน (Certificated) 79

ภาคผนวก ข ประมวลรูปภาพของกระบวนการผลิต 84

ประวัติผู้เขียน 95

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ภาพรวมของขั้นตอน DMAIC 18
ตารางที่ 2.2 รูปแบบของSIPOC ของการผลิตถังแรงดันทั่วไป 21
ตารางที่ 2.3 ตารางเสียงของลูกค้า (Voice of Customer) 22
ตารางที่ 2.4 แสดงค่าการตีความค่า Cp 25
ตารางที่ 2.5 แสดงค่าข้อปกพร่องต่อล้านโอกาส (DPMO) 25
ตารางที่ 2.6 ตารางการทำ FMEA ในกระบวนการทำถังแรงดันทั่วไป 27
ตารางที่ 3.1 แสดงเครื่องมือที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ 33
ตารางที่ 3.2 แสดงความหมายและคำจำกัดความของ Process VA & NVA 37
ตารางที่ 3.3 รวมชั่วโมงทำงานแต่ละกระบวนการ 39
ตารางที่ 3.4 สรุปค่าใช้จ่ายที่เกิดจากกระบวนการ NVA และความหมายของ W*n* 40
ตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อถัง 43
ตารางที่ 4.1 แสดง Activities ที่เป็น VA & NVA 48
ตารางที่ 4.2 แสดง Cause & Effect Matrix ของ NVA time ในกระบวนการ Assembly 56
ตารางที่ 4.3 แสดง Cause & Effect Matrix ของ NVA time ในกระบวนการ Weld 59
ตารางที่ 4.4 แสดง Solution Desirability Matrix ของกระบวนการ Assembly 61
ตารางที่ 4.5 แสดง Solution Desirability Matrix ของกระบวนการ Weld 63

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 Gantt Chart DMAIC Cycle ของผลิตภัณฑ์ถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ 12
ภาพที่ 2.1 ธรรมนูญโครงการ (Project Charter) 20
ภาพที่ 2.2 แผนผังและแผนภูมิการผลิตถังแรงดันโดยทั่วไป 23
ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของ Control Chart แบบ $\bar{x}$ -R Chart 24
ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) 26
ภาพที่ 2.5 ผังก้างปลาในการผลิตถังแรงดันสูงทั่วไป 28
ภาพที่ 2.6 แสดงกระบวนการของ DOE 29
ภาพที่ 3.1 แบบทั่วไปของถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์ 35
ภาพที่ 3.2 แสดงกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์ 36
ภาพที่ 3.3 แสดงผล Pareto Chart ของกระบวนการผลิตปกติ 41
ภาพที่ 3.4 แสดงผล Pareto Chart ของกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิด NVA 42
ภาพที่ 4.1 Project Charter 45
ภาพที่ 4.2 High Level process Map (SIPOC) 46
ภาพที่ 4.3 แสดง Top-Down ของกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ 47
ภาพที่ 4.4 แสดง Value Steam Mapping ของกระบวนการ 50
ภาพที่ 4.5 แสดงผังก้างปลาของ NVA ในแต่ละกระบวนการ 50
ภาพที่ 4.6 Pareto Chart แสดงค่า NVA ของกระบวนการ Assembly 51
ภาพที่ 4.7 Pareto Chart แสดงค่า NVA ของกระบวนการ Weld 52
ภาพที่ 4.8 ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรายงานประจำวัน 53
ภาพที่ 4.9 แสดงค่า P-value ของข้อมูล 54
ภาพที่ 4.10 แผนผังก้างปลาแสดง Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Assembly 55
ภาพที่ 4.11 แสดง Pareto chart Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Assembly 57
ภาพที่ 4.12 แผนผังก้างปลาแสดง Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Weld 58
ภาพที่ 4.13 แสดง Pareto chart Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Weld 60
ภาพที่ 4.14 แสดง Implement Pareto chart ของกระบวนการ Assembly 62
ภาพที่ 4.15 แสดง Implement Pareto chart ของกระบวนการ Weld 63

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.16 แสดงการแก้ปัญหา Root Cause ของกระบวนการ Assembly 65
ภาพที่ 4.17 แสดงการแก้ปัญหา Root Cause ของกระบวนการ Weld 66
ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบเวลา NVA ของ Assembly & Weld ก่อนและหลังการปรับปรุง 67
ภาพที่ 4.19 เปรียบเทียบ Cost NVA ของ Assembly & Weld ก่อนและหลังการปรับปรุง 68
ภาพที่ 4.20 แสดง Control Plan ในการควบคุม Assembly NVA Cycle time 69
ภาพที่ 4.21 แสดง Control Plan ในการควบคุม Weld NVA Cycle time 70
ภาพที่ 4.22 แสดง Inspection and Test Plan ของกระบวนการผลิต 71
ภาพที่ 4.23 แสดง Xbar-R Chart ความน่าเชื่อถือของข้อมูล 72
ภาพที่ 4.24 แสดงผลรวมของ Xbar-R Chart..... 72
ภาพที่ 5.1 เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง 74

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแข่งขันในธุรกิจปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดัน (Pressure Vessel) ซึ่งเป็นงานที่ผลิตตามคำสั่งและความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ ไม่มีแบบที่ตายตัวขึ้นอยู่กับกระบวนการของอุตสาหกรรมการผลิตว่าเป็นโรงงานผลิตอะไร ส่วนใหญ่จะเป็นอุตสาหกรรม แก๊สกับน้ำมัน อุตสาหกรรมปิโตรเลียม และโรงไฟฟ้า ซึ่งการผลิตจะสัมพันธ์กับแผนการในการก่อสร้างโรงงานใหม่ในอุตสาหกรรมนั้น ๆ ถังแรงดันก็เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ประกอบของกระบวนการเพื่อป้อนให้กับการก่อสร้างโรงงานใหม่ เวลาในการเริ่มเดินเครื่องของโรงงานเปิดใหม่จึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งยวดเพราะหมายถึงรายได้ที่เข้ามาเร็วตามแผน แต่ถ้าเวลาในการเริ่มเดินเครื่องช้าหรือยืดออกไปนั้นหมายถึงโอกาสของรายได้ก็ช้าหรือน้อยลง ฉะนั้นผู้ผลิตในอุตสาหกรรมถังแรงดันจึงต้องส่งมอบสินค้าในเวลาและคุณภาพที่กำหนดให้ได้ เพื่อให้ชื่อเสียงเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมต่อไป

บริษัทยูนิมิตก็เป็นหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันเช่นกัน ได้พยายามที่จะพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพและระยะเวลาที่กำหนดหรือเร็วกว่า ที่ผ่านมาการควบคุมการผลิตเป็นไปตามระบบควบคุมคุณภาพ (ISO9001) และมาตรฐานตาม ASME Sec VIII (American Society of Mechanical Engineers) เท่านั้น แต่เพื่อให้ได้มาซึ่งเวลาและคุณภาพในการผลิตนั้นกลับต้องเสียค่าใช้จ่ายที่มากกว่าที่ควรจะเป็นเนื่องจากต้องเสียเวลาในการซ่อมหรือทำใหม่เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด มีวิธีใดบ้างที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อลดเวลา เพิ่มคุณภาพและทำให้ต้นทุนลดลงกว่าในปัจจุบัน บริษัทได้ศึกษาเทคนิคการควบคุมหลายอย่าง เช่น Lean Manufacture, Total Quality Management และอื่น ๆ แต่เทคนิคซิกส์ ซิกมาน่าจะเหมาะสมและดีที่สุด

เทคนิคซิกส์ ซิกมา (Six Sigma)หรือ 6δ เป็นกระบวนการที่ใช้ในระดับโลก และบริษัทชั้นนำทั่วโลกนำมาใช้และได้ผลในการลดต้นทุนและลดของเสีย (waste) ในหลักพันล้าน รวมทั้งบริษัทในแถบเอเชีย เช่นบริษัท Doosan Heavy industrial, Dow Chemical และ TATA Steel ก็ประสบผลสำเร็จจากการใช้กระบวนการนี้ (Antony, Banuelas & Kumar, 2006) สาเหตุที่เลือกวิธีการนี้เพราะเทคนิค ซิกส์ ซิกมา เป็นมากกว่าโปรแกรมการปรับปรุงกระบวนการแต่อยู่บนพื้นฐานของแนวคิดที่มุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง มีการใช้กระบวนการทางสถิติ เพื่อลดหรือจำกัดจำนวน

ข้อบกพร่องให้น้อยกว่า 3.4 ข้อบกพร่องต่อล้าน ดังนั้นการศึกษาเรื่องนี้จึงใช้เทคนิคซิกส์ซิกมา เพื่อลดเวลา เพิ่มคุณภาพและลดต้นทุนในการผลิตถังแรงดัน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อลดคาบเวลาของกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์

1.2.2 เพื่อลดต้นทุนที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่ด้อยคุณภาพ (Cost of Poor Quality หรือ CoPQ) ของผลิตภัณฑ์ถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การศึกษาครั้งนี้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ ที่สามารถทนแรงดันภายในได้ 12 บาร์ และทนอุณหภูมิได้ 215 องศาเซลเซียส

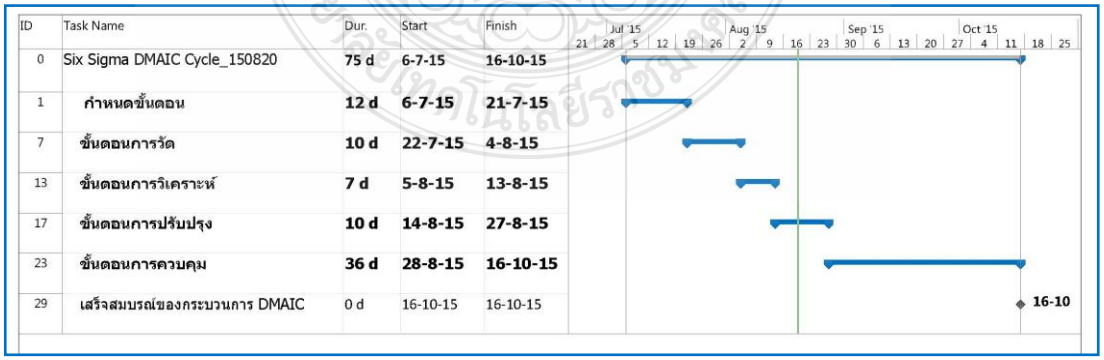
1.3.2 ศึกษาเวลาของกระบวนการผลิตเริ่มจาก layout & Cut, Rolling & Forming, Parts Prepare, Assembly, Weld, Hydro test, blast & Paint จนถึง Packing โดยนำมาเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

1.3.3 ตัวชี้วัดความสำเร็จของการปรับปรุง คือเวลาในกระบวนการผลิตต้องลดลง และต้นทุนการผลิตต้องต่ำลง

1.3.4 ระยะเวลาการวิจัย จะเริ่มจาก ต้นเดือน กรกฎาคม 2558 ถึง สิ้นเดือน ตุลาคม 2558

1.4 แผนการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการของซิกส์ ซิกมาและกระบวนการ DMAIC ดังรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 Gantt Chart DMAIC Cycle ของการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย

คำจำกัดความ	ความหมาย
Pressure Vessel	ตาม ASME Code Sec VIII Div. 1 The vessel with maximum allowable working pressure (MAWP) Higher than 15 psi Not Water Vessel up to 300psi or 210°F
Deaerator	ถังแรงดันที่ใช้ในการแยกออกซิเจนและสารอื่นที่ละลายในน้ำ เพื่อใช้ในกระบวนการส่งน้ำร้อนเพื่อการผลิตไอน้ำ (Steam-Generating Boilers.)
LAY OUT & CUTS	การจัดวางแผ่นเหล็กเพื่อที่จะทำการตัดตามแบบ cutting plan มีทั้งตัดแบบใช้คนตัดและเครื่องจักรCNCตัด
FORMING & ROLLING	คือการนำเอาแผ่นเหล็กที่ตัดตามแบบมาม้วนให้ได้ขนาดตามแบบ ส่วนที่เป็นหัวนำไปทำ Forming โดยการกดย้ำให้ได้รูปทรงแล้วนำไป Spinning (ปั่นให้ได้ รัศมีที่ต้องการ)
PARTS PREPARE	การเตรียมชิ้นงานที่เป็นส่วนประกอบของถังทั้งภายนอกและภายใน
ASSEMBLY	การนำเอาชิ้นงานที่เตรียมไว้มาประกอบกันให้เป็นตัวถัง(Shell) และส่วนประกอบภายในที่ได้จากการเตรียม Parts
WELD	เป็นขั้นตอนงานเชื่อมต่อจากงานประกอบในแต่ละส่วนโดยใช้ทั้งเครื่องเชื่อมที่เป็น ออโตเมติกและใช้มือคนเชื่อม มีหลาย Process, ที่ใช้มี SAW (Submerged Arc Welding), FCAW (Flux Cored Arc Welding), SMAW (Shielded Metal Arc Welding), GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) เป็นต้น
PWHT & HYDRO TEST	PWHT (Post Weld heat treatment) เป็นการนำเอาถังทั้งลูกเข้าไปอบในเตาอบที่มีขนาดใหญ่ที่ความร้อน $610 \pm 15^{\circ}C$ เป็นเวลา 6 ชม. เพื่อคลายความเครียดของเหล็ก หลังจากที่ผ่านกระบวนการเชื่อม ปล่อยให้เย็นแล้วนำมาทำการทดสอบแรงดันด้วยน้ำอย่างน้อย 1.3 เท่าของแรงดันขณะใช้งานสูงสุด (Maximum Allowable Working Pressure-MAWP)

คำจำกัดความ	ความหมาย
BLAST & PAINT	เป็นขั้นตอนการทำสีโดยการพ่นเม็ดกริด (Grit) ที่เป็นโลหะเพื่อล้างคราบปนเปื้อน, คราบหรือกากสนิมออก จากนั้นทำการพ่นสีรองพื้น, สีชั้นที่สองและชั้นสุดท้ายโดยวัดค่าความหนาสีทุกชั้น
PACKING	เป็นการบรรจุหีบห่ออะไหล่ของผลิตภัณฑ์และตัวถังแรงดัน
NDE (Non Destructive Test)	เป็นการตรวจสอบคุณภาพแบบไม่ทำลาย เช่น x-ray, MT (Magnetic Particle Test) หรือ PT (Penetrant Testing)
CoPQ (Cost of Poor Quality)	เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการทำงานที่ด้อยคุณภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม
NVA (Non-Value Added)	กิจกรรมที่ไม่ก่อประโยชน์ หรือรายได้ หรือกิจกรรมที่ลูกค้าไม่ต้องการจ่าย
ITP (Inspection and Test Plan)	แผนการตรวจสอบและทดสอบผลิตภัณฑ์

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 เวลาการทำงานในกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ลดลงจากเดิม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นในลักษณะคล้าย ๆ กัน

1.6.2 ต้นทุนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ลดลงจากเดิม

1.6.3 สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าในเรื่องเวลา คุณภาพ และราคา

1.6.4 ช่วยให้บริษัทได้พัฒนาต่อยอดในเรื่อง การลดเวลาและต้นทุนในผลิตภัณฑ์อื่น ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมาในการการปรับปรุงชั่วโมงการทำงาน ในอุตสาหกรรมการผลิตถังแรงดันโดยเฉพาะถังดีเอเรเตอร์กรณีศึกษาบริษัทยูนิมิต เอนจิเนียริ่ง จำกัดมหาชน มีแนวคิดและทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีเนื้อหาดังนี้

2.1 วิวัฒนาการของซิกส์ ซิกมา

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพตามวิธีของซิกส์ ซิกมา

2.3 ขั้นตอนการกระบวนการ DMAIC

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิวัฒนาการของซิกส์ ซิกมา

Fredrick Taylor, Walter Shewhart และ Henry Ford มีบทบาทอย่างมากในวิวัฒนาการของซิกส์ ซิกมา แต่ในต้นศตวรรษที่ยี่สิบ Bill Smith รองประธานและผู้จัดการอาวุโสด้านรับประกันคุณภาพของบริษัทโมโตโรล่าได้รับการยกย่องอย่างกว้างขวางว่าเป็นบิดาของ ซิกส์ ซิกมา (Shina, 2002, p. 2) ช่วงระหว่างปี ค.ศ.1900-1920, Fredrick Taylor ได้แบ่งกลุ่มงานใหญ่ ๆ ให้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้งานต่อการควบคุม ในเวลาต่อมารู้จักกันดีว่าเป็น การบริหารแบบวิทยาศาสตร์ (Bartels, 2003, pp. 5-6) Henry Ford ใช้หลักการสื่อย่างเพื่อทำให้ราคาขายของรถไม่แพงและเป็นที่ต้องการของลูกค้า นั้นคือ ความคล่องตัวของกระบวนการผลิตที่ไม่ติดขัด (continuous flow), การทดแทนของชิ้นส่วนซึ่งกันและกัน, การแบ่งส่วนงานกัน และการพยายามลดของเสียให้น้อยลง (Bartels, 2003, p. 6) ต่อมา Walter Shewhart เป็นผู้ริเริ่มการใช้ แผนภูมิในการควบคุม (control chart)ในปี 1924 ต่อมารู้จักกันแพร่หลายในชื่อ การควบคุมโดยกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) โดยการใช้วิธีการทางสถิติเพื่อวัดปริมาณของคุณภาพและความแปรปรวนของกระบวนการ (Bartels, 2003, p. 6)

Bertels (2003, pp. 6-7) อธิบายถึงวิวัฒนาการของการควบคุมคุณภาพโดยเริ่มต้นที่ Deming ทำการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการของ 'Plan-Do-Check-Act' หรือ PDCA ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาปรับปรุงในระดับสากล ต่อมา Juran พัฒนาระบบคุณภาพทั้งสาม (Quality Trilogy) ประกอบด้วย การวางแผนด้านคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ และการปรับปรุงคุณภาพ ส่วน Feigenbaum ผู้ริเริ่ม "การควบคุมคุณภาพโดยรวม" (Total Quality Control) ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ลูกค้าพึงพอใจและมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ และการบริการที่ออกมาคุ้มค่ากับราคาที่จ่ายไป

ระหว่างปี ค.ศ. 1960 และปี ค.ศ. 1980 ญี่ปุ่นได้มีการปฏิวัติด้านคุณภาพ โดยให้ความสำคัญกับบุคลากรทุกคนในองค์กรนั้น มีการจัดโปรแกรมการฝึกอบรมเกี่ยวกับคุณภาพ และในแต่ละปีก็จะมีการเปิดสอนให้ความรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพให้พนักงานเกือบทั้งหมดโดยไม่ได้พิจารณาว่าใครหรืออยู่แผนกไหน

องค์กรที่ปฏิบัติงานแบบคล่องตัวจะมีการใช้รูปแบบของ ซิกส์ ซิกมา และนำไปสู่การปฏิบัติจริง แนวคิดของ ซิกส์ ซิกมา เป็นการบริหารจัดการกับทุกกิจกรรมทุก ๆ วัน มีการปรับปรุงที่ชัดเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน และให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ (Pande, Neuman, and Cavanagh, 2000, p. xi)

ซิกส์ ซิกมา โดยทั่วไปใช้ความจริงเป็นตัวผลักดัน การใช้สถิติ ระเบียบการและการติดตามเพื่อขจัดข้อบกพร่อง เพื่อเป็นตัวนำทางให้กระบวนการมีความสมบูรณ์แบบ เป็นระบบที่หลากหลายทำให้เป็นสามารถเป็นผู้นำทางธุรกิจได้ ซิกส์ ซิกมาไม่ทำงานบนพื้นฐานของกลยุทธ์เดียวหรือทฤษฎีเดียว แต่มันขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่ได้ของกลยุทธ์และใช้ในหลายศตวรรษที่ผ่านมา รวมทั้งความคิดแนวคิดใหม่ ๆ ของผู้บริหาร ซึ่งนำไปสู่วิธีการในวันนี้. ไม่มีความหมายที่เป็นหนึ่งเดียวสำหรับ ซิกส์ ซิกมา มันเป็นตัวชี้วัดทางสถิติของประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานที่สมบูรณ์แบบ เป็นระบบการจัดการเพื่อให้บรรลุความเป็นผู้นำทางธุรกิจและผลการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้นในระยะยาว (Pande, Neuman, and Cavanagh, 2000, p. xi)

ซิกส์ ซิกมา เป็นการบริหารจัดการในสถานประกอบการที่แม่นยำ มีการควบคุมอย่างใกล้ชิด ผลสุดท้ายในความเป็นจริงก็คือการทำให้มีผลกำไรเพิ่มมากขึ้น โดยผ่านการปรับปรุงกระบวนการและการออกแบบโครงการ โครงการเหล่านี้จะถูกเลือกโดยผู้บริหารระดับสูง นำโดยผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรระดับสูงอย่าง ซิกส์ ซิกมา black belt หรือ Master Black Belt ที่มีความตั้งใจที่จะสร้างกระบวนการที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์และบริการที่สอดคล้องกับสิ่งที่ลูกค้าต้องการได้ (Bartels, 2003, p. 3)

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นที่ชัดเจนว่าความมุ่งมั่นของผู้บริหารซึ่งทำหน้าที่เป็นแรงผลักดันสำหรับการพัฒนาและการปรับปรุงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเดินทางไปสู่ความสำเร็จของการนำวิธีการซิกส์ ซิกมามาใช้, ในแง่ทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไป ซิกส์ ซิกมา คือความสัมพันธ์ของตัวแปรของกระบวนการผลิตและข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ในแง่ของสถิติก็หมายความว่าไม่เกิน 3.4 DPMO (Defects Per Million Opportunities) (ข้อบกพร่องต่อล้านโอกาส) เป็นไปได้เมื่อกระบวนการ

อยู่ในระดับที่ 6σของผลการดำเนินงาน ข้อบกพร่องสามารถกำหนดจากคุณลักษณะของวิธีการวัดหรือผลลัพธ์ที่ไม่ได้อยู่ในระดับที่สอดคล้องกับข้อกำหนด (Adams, Gupta , and Willson, 2003, p. 9)

ปัจจัยสำคัญที่จำเป็นสำหรับองค์กรที่จะบรรลุระดับคุณภาพของ ซิกส์ ซิกมา ประกอบด้วย การให้ความจริงใจกับลูกค้า บริหารงานด้วยข้อมูลและความจริง การมุ่งเน้นกระบวนการ มีการบริหารงานเชิงรุก มีความร่วมมือของแต่ละกลุ่มที่ดี (ไม่ปิดกั้นกลุ่มเฉพาะกลุ่ม) และมุ่งสู่ความเป็นเลิศ (อดทนต่อความล้มเหลว) (Pande and Holpp, 2002, pp. 14-16)

Pande and Holpp (2002, pp. 2-3) สรุปว่า ซิกส์ ซิกมา เป็นวิธีการที่ชาญฉลาดในการบริหารธุรกิจ โดยการมองว่าลูกค้าต้องมาก่อน โดยการใช้ ความจริง และข้อมูลเป็นตัวชี้นำในการหาวิธีการที่ดีที่สุดซิกส์ ซิกมามุ่งเป้าหมาย สามชนิดหลัก ๆ ไปที่

1. การปรับปรุงความพึงพอใจของลูกค้า (Improving customer satisfaction)
2. ลดรอบเวลา (Reducing cycle time)
3. การลดข้อบกพร่อง (Reducing defects)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพตามวิธีของซิกส์ ซิกมา

เครื่องมือของซิกส์ ซิกมา ส่วนใหญ่มักใช้ภายในรูปแบบการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานที่เรียบง่ายเป็นที่รู้จักกัน กำหนด-วัด-วิเคราะห์-ปรับปรุง-ควบคุม หรือ DMAIC และได้สรุปไว้ใน ตารางที่ 2.1 DMAIC จะใช้เมื่อกำหนดเป้าหมายของโครงการ สามารถทำได้โดยการปรับปรุงกระบวนการ ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีอยู่แล้ว (Pyzdek, 2003, p. 237)

ตารางที่ 2.1 ภาพรวมของ DMAIC

ขั้นตอน	ภาพรวมความต้องการ
Define-กำหนด:	กำหนดเป้าหมายของกิจกรรมการปรับปรุงเป้าหมายที่สำคัญที่สุดจะได้รับจากลูกค้า ที่ระดับบนสุดเป้าหมายจะเป็นวัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์ขององค์กรเช่นความจงรักภักดีของลูกค้ามากขึ้น ผลตอบแทนการลงทุนที่สูงขึ้นหรือส่วนแบ่งการตลาดที่เพิ่มขึ้นหรือพึงพอใจของพนักงานมากขึ้น ในระดับการดำเนินงานเป้าหมายอาจจะมีการเพิ่มขึ้นผ่านการใส่ของภาคการผลิต ที่เป้าหมายระดับโครงการอาจจะมีการลดระดับข้อบกพร่องและเพิ่มขึ้นผ่านการวางขั้นตอนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เป้าหมายได้รับจากการสื่อสารโดยตรงกับลูกค้าผู้ถือหุ้นและพนักงานของบริษัท
Measure-วัด:	วัดระบบที่มีอยู่ กำหนดตัวชี้วัดที่ถูกต้องและเชื่อถือได้เพื่อช่วยติดตามความคืบหน้าไปสู่เป้าหมาย ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้
Analysis-วิเคราะห์:	วิเคราะห์ระบบเพื่อที่จะหาวิธีกำจัดช่องว่างระหว่างการดำเนินงานปัจจุบันของระบบหรือกระบวนการและเป้าหมายที่ต้องการ เริ่มต้นด้วยการกำหนดเส้นฐานในปัจจุบัน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจและบรรยายจะช่วยให้คุณเข้าใจข้อมูล ใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์
Improve-ปรับปรุง:	ปรับปรุงระบบให้คิดแบบสร้างสรรค์ในการหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะทำสิ่งที่ดีกว่าราคาถูกกว่าหรือเร็วกว่า ใช้การบริหารจัดการโครงการและการวางแผนอื่น ๆ และเครื่องมือในการจัดการที่จะใช้วิธีการใหม่ ใช้วิธีการทางสถิติในการตรวจสอบการปรับปรุง
Control-ควบคุม:	ควบคุมระบบใหม่ สถาปนาระบบให้ดีขึ้นโดยการปรับเปลี่ยนระบบค่าตอบแทนและสิ่งจูงใจ นโยบาย ขั้นตอนการทำงาน MRP (วางแผนความต้องการวัสดุ) งบประมาณ คู่มือการใช้งานและระบบการจัดการอื่น ๆ อาจจะใช้มาตรฐานเช่น ISO9000 เพื่อให้มั่นใจว่าเอกสารที่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือทางสถิติในการตรวจสอบความมั่นคงของระบบใหม่

(Pyzdek, 2003, p. 238)

2.3 ขั้นตอนของกระบวนการ DMAIC

2.3.1 Define-วัตถุประสงค์ของการกำหนดขอบเขตปัญหาของขั้นตอน DMAIC คือการระบุความเป็นไปได้ของโครงการ และโครงการที่เลือกต้องมีความสำคัญต่อลูกค้า (เสียงของลูกค้า, VOC) และมีความสำคัญในการดำเนินธุรกิจผู้มีส่วนได้เสียที่ทำงานในกระบวนการ ลูกค้าปลายทางจำเป็นต้องเห็นด้วยกับประโยชน์ที่เกิดขึ้นของโครงการ เครื่องมือในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย Project Charter, SIPOC, และ VOC ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1.1 กิจกรรมแรกของการกำหนดขอบเขต โดยใช้ธรรมนูญของโครงการ (Project Charter) มีองค์ประกอบอย่างน้อยดังนี้ ภาพที่ 2.1 เป็นตัวอย่างของ Project Charter

1. ขอบเขตของงานหรือโครงการที่จะทำ (Project Scope)
2. ขั้นตอนการทำงาน (Process) ที่กำหนดเป้าหมายสำหรับโครงการนี้
3. วัตถุประสงค์ (Objective) ระบุปัญหารายละเอียดของปัญหา
4. ผลสรุปทางธุรกิจ (Business Result) โครงการที่จะทำนี้ประหยัดได้มากหรือได้น้อยเท่าไหร่
5. ประโยชน์ที่ได้รับ (Benefits) นอกเหนือจากการประหยัดค่าใช้จ่าย ได้ผลประโยชน์อะไรเกิดขึ้นจากโครงการ
6. ตารางเวลาการทำงาน (Schedule) ระบุเวลาเริ่ม และแล้วเสร็จ

Project Leader	Ongh-Art S.	***Deployment Champion***	นาย อรรถพร อ่ำขวัญยืน
Start Date	1-Oct-2013	***Target Completion Date***	12-Feb-2014

Element	Description	Team Charter
1. Project Scope:	Describe the project scope	To reduce production man-hours for pressure vessels
2. Process:	The process that will be targeted by this project.	This process focus on DEAERATOR Vessel only as pilot's process of Six Sigma.
3. Objective: (Problem Statement) *The Factory Mngr. expects to reduce working man-hours for Product DEAERATOR to 0.18Mhrs/Kg, current process is operating at 0.29Mhrs/Kg. This reducing process began next order from STORK at Production 2.*		Metric: Mhrs/Kg; Baseline: 0.29 Mhrs/Kg; Goal: 0.18 Mhrs/Kg
4. Business results: (in dollars if possible)	What are the projected cost savings – provide both "hard" savings, "soft" savings.	If we reduce production hours/kg as a plan, we'll saving cost of production/kg as below details:-
5. Benefits	In addition to the cost savings, describe the potential benefits from this project.	Increasing efficiency of production and reduce waiting time for each division, energy saving, etc.
7. Team members:	List the names and job responsibilities of the members of your team.	▪ นาย อรรถพร อ่ำขวัญยืน Master Black Belt ▪ นาย ดิเรก สวัสดิ์ตรงณ์ Black Belt ▪ นาย องอาจ แสนพินิจ Green Belt ▪ นาย ดุษฎี ศรีสว่างสุข Team Member ▪ นาย เอกสิทธิ์ เมษะมาน Team Member
8. Schedule:	Define the goals for the key milestones/dates.	Measure Review: See Project Schedule attached Analyze Review: See Project Schedule attached Improve Review: See Project Schedule attached Control Review: See Project Schedule attached Project Complete: See Project Schedule attached
9. Support required:	Do you anticipate the need for any special capabilities, hardware, trials, etc?	N/A

Cost/hrs	Kg	Hrs/kg	M-hrs	Cost
120	100,000	0.29	29,000	3,480,000
120	100,000	0.18	18,000	2,160,000
			Cost Saving	1,320,000

ภาพที่ 2.1 ธรรมนูญโครงการ (Project Charter)

2.3.1.2 กิจกรรมอย่างที่สองของการกำหนดขอบเขตใช้ High Level Process Map, ที่เรียกว่า SIPOC (**S**upplier-**I**nput-**P**rocess-**O**utput-**C**ustomer) ได้มาจาก

1. เขียนขั้นตอนการทำงานโดยสรุปเป็นลำดับโดยเริ่มที่ กระบวนการก่อน (**P**rocess ช่องที่ 3) โดยขั้นตอนนี้เอามาจาก กระบวนการทำงาน และแผนภูมิการทำงาน (Process Map & Process Flow Chart) จากตัวอย่าง ภาพที่ 2.2 เริ่มจาก

2. ระดมความคิดและจัดลำดับความสำคัญของลูกค้าตามขั้นตอนของกระบวนการผลิต ยกตัวอย่างในขั้นตอนแรกคือ ร่างแบบ/ตัด ความสำคัญที่ลูกค้าต้องการคือ ขั้นตอน กระบวนการผลิต ในตารางที่ 2.2 จะอยู่ในช่องที่ 5 คือช่องสุดท้าย

3. ระดมความคิดและจัดลำดับความสำคัญเอาท์พุทตามขั้นตอนของกระบวนการผลิตในข้อที่ 1, ยกตัวอย่างในขั้นตอนแรกคือ ร่างแบบ/ตัด เอาท์พุทที่ออกมาก็จะได้เป็นชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการประกอบถัง จากตารางที่ 2.2 จะอยู่ในช่องที่ 4

4. ระดมความคิดและจัดลำดับความสำคัญปัจจัยการผลิตตามขั้นตอนของกระบวนการผลิตในข้อที่ 1, ยกตัวอย่างในขั้นตอนแรกคือ ร่างแบบ/ตัด ปัจจัยการผลิต (Input) ที่ต้องป้อนเข้าสู่ขั้นตอนนี้ก็คือ วัตถุดิบ จากตารางที่ 2.2 จะอยู่ในช่องที่ 2

5. ระบุซัพพลายเออร์สำหรับปัจจัยการผลิตเหล่านั้น ซึ่งหมายถึง ระบบ คน องค์กร หรือแหล่งที่มาของวัสดุอื่น ๆ ตามขั้นตอนของกระบวนการผลิตในข้อที่ 1 ยกตัวอย่างในขั้นตอนแรกคือ ร่างแบบ/ตัด ซัพพลายเออร์ในขั้นตอนนี้คือ คลังสินค้าเพราะเป็นต้นทางของ วัตถุดิบ จากตารางที่ 2.2 จะอยู่ในช่องที่ 14

ตารางที่ 2.2 รูปแบบของ SIPOC ของการผลิตถังแรงดันทั่วไป

ซัพพลายเออร์	**ปัจจัยการผลิต**	**กระบวนการ**	**เอาท์พุท**	**ลูกค้า**
คลังสินค้า	วัตถุดิบ	ร่างรูปแบบ / ตัด	ชิ้นส่วน	การผลิต
การผลิต	ชิ้นส่วน	การเตรียมชิ้นส่วน	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	การผลิต/การเชื่อม
ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	การประกอบ/เชื่อม	ผลิตภัณฑ์ถังแรงดัน	ระบบควบคุมคุณภาพ
กระบวนการผลิต	ผลิตภัณฑ์ถังแรงดัน	การทดสอบแบบไม่ทำลาย	คุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์	ส่วนส่งเสริมการผลิต
ระบบควบคุมคุณภาพ	ผลิตภัณฑ์ถังแรงดัน	ทดสอบแรงดันถังด้วยน้ำ	คุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์	ส่วนส่งเสริมการผลิต
ส่วนส่งเสริมการผลิต	ผลิตภัณฑ์ถังแรงดัน	พ่นกริด / พ่นสี	การผลิตเสร็จสิ้น	แพ็ค และขนส่ง

2.3.1.3 กิจกรรมที่สองของการกำหนดขอบเขตใช้ VOC หรือ Voice of Customer

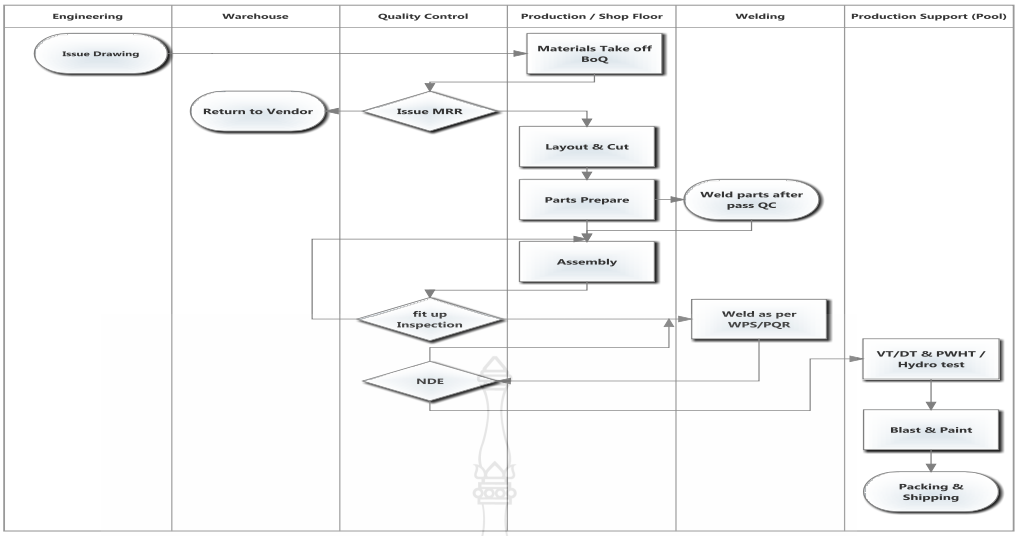
ในที่นี่ VOC คือต้นทางของกระบวนการ หมายถึง ระบบ กระบวนการ คน ฯลฯ ที่สะท้อนปัญหาของการผลิตว่ามีอะไรบ้างที่ ไม่สมบูรณ์อย่างที่ควรจะเป็น และสิ่งจำเป็นในกระบวนการความต้องการที่สำคัญคืออะไร ตารางที่ 2.3 เป็นตัวอย่างของการผลิตถังแรงดันโดยทั่วไป

ตารางที่ 2.3 ตารางเสียงของลูกค้า (Voice of Customer)

เสียงของลูกค้า	ปัญหาหลักของลูกค้า	ความต้องการที่สำคัญของลูกค้า
วัตถุดิบมาช้า	ต้องการให้มาตรงเวลา	ต้องการวัตถุดิบมาล่วงหน้า 2 วัน
ชิ้นส่วนขาดหาย/ไม่ตรงตามแบบ	ต้องการให้ตรงตามแบบ	ต้องมีชิ้นส่วนให้เบิกตามระบบในสโตร์
การเตรียมชิ้นส่วนล่าช้า	การเตรียมชิ้นส่วนควรส่งให้ทันเวลา	การเตรียมชิ้นส่วนควรจะมี ลิส รายการที่ต้องการก่อน/หลัง
การประกอบที่ผิดพลาด	สินค้าด้อยคุณภาพ	ต้องมีช่างประกอบที่มีฝีมือและประสบการณ์ และมีคนคุมงานเต็มเวลาในพื้นที่ประกอบงาน

2.3.2 Measure เป็นขั้นตอนของการกระบวนการวัดระบุปัญหาหรือช่องว่างของปัญหานั้น ๆ เครื่องมือในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย Process & Flow Chart, Data Collection, Data Control และ Process Capability ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.2.1 แผนผังและแผนภูมิการทำงาน (Process Map & Flow Chart) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 เป็นตัวอย่างการผลิตถังแรงดันโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.2 แผนผังและแผนภูมิการผลิตถังแรงดันโดยทั่วไป

2.3.2.2 การเก็บและรวบรวมข้อมูล (Data collection) มีสามระยะและห้าขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนก่อนการเก็บข้อมูล

1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2 ทำความเข้าใจกับคำจำกัดความ และวิธีการดำเนินงานในการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.3 ตรวจสอบให้แน่ใจข้อมูลที่เก็บรวบรวมสามารถทำซ้ำหรือทำสำเนาได้เพื่อความถูกต้องและเที่ยงตรง

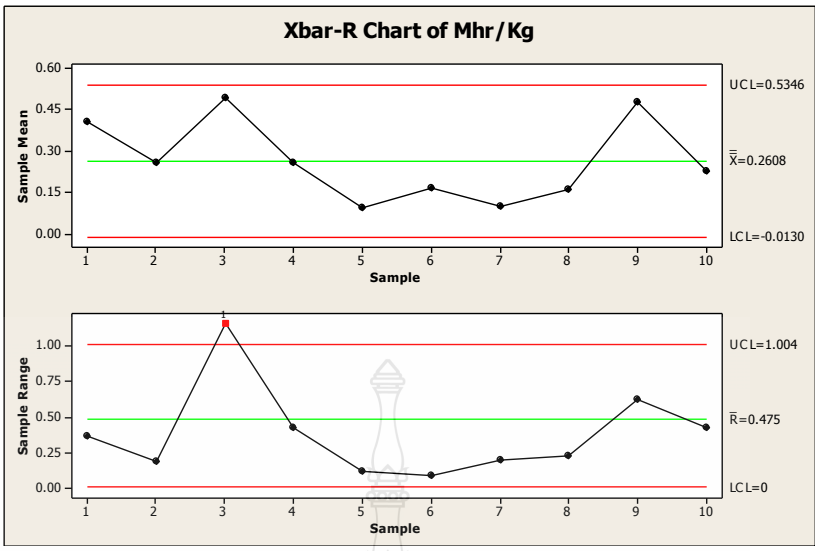
2. ขั้นตอนในระหว่างการเก็บข้อมูล

1.4 ปฏิบัติตามกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นตอนหลังจากการเก็บข้อมูล

1.5 ปฏิบัติตามผลลัพธ์ที่ได้

2.3.2.3 Data Control แผนภูมิควบคุมโดยทั่วไปจะแสดงในภาพที่ 2.3 แผนภูมิควบคุมแสดงผลกราฟิกจากการวัดหรือคำนวณจากตัวอย่าง แผนภูมิที่มีสายกลางที่แสดงถึงค่าเฉลี่ยของลักษณะที่มีคุณภาพสอดคล้องในการควบคุม สองเส้นแนวนอนอื่น ๆ ที่เรียกว่าขีด จำกัดด้านบนของการควบคุม (UCL) และขีดจำกัดด้านล่างของการควบคุม (LCL) ในแผนภูมิจะแสดงให้เห็นข้อจำกัดการควบคุม ถ้ากระบวนการอยู่ในการควบคุมเกือบทุกจุดตัวอย่างจะตกอยู่ระหว่างเส้น UCL และ LCL จะถือว่าอยู่ในการควบคุมและเป็นสิ่งที่จำเป็น แต่ถ้ามีจุดตกนอกเส้น UCL และ LCL การควบคุมถูกตีความว่านอกเหนือการควบคุมและการตรวจสอบจะดำเนินการแก้ไขและกำจัดต้นเหตุ



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของ Control Chart แบบ $\bar{x}$ - R Chart

5. Process Capability เป็นการควบคุมกระบวนการทางสถิติ เป็นกระบวนการที่ไม่เปลี่ยนแปลงในแง่ของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของข้อจำกัด การควบคุมจะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการกระจายการสุ่มตัวอย่าง

โดยทั่วไปในทางปฏิบัติใช้ตัวชี้วัดความสามารถของกระบวนการสองประการ ความสามารถในการประมวลผลหรือ (Cp) และดัชนีความสามารถของกระบวนการหรือ (Cpk) อัตราส่วนความสามารถในกระบวนการ Cp ถูกกำหนดให้เป็น

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \qquad \text{.....(2.1)}$$

USL คือ ขีดจำกัดบนสุด (Upper specification limits)

LSL คือ ขีดจำกัดล่างสุด (Lower specification limits)

ซึ่ง σ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการกระจายของข้อมูล การแปลความของค่า Cp เป็นไปตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงการตีความของค่า Cp

ค่า Cp	การตีความหมายของค่า Cp
< 1.0	ความสามารถ ต่ำมาก 1-2σ
1.0 – 1.5	ความสามารถ ปานกลาง 3-4σ
>1.5	ความสามารถ ดีมากประมาณ 5σ
>2.0	ความสามารถระดับยอดเยี่ยมคือ 6σ

ดัชนีความสามารถของกระบวนการหรือ Cpk เป็นการหาความสามารถของกระบวนการในกรณีที่ค่าเบี่ยงเบนไม่ได้อยู่ในช่วงระหว่างแนวกลางของค่าเบี่ยงเบน Cp ใช้กรณีที่มีการกระจายปกติ แต่ Cpk ใช้ในกรณีการกระจายที่ไม่ปกติ สูตรที่ใช้ดังนี้

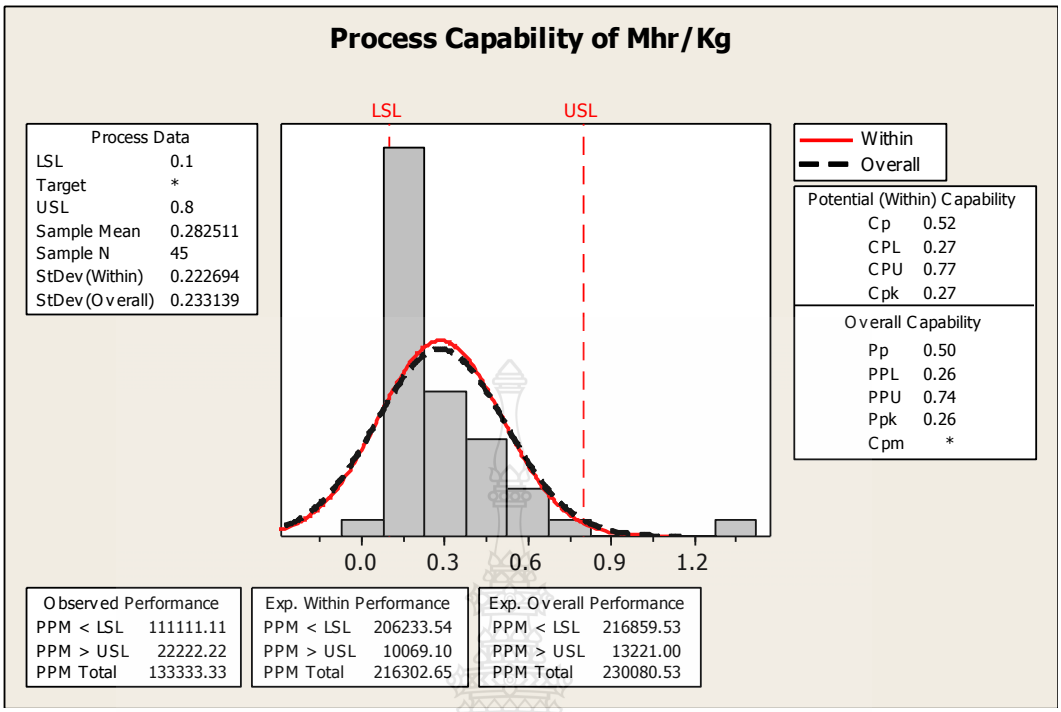
$$Cpk = \text{Min}\left[\frac{USL - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}\right] \quad \text{.....(2.2)}$$

ตารางที่ 2.5 แสดงให้เห็นระดับคุณภาพที่หลากหลาย DPMO เป็นข้อบกพร่องต่อล้านของโอกาส

$$DPMO = \frac{Defects\ x\ 1\ Million}{Units\ x\ Opportunities}$$

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าข้อบกพร่องต่อล้านโอกาส (DPMO)

σ Level	DPMO	Percent Defective	Percentage Yield	Cp Value
1	691,462	69%	31%	0.33
2	308,538	31%	69%	0.67
3	66,807	6.7%	93.3%	1.00
4	6,210	0.62%	99.38%	1.33
5	233	0.023%	99.977%	1.67
6	3.4	0.00034%	99.99966%	2.00



ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างความสามารถของขบวนการ (Process Capability)

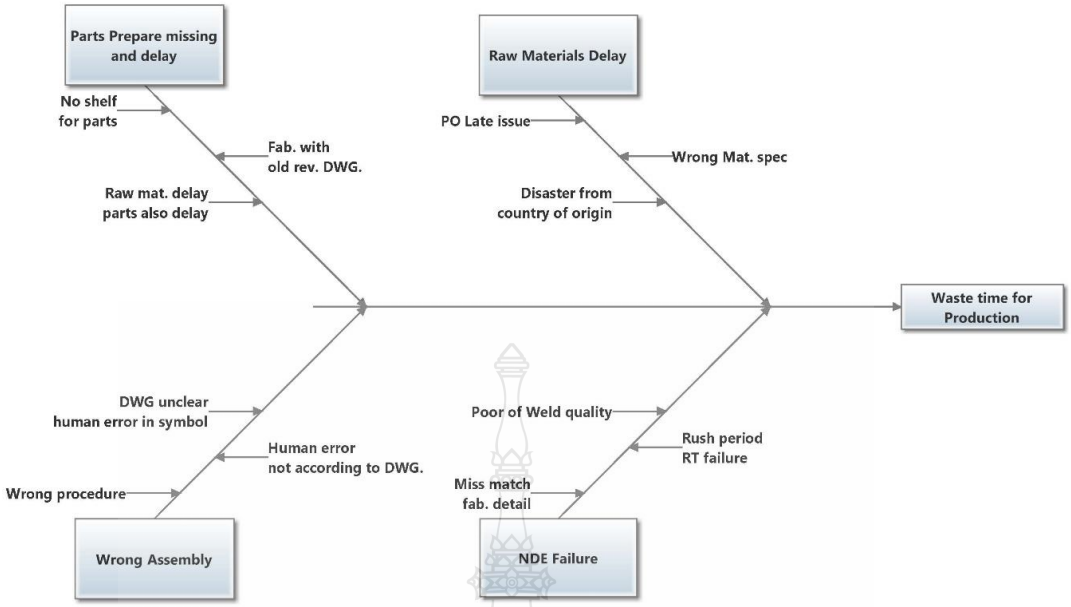
2.3.3 Analysis เป็นขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์ เพื่อจะหาว่าปัญหาเกิดจากอะไรและมีกิจกรรมอะไรบ้างที่จะต้องทำ เครื่องมือในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย FMEA และผังก้างปลาดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.3.1 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ใช้ในการประเมินความเสี่ยงของการที่จะเกิดข้อผิดพลาดคิดเป็นช่วงตัวเลขว่ามากหรือน้อย ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตารางการทำ FMEA ในกระบวนการทำถังแรงดันทั่วไป

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effected	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN
Layout/Cut	Steel Plates	Wrong type of steel plates	Impact to lead time	9	Suppliers error	1	Prior to purchase, supplier must send the specifications and also before shipping must send all shipping document.	1	9
		Steel plates corrosion	Impact to lead time and costs	8	Not order direct from steel manufacturer but order from stockiest which is too long to keep in shelf	2	When plates arrived has procedure of materials receiving report	1	16
Forming/Rolling	Steel plates with correct of dimension	Wrong cutting dimension	Impact to lead time and costs	8	Human error from reading cutting plan drawing	2	Cutting follow the cutting plan from cutting control team by ACAD	1	16
Parts Prepare	Pipe cutting, nozzles neck and Flange	Wrong cutting dimension or wrong drill hole dimension	Impact to cycle time and costs	5	Human error from reading cutting plan drawing	2	Cutting follow the cutting plan from cutting control team by ACAD	2	20
		Wrong fit up parts	Impact to cycle time and costs	5	Human error from reading cutting plan drawing	2	Cutting follow the cutting plan from cutting control team by ACAD	2	20
		Weld parts defect	Impact to cycle time and costs	5	Human error due to lack of sleeping or too much alcoholic during the night	3	Retest WPS every 3 months	2	30
Assembly	Shell, head, nozzles, internal parts	Wrong assembly of axis shell	Impact to cycle time and costs	5	human error of assembly	3	Have quality control in and inspection process	2	30
		Wrong opening of nozzles	Impact to cycle time and costs	5	human error of assembly	3	Have quality control in and inspection process	2	30
		Wrong assembly for gab tolerance as ASME allowable	Impact to cycle time and costs	5	human error of assembly	3	Have quality control in and inspection process	2	30
		Wrong assembly of internal parts	Impact to cycle time and costs	5	human error of assembly	3	Have quality control in and inspection process	2	30
Weld	Un-weld Deaerator Products	Weld main seam, long seam, Nozzles and inpternal parts defected	Impact to cycle time and costs	5	Human error due to lack of sleeping or too much alcoholic during the night	3	Have quality control in and inspection process	2	30
		After weld nozzles out of tolerance	Impact to cycle time and costs	5	Process weld not correct and assembly out or less than torerance	3	Have quality control in and inspection process	2	30
PWHT/ Hydro test	Completed Deaerator Products	PWHT chart not according to ASME code	Impact to cycle time and costs	5	Recorder or Electronic fail	3	Has calibration certificate avery 6 months	2	30
		Hydro test is leaking	Impact to cycle time and costs and reputation	9	Weld process and wrong assembly and drawing not clear	1	Follow ASME Authorize Inspector (AI)	1	9
Blast/Paint	Completed Deaerator Products	Internal Clean but still has rusty	Impact to cycle time and costs	3	Used water spray jet to clean but still has steel slags	3	Have quality control in and inspection process	1	9
		Blast profile not according to Paint Manufacture	Impact to cycle time and costs	3	Grid blast size may use many time and size was smaller than spec.	3	Have quality control in and inspection process	2	18
		Intermediate/Top coating DFT not according to Paint specification	Impact to cycle time and costs	3	Human error and work position cannot cover like top & button	3	Have quality control in and inspection process	2	18
Packing	Completed Deaerator Products	Spare parts incompleted	Impact to cycle time	3	Too many revised of drawing	3	Prior AI to sign off drawing, engineerng have to confirm revision	2	18

2.3.3.2 ผังก้างปลา (Cause and effect Fishbone) ใช้เพื่อต้องการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อความคิดของทีมมีแนวโน้มที่ไม่สามารถหาข้อสรุปได้ ภาพที่ 2.5 แสดงตัวอย่างผังก้างปลาของการผลิตถังแรงดันโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.5 ผังก้างปลาในการผลิตถังแรงดันทั่ว ๆ ไป

2.3.4 Improve ขั้นตอนการปรับปรุงเพื่อพัฒนา เครื่องมือในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการระดมสมอง และ DOE ดังรายละเอียดต่อไปนี้

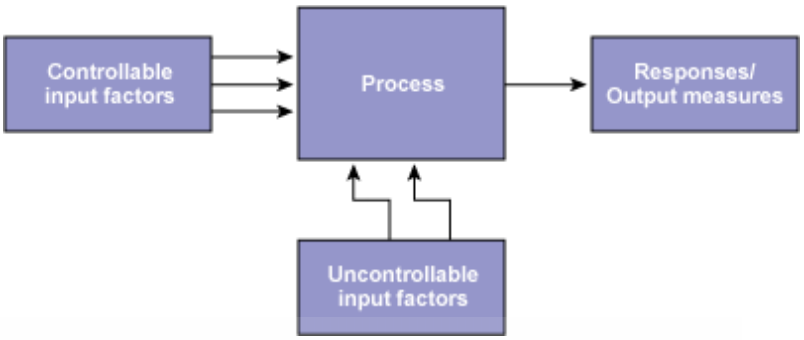
2.3.4.1ระดมสมอง (ระดมสมอง) เป็นการระดมความคิดของทีมงานที่จะลงมือทำงานในเรื่องของซิกส์ ซิกมา และเรื่องคุณภาพอื่น ๆ ในซิกส์ ซิกมา การระดมความคิดมักจะมีค่ามากที่สุดในระหว่างขั้นตอนการกำหนดปัญหาโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้เครื่องมือเช่นโหมดความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ

ก่อนที่จะระดมความคิดสิ่งสำคัญที่จะเข้าใจไม่เพียงแต่ปัจจัยพื้นฐานของวิธีการ แต่ยังวิธีมีการเตรียมความพร้อมสำหรับการประชุมและดำเนินการ ด้วยบรรยากาศที่เหมาะสมจะทำให้สมาชิกในทีมมีความคิดที่ลื่นไหลไม่ติดขัด

2.3.4.2 Design of Experiment การออกแบบการทดลอง (DOE) เป็นวิธีการที่เป็นระบบในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลกระบวนต่อการผลิต และเอาท์พุทของกระบวนการ อีกนัยหนึ่งใช้การค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลกระทบ ข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการปัจจัยการผลิตในขั้นตอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเอาท์พุท ดังแสดงในภาพที่ 2.6

สิ่งแรกต้องมีความรู้กับเครื่องมือทางสถิติและแนวคิดการทดลอง แม้ว่า DOE สามารถวิเคราะห์ได้ในหลายโปรแกรมมันเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าใจแนวคิดพื้นฐาน DOE สำหรับการใช้งานที่เหมาะสม

คำที่ใช้กันมากที่สุดในวิธีการ DOE คือปัจจัยการผลิตที่สามารถควบคุมได้และไม่สามารถควบคุมได้



ภาพที่ 2.6 แสดงกระบวนการของ DOE

2.3.5 Control กระบวนการควบคุม เพื่อข้อสรุปของผลลัพธ์ที่ได้ และสร้างมาตรฐานเพื่อให้กระบวนการควบคุมประสบผลสำเร็จโดยมีกิจกรรม และเครื่องมือในขั้นตอนนี้ใช้ระบบ ISO, และระบบการรายงานประจำวัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ISO9001 บริษัทมี certificate นี้อยู่แล้ว

2. Reporting System บริษัทมีมาตรฐานของรายงานประจำวันที่ต้องส่งทกวันว่าทำอะไร มีกิจกรรมใด งานหมายเลขเท่าไหร่ นี่ก็เป็นส่วนหนึ่งของ Data Collection.

2.4 การทบทวนวรรณกรรม

Ramamoorthy (2003) ทำการวิจัยกระบวนการ LEAN ซิกส์ ซิกมา APPLICATIONS IN AIRCRAFT ASSEMBLY กรณีศึกษาได้มุ่งไปในส่วนของการผลิตชิ้นส่วนของประตูด้านบนเพื่อใช้ในการประกอบเครื่องบิน Learjet รุ่น 40/45 ในการวิเคราะห์ปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนประตูส่วนบนล่าช้า และเกิดขึ้นบ่อย ๆ ทำให้การประกอบเครื่องบินขั้นสุดท้ายล่าช้าตามไปด้วย และมีงานที่จะต้องซ่อมหรือทำใหม่ อีก 8-10 ชั่วโมง-คน (Man-hours.)

ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการ ซิกส์ ซิกมา สามารถลดเวลาของการปฏิบัติงาน และลดขั้นตอนการทำงานได้ หลังจากที่ใช้ขั้นตอน DMAIC การประกอบในขั้นตอนสุดท้ายใช้เวลาลดลงจาก 26 วันเหลือ 10 วัน

Ahmad (2011) ได้ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่อง Using ซิกส์ ซิกมา Tools to Measure and Improve the Performance of a Manufacturing Supply Chain ในห่วงโซ่อุปทานเป็นเครือข่ายของกระบวนการที่หลากหลายสามารถทำให้มีมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์หรือบริการ วัตถุประสงค์หลักของเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานเป็นการเพิ่มมูลค่า (Value Add.)ให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยเซ็ตเป้าหมายสองปะการคือ คุณภาพและการส่งมอบตามกำหนด มูลค่าเพิ่มสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดเป็นหลักที่มาของการส่งมอบคุณค่าให้กับลูกค้า (Johansson, 1993) แสดงการส่งมอบมูลค่าของธุรกิจในแง่ของสมการง่าย ๆ

มูลค่ารวม = (คุณภาพ x ระดับการบริการ) / (ต้นทุน x เวลา)

2

ผลการศึกษาพบว่าลูกค้าพึงพอใจกับเวลาในการส่งมอบและคุณภาพของสินค้า แต่สิ่งหนึ่งที่เป็นสากลในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานผ่านการประสานร่วมมือกันคือการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพระหว่างหน่วยงานทั้งหมดที่อยู่ในระบบ การรักษาประสิทธิภาพของกลไกการสื่อสารที่จะทำให้มีการพัฒนาห่วงโซ่อุปทานได้ดีต่อไป

Abid, Rehman, and Anees, (2010) ได้ทำการวิจัยในเรื่อง “How to minimize the defects rate of final product in textile plant by the implementation of DMAIC tool of Six Sigma” เพื่อหาว่ากระบวนการปั่นฝ้ายที่มีหลายแผนกทำต่อเนื่องกัน แต่กระบวนการสุดท้ายคือ ม้วนด้ายเข้ากรวยด้ายมีปัญหาคือด้ายขาดก่อนที่จะครบความยาว บางครั้งต้องลดเกรดของด้ายที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยทำการสุ่มตรวจกรวยด้าย 50 กรวย ผ่าน 20, ไม่ผ่าน 20 และจะต้องลดเกรด 10 กรวย คิดเป็นร้อยละ 76 ของคุณลักษณะโดยรวม

ผลการวิจัยหลังจากใช้ DMAIC พบว่าในกระบวนการวิเคราะห์ก็เจอสาเหตุว่ามาจากวัตถุดิบบางส่วนและกะทำงานกลางคืนทำให้เกิดข้อปกพร่องมากที่สุด และได้ใช้มาตรการควบคุมเพื่อลดโอกาสในการเกิดข้อปกพร่องและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หนึ่งเดือนต่อมาได้ทำการสุ่มกรวยด้ายมาทดสอบอีกครั้ง 50 กรวย ผ่าน 22, ไม่ผ่าน 22 และลดเกรดลง 6 กรวย คิดเป็นร้อยละ 90 ของคุณลักษณะโดยรวม

Nyren (2007) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “Product Development According to Six Sigma and DMAIC Improvement Cycle” การวิจัยเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบซิกส์ ซิกมาให้กับเครือข่ายของ Ericson Network Technologies ประเทศสวีเดน เพื่อพัฒนาฉนวนของสายสัญญาณจาก PE (polyethylene) เป็น PP (polypropylene) ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าและทางกลที่ดีกว่าแบบเก่า และสามารถลดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของสายนำสัญญาณลดลงเหลือแค่ 0.4/0.76 มม. และได้ทำการออกแบบการทดลองสามครั้งเพื่อหาค่าเบี่ยงเบนตามกระบวนการ DMAIC เพื่อใช้ค่าทางสถิติมาเป็นตัวรองรับผลการทดสอบในครั้งนี้

ผลการวิจัยและทดสอบเป็นระยะเวลา 20 เดือน ในส่วนการปรับปรุงได้ผลดังนี้ การยืดตัวของสาย ก่อนการร้อยละปรับปรุง 30-50 หลังการปรับปรุงมากกว่าร้อยละ 80. หลังจากการใช้กระบวนการควบคุม ในเรื่องการยืดตัวของสาย, ความเร็ว หรือ การให้ความร้อนก่อนกระบวนการทำสายสัญญาณ ได้ค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง 0.21 หลังการปรับปรุง 0.87 P-Value ได้ 0.000 ในครั้งก่อนที่ทำการทดลองไม่ได้ใช้ MDAIC ค่าที่ออกมาไม่สามารถยืนยันได้ แต่หลังจากใช้ DMAIC มาใช้ก็สามารถได้ข้อสรุปเพราะมีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ทางสถิติ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อลดเวลาของกระบวนทำงาน, เพิ่มคุณภาพ และลดต้นทุนจากการทำงานที่ด้อยคุณภาพของการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ โดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมา ตามขั้นตอนของ DMAIC 5 ขั้นตอน เพื่อลดต้นทุนและสร้างความพอใจกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) งานวิจัยได้ถูกแบ่งขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สำรวจสถานการณ์ปัจจุบัน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1.1 ขั้นตอนการแรกคือ Define-กำหนดขอบเขตของปัญหา จากนั้นทำการตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้น (Validate the Problem) ว่าปัญหาที่มีอยู่คืออะไร ระหว่างต้นทางคือ ฝ่ายวิศวกรรม หรือว่าเป็นปลายทางคือฝ่ายผลิตว่า Waste Time (CoPQ, Relocate & Non-Value Added) เกิดในขั้นตอนใดกระบวนการใด โดยมีวิธีการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนการผลิตโดยใช้ High Level Process Map หรือ SIPOC รวมทั้งการใช้วิธีการ เสียงของลูกค้า หรือ VOC เพื่อที่จะได้ทราบปัญหาที่จะแก้ไข

3.1.2 ขั้นตอนที่สองคือ Measure – ขั้นตอนการวัดผลที่ได้โดยจะมีการเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุงเริ่มจาก ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2555 เพื่อมาประมวลว่าค่าเฉลี่ยของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นไม่ว่า เตรียมชิ้นส่วนงาน ประกอบงาน เชื่อม และทดสอบใช้เวลาไปทั้งหมดเท่าไหร่ วิธีการนี้จะใช้โปรแกรมทางสถิติมาช่วยในการประมวลผล เป็นการแสดงผลด้วย Pareto chart และ Capability Analysis

3.1.3 ขั้นตอนที่สามคือ Analysisเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาได้ว่าสาเหตุของการเกิด Waste Time เกิดที่จุดไหนถึงทำให้ชั่วโมงการทำงานผิดปกติไปโดยใช้ Cause & Effect Diagram ช่วยในการวิเคราะห์

3.1.4 ขั้นตอนที่สี่คือ Improve เป็นขั้นตอนที่จะต้องปรับปรุงจุดบกพร่องหรือช่องว่างของกระบวนการ เป็นขั้นตอนที่ดูว่าหลังจากที่แก้ไขวิธีการทำงานแล้วยังมีจุดบกพร่องหรือผิดพลาดเกิดขึ้นอีกหรือไม่โดยใช้ Cause and effect diagram ที่ทำการ Update แล้ว และImplementation Plan

3.1.5 ขั้นตอนที่ห้าคือ Control เป็นการควบคุมกระบวนการผลิตหลังจากที่ได้ปรับปรุงวิธีการใหม่ ๆ แล้ว โดยสร้าง แผนการควบคุม (Process Control Plan), ระบบ ISO, Control Chart และ Project Management Tools

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่นำมาใช้ตามวิธีการของ DMAIC เลือกมาใช้เฉพาะงานวิจัยนี้ตามรายการข้างล่าง

ตารางที่ 3.1 แสดงเครื่องมือที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ขั้นตอน	**เครื่องมือของ ซิกส์ ซิกมา ที่เลือกใช้ในโครงการนี้**
กำหนด - Defined	ธรรมนูญโครงการ (Project Charter)
	เสียงของลูกค้า (Voice of Customer, VOC)
	SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output and Customer)
กระบวนการวัด – Measure	แผนผังการทำงาน และแผนภูมิการทำงาน (Process Map & Flow Chart)
	รายงานการปฏิบัติงานประจำวัน (Daily report)
	รวบรวมข้อมูล (Data Collection)
	เช็คชีท (Check Sheets)
การวิเคราะห์ – Analyze	แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram)
	Histogram or Pareto Chart
ปรับปรุง - Improve	ระดมสมอง
	แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram)
การควบคุม - Control	Control Plan
	Cost Estimate, cost saving Calculation
	Reporting system

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จะทำการเก็บนั้นจะเป็นรายละเอียดของการทำงานในแต่ละวันว่ามีกิจกรรมใดบ้าง โดยจะแบ่งเป็นกลุ่มของกิจกรรม ทั้งหมดเป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกในระบบเครือข่ายของบริษัท.

3.3.1 บันทึกรายละเอียดของการทำงานในแต่ละวัน (Daily report) ในระบบเครือข่ายของบริษัท โดยแต่ละแผนกที่รับผิดชอบ.

3.3.2 ผู้รับผิดชอบติดตามดูเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ เท่านั้น

3.3.3 ผู้รับผิดชอบสำรวจ และติดตามหน้างานจริงว่าการทำงานในแต่ละวัน เป็นไปตามรายงานประจำวันหรือไม่

3.3.4 วิศวกรที่รับผิดชอบติดตามข้อมูล NCR (Non-Conform report) ที่แผนก QA/QC

3.3.5 ข้อมูลที่เก็บนั้นเริ่มจาก เดือน ก.ค. 2558-ก.ย. 2558

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 นำข้อมูลมาประมวลผลในโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาผลรวมและวิเคราะห์ชั่วโมงการทำงานของกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน.

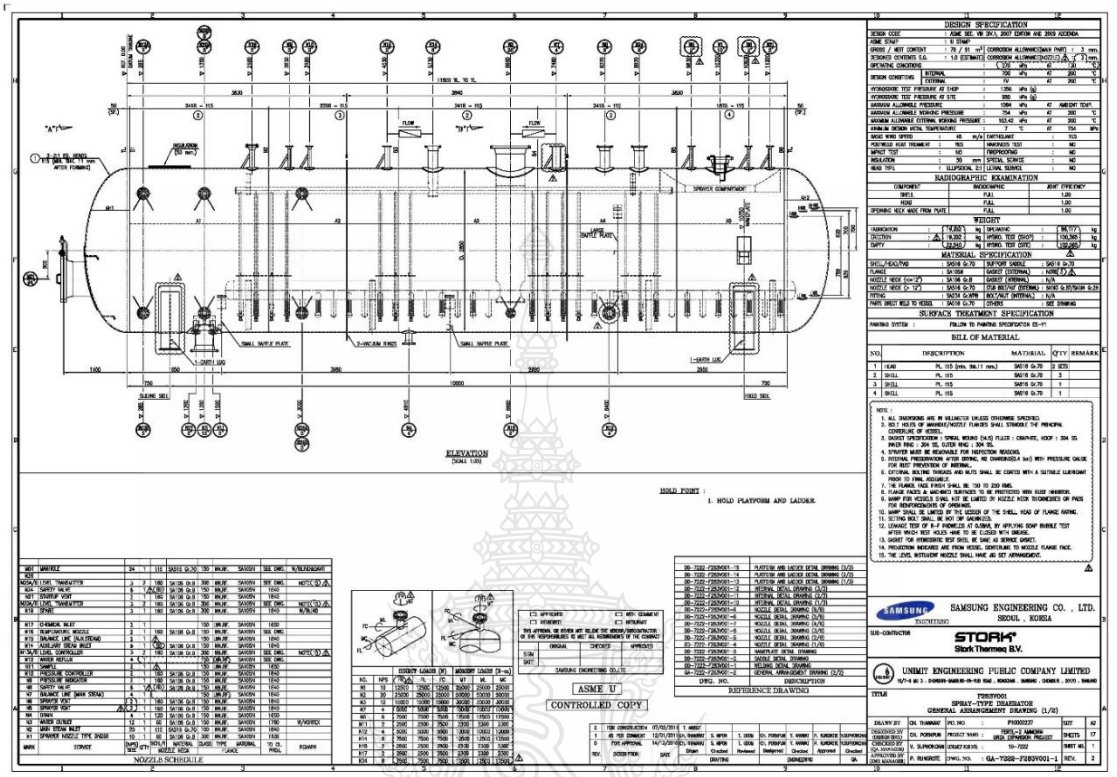
3.4.2 เมื่อได้ผลรวมของชั่วโมงการทำงานในแต่ละกระบวนการ แล้วทำการแยกค่าชั่วโมงที่เป็นการทำงานปกติ Value Added (T) กับงานที่เป็น Non-Value Added (W) เพื่อทำการวิเคราะห์.

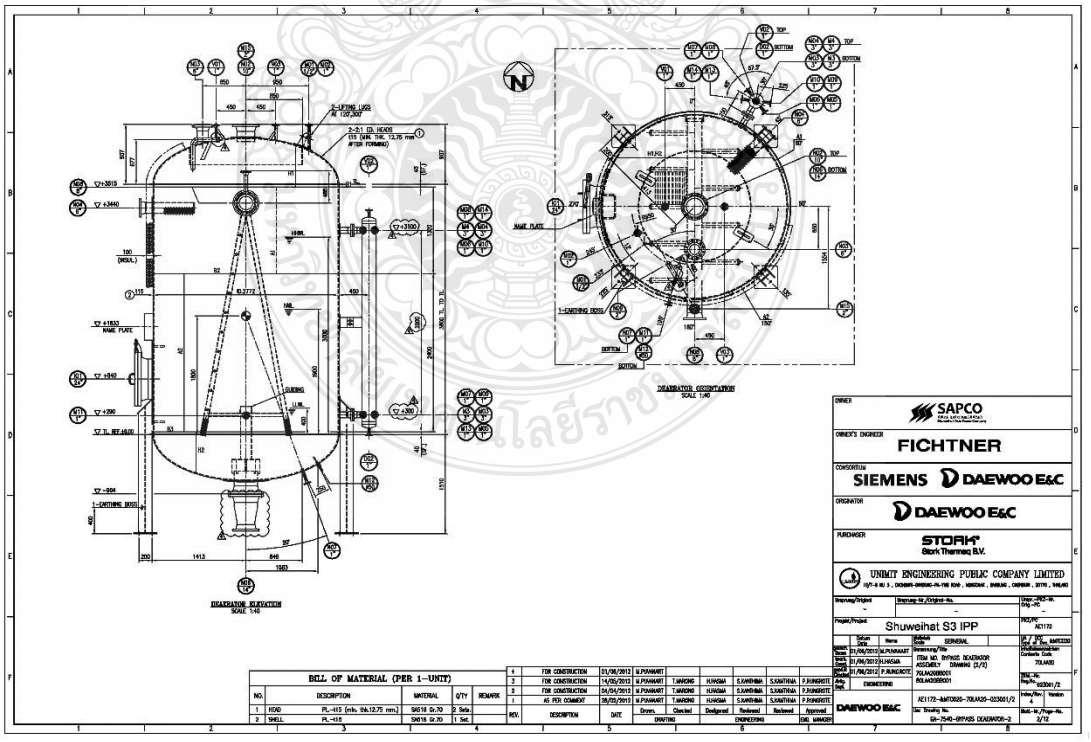
3.4.3 หาค่า เฉลี่ยของ การทำงานปกติ Value Added และ Non-Value Added Time จากจำนวนถังที่ทำมาทั้งหมด แล้วรวมค่าเฉลี่ยชั่วโมงทำงานต่อถัง

3.4.4 ทำการหาค่าที่เป็น Non-Value Added (W) ว่าเป็นมูลค่าเท่าไรจากสถานการณ์ปัจจุบัน

3.4.5 ทำการวิเคราะห์จากการใช้ Pareto chat ว่าจะทำการปรับปรุงในกระบวนการผลิตใดที่มีผลในการลดเวลาการทำงาน อย่างมีนัยสำคัญ

3.5 สำรวจสถานการณ์ปัจจุบัน



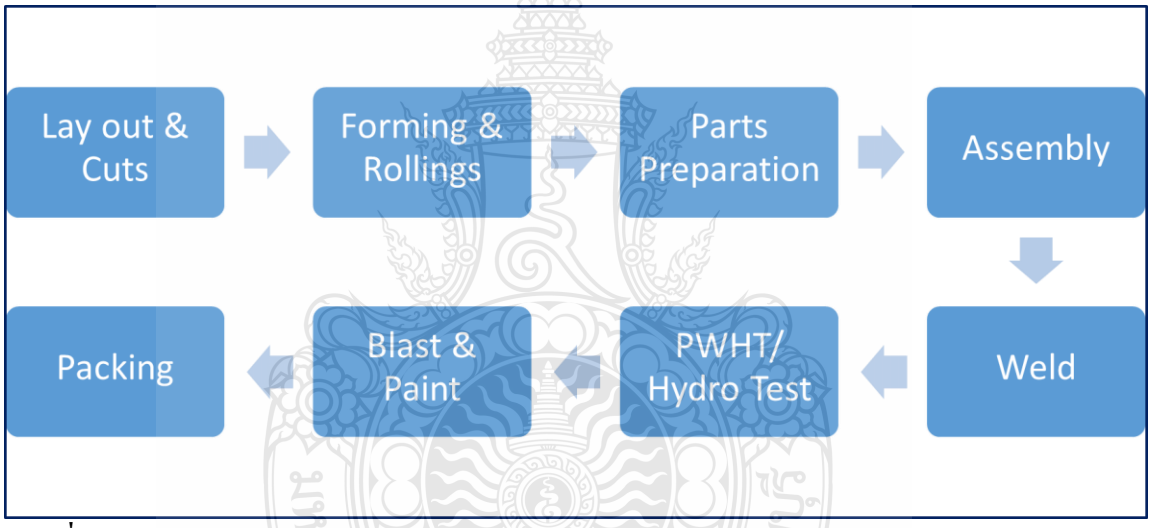


ภาพที่ 3.1 แบบทั่วไปของถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์

จากรูปภาพด้านบนเป็นภาพทั่วไปของถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์ ซึ่งเป็นชนิดสเปรย์ (Spray Type Deaerator) ในงานที่ทำจะมีสองแบบคือแบบแนวตั้งกับแนวนอน แนวตั้งจะเป็นขนาดที่ไม่ใหญ่และสูงมากนัก ส่วนแนวนอนจะเป็นขนาดที่ใหญ่แต่ไม่เกิน 5 เมตรและยาวประมาณ 20 เมตร เนื่องจากถูกจำกัดด้วยความสูงของสะพานในการขนส่ง

3.5.1 จากภาพที่ 3.1 เป็นแบบทั่วไปของผลิตภัณฑ์ถังดีเอเรเตอร์ รูปทรงจะคล้าย ๆ กัน แตกต่างที่ ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง ความหนา และกระบวนการออกแบบภายในซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการ และความต้องการของลูกค้า

3.5.2 กระบวนการผลิตของถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3.2 ข้างล่างนี้ เวลาในแต่ละกระบวนการจะมีเวลาการทำงานจริง เวลาในการส่งต่อไปอีกในแต่ละกระบวนการ เวลาที่สูญเสียไปในการซ่อมงานที่เสียไป และเวลาในการเคลื่อนย้ายภายใน



ภาพที่ 3.2 เป็นกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์

3.5.2 จากข้อมูลที่เก็บมาตั้งแต่ปี 2553 ถึง 2555 จากทั้งหมด 6 ใบงาน (Job Order) จำนวน 16 ถัง ดังตารางข้างล่างที่ 3.2 ได้แยกจำนวนชั่วโมงของกระบวนการทำงานและในแต่ละกระบวนการก็แยกย่อยเป็น เวลาทำงานปกติ Value Added (T) และ Non-Value Added (W)

ตารางที่ 3.2 แสดงความหมายและคำจำกัดความของ Process VA & NVA

CPROCESS	Description	VA/NVA
01-LAYOUT & CUTS	การจัดวางแผ่นเหล็กเพื่อที่จะทำการตัดตามแบบ cutting plan มีทั้งตัดแบบใช้คนตัดและเครื่องจักร CNCตัด	VA
02-FORMING & ROLLING	คือการนำเอาแผ่นเหล็กที่ตัดตามแบบมาม้วนให้ได้ขนาดตามแบบ ส่วนที่เป็นหัวนำไปทำ Forming โดยการกดย้ำให้ได้รูปทรงแล้วนำไป Spinning (ปั่นให้ได้ รัศมีที่ต้องการ)	VA
03-PARTS PREPARE	การเตรียมชิ้นงานที่เป็นส่วนประกอบของถังทั้งภายนอกและภายใน	VA
04-ASSEMBLY	การนำเอาชิ้นงานที่เตรียมไว้มาประกอบกันให้เป็นตัวถัง(Shell) และส่วนประกอบภายในที่ได้จากการเตรียม Parts	VA

ตารางที่ 3.2 แสดงความหมายและคำจำกัดความของ Process VA & NVA (ต่อ)

CPROCESS	Description	VA/NVA
05-WELD	เป็นขั้นตอนงานเชื่อมต่อจากงานประกอบในแต่ละส่วนโดยใช้ทั้งเครื่องเชื่อมที่เป็น ออโตเมติกและใช้มือคนเชื่อม	VA
06-PWHT & HYDRO TEST	PWHT เป็นการนำเอาถังทั้งลูกเข้าไปอบในเตาอบที่มีขนาดใหญ่ ปล่อยให้เย็นแล้วนำมาทำการทดสอบแรงดันด้วยน้ำอย่างน้อย 1.3 เท่าของแรงดันขณะใช้งานสูงสุด (Maximum Allowable Working Pressure-MAWP)	VA
07-BLAST & PAINT	เป็นขั้นตอนการทำสีโดยการพ่นเม็ดกริด (Grit) ที่เป็นโลหะเพื่อล้างคราบปนเปื้อน คราบหรือกากสนิมออก จากนั้นทำการพ่นสีรองพื้น สีชั้นที่สองและชั้นสุดท้ายโดยวัดค่าความหนาสีทุกชั้น	VA
08-PACKING	เป็นขั้นตอนการบรรจุอะไหล่ของผลิตภัณฑ์ลงหีบห่อรวมทั้งตัวถังแรงดัน	VA

ตารางที่ 3.3 สรุปเวลาที่ใช้สำหรับกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ แบ่งตามกิจกรรมตามปกติ VA (T) และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ NVA (W)

Summary Process Time for Deaerator Fabrication, Split in two Category; Normal Activities (T) & Wasting Time (W)

				Layout & Cut		Forming & Rolling		Parts Prepare		Assembly		Weld		PWHT & Hydro Test		Blast & Paint		Packing		TOTAL HOURS	
ITEM	JOB NUMBER	Q'TY	AMOUNT THB	T1	W1	T2	W2	T3	W3	T4	W4	T5	W5	T6	W6	T7	W7	T8	W8	∑T	∑W
1	09-6937	6	15,014,020	299	459	376	-	2,694	176	4,366	1254	5,356	1612	124	8	1,473	76	378	24	15,066	3,609
2	10-7222	2	6,966,916	621	291	732	68	1,366	296	6,188	726	4,396	1,392	148	14	770	44	805	8	15,026	2,839
3	11-7448	1	2,570,000	381	-	108	16	1,080	318	1,035	568	756	185	24	12	82	8	248	20	3,714	1,127
4	11-7505	3	10,908,900	267	16	748	40	2,622	723	3,594	911	2,039	422	104	73	472	61	609	44	10,455	2,290
5	11-7540	2	2,908,056	350	248	468	124	648	128	2,288	104	1,191	197	68	-	448	4	240	12	5,701	817
6	12-7656	2	6,440,957	548	126	502	8	2,260	470	2,260	673	1,987	248	40	-	295	36	216	-	8,108	1,561
	SUMMARY	16	44,808,849	2,466	1,140	2,934	256	10,670	2,111	19,731	4,236	15,725	4,056	508	107	3,540	229	2,496	108	58,070	12,243
	MEAN			$\overline{T1}$	$\overline{W1}$	$\overline{T2}$	$\overline{W2}$	$\overline{T3}$	$\overline{W3}$	$\overline{T4}$	$\overline{W4}$	$\overline{T5}$	$\overline{W5}$	$\overline{T6}$	$\overline{W6}$	$\overline{T7}$	$\overline{W7}$	$\overline{T8}$	$\overline{W8}$	$\overline{T}$	$\overline{W}$
				154	71	183	17	667	132	1,233	265	983	254	32	7	221	14	156	7	3,629	767
																				$\overline{T}+\overline{W}$	4,396

$\overline{T}+\overline{W}$ = 4,396 Hours
Average Amount of DEA 2,800,553 THB
Consider Waste Time as Non Value Added (NVA)
NVA = 767 Hours
% NVA = 17.45%

จากตารางที่ 3.3 แสดงเวลาทำงานทั้งหมดของกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ และหาค่า เฉลี่ย (Mean) ในแต่ละกระบวนการย่อย และทำการรวมค่า เฉลี่ยชั่วโมงการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) จำนวนใบงาน (Job Order) ทั้งหมด 6 ใบงาน และจำนวนถังที่ผลิตทั้งหมด 16 (n)ถัง โดยมีกระบวนการผลิตมีทั้งหมด 8 กระบวนการ คือ Layout & Cut, Forming & Rolling, Parts Prepare, Assembly, Weld, PWHT & Hydro Test, Blast & Paint และ Packing

2) คำนวณค่าเฉลี่ย T จากสูตร $$\sum T=\frac{T1+T2+\cdots T8}{n} \quad \text{.....(1)}$$

3) คำนวณค่าเฉลี่ย W จากสูตร $$\sum W=\frac{W1+W2+\cdots W8}{n} \quad \text{.....(2)}$$

4) คำนวณค่าเฉลี่ย $\overline{T}$ จากสูตร $$\sum \overline{T}=\frac{\overline{T}1+\overline{T}2+\cdots \overline{T}8}{n} \quad \text{.....(3)}$$

5) คำนวณค่าเฉลี่ย $\overline{W}$ จากสูตร $$\sum \overline{W}=\frac{\overline{W}1+\overline{W}2+\cdots \overline{W}8}{n} \quad \text{.....(4)}$$

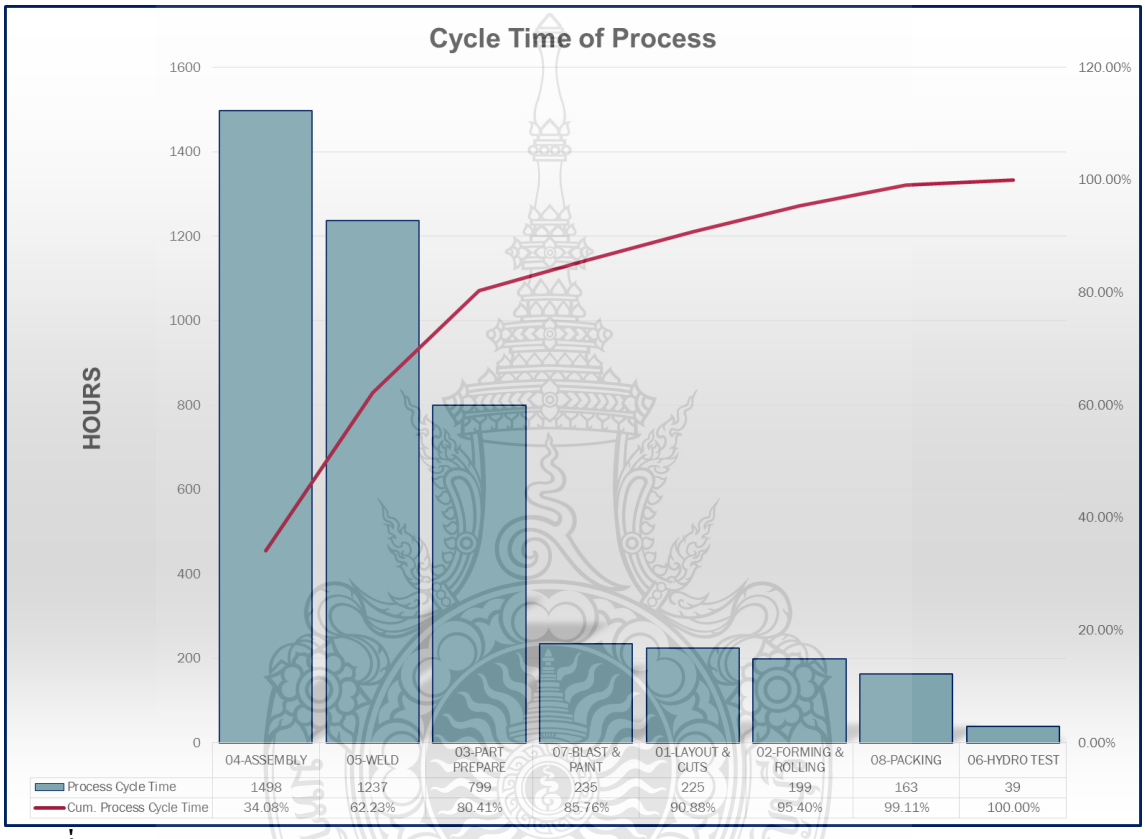
ดังนั้น

ชั่วโมงทำงานทั้งหมด	$\sum T + \sum W$	= 58,070+12,243	= 70,313 Hrs.
ค่าเฉลี่ย (Mean)	$\overline{T} + \overline{W}$	= 3,629+767	= 4,396 Hrs.
มูลค่างานทั้ง 6 รายการรวมทั้งสิ้น		= 44,808,851	บาท
จำนวนชั่วโมงที่เกิดจาก Non-Value Added ในที่นี่คือค่า $\sum W$			=12,243 Hrs.
หรือคิดเป็นมูลค่า		= 10,428,638	บาท

ตารางที่ 3.4 สรุปค่าใช้จ่ายที่เกิดจากกระบวนการ NVA และความหมายของ W*n*

Waste Process	NVA Process	*W*	Total NVA Cost	$\overline{W}$	Average NVA Cost
W1 - LAYOUT & CUTS	09-CONTROL/REVIEW	401	404,670	25	25,292
	13-REPORTING	739	534,837	46	33,427
	W1 Total	**1,140**	**939,507**	**71**	**58,719**
W2 - FORMING & ROLLING	09-CONTROL/REVIEW	8	12,178	1	761
	10-REWORK/REPAIR	248	124,342	16	7,771
	W2 Total	**256**	**136,520**	**17**	**8,532**
W3 - PART PREPARE	09-CONTROL/REVIEW	2,063	1,970,691	129	123,168
	10-REWORK/REPAIR	48	20,555	3	1,285
	W3 Total	**2,111**	**1,991,246**	**132**	**124,453**
W4 - ASSEMBLY	09-CONTROL/REVIEW	2,938	3,047,639	184	190,477
	10-REWORK/REPAIR	1,256	760,220	79	47,514
	11-TRANSPORT/MOVE PARTS	42	19,371	3	1,211
	W4 Total	**4,236**	**3,827,230**	**266**	**239,202**
W5 - WELD	09-CONTROL/REVIEW	2,199	1,913,655	137	119,603
	10-REWORK/REPAIR	230	154,802	14	9,675
	12-INSPECTION	648	469,047	41	29,315
	13-REPORTING	979	746,188	61	46,637
	W5 Total	**4,056**	**3,283,692**	**253**	**205,230**
W6 - HYDRO TEST	11-TRANSPORT/MOVE PARTS	107	41,684	7	2,605
	W6 Total	**107**	**41,684**	**7**	**2,605**
W7 - BLAST & PAINT	W9-CONTROL/REVIEW	49	40,169	3	2,511
	10-REWORK/REPAIR	180	77,421	11	4,839
	W7 Total	**229**	**117,590**	**14**	**7,350**
08 - PACKING	09-CONTROL/REVIEW	84	76,961	5	4,810
	10-REWORK/REPAIR	24	14,208	2	888
	W8 Total	**108**	**91,169**	**7**	**5,698**
Grand Total		**12,243**	**10,428,638**	**767**	**651,789**

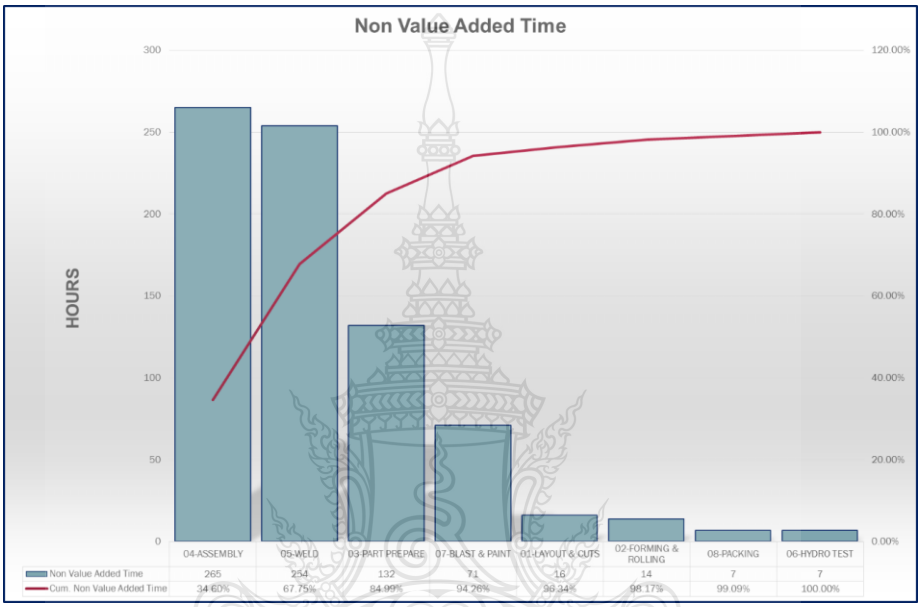
3.5.4 จากข้อมูลในตารางที่ 3.3 ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคาบเวลาประกอบด้วย VA & NVA ($\overline{T} + \overline{W}$) ของกระบวนการผลิตทั้งหมด 8 ขั้นตอน ประกอบด้วย Layout & Cuts, Forming & Rolling, Parts Prepare, Assembly, Weld, PWHT & Hydro test, Blast & Paint and packing แล้วนำมาสร้าง Pareto Chart ดังแสดงในภาพที่ 3.5 เพื่อหาว่ากระบวนการใดควรนำมาศึกษาเพื่อลดเวลาทำงานให้น้อยลงโดยใช้กระบวนการ ซิกส์ ซิกมา



ภาพที่ 3.3 แสดงผล Pareto Chart ของคาบเวลารวมในกระบวนการผลิต

จากภาพที่ 3.3 นำค่าในตารางที่ 3.3 มาแสดงผลใน Pareto Chart โดยรวมค่าเฉลี่ยของคาบเวลาในกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ พบว่ามีสองกระบวนการที่ใช้เวลามากสุดตามลำดับ คือ Assembly ใช้เวลาเฉลี่ย 1,498 ชั่วโมง และ Weld ใช้เวลาเฉลี่ย 1,237 ชั่วโมง

3.5.5 จากข้อมูลในตารางที่ 3.4 ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของเสีย ($\overline{W}$) ของกระบวนการผลิตทั้งหมด 8 ขั้นตอน ประกอบด้วย Layout & Cuts, Forming & Rolling, Parts Prepare, Assembly, Weld, PWHT & Hydro test, Blast & Paint and packing นำมาสร้าง Pareto Chart ดังแสดงในภาพที่ 3.4 เพื่อวิเคราะห์ว่ากระบวนการใดที่ควรจะนำมาศึกษาเพื่อลดเวลาของ Non-Value Added Time (W) ให้น้อยลงโดยใช้กระบวนการซิกส์ ซิกมา



ภาพที่ 3.4 แสดงผล Pareto Chart ของกระบวนการผลิตที่เกิด Non-Value Added (NVA)

จากภาพที่ 3.4 แสดงกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์ พบว่ามีสองกระบวนการที่ใช้เวลา NVA เฉลี่ยต่อถังมากสุดตามลำดับ คือ Assembly ใช้เวลาเฉลี่ย 266 ชั่วโมงและ Weld ใช้เวลาเฉลี่ย 253 ชั่วโมง

สรุปสถานะปัจจุบัน

จากการสำรวจสภาพปัจจุบันพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อถังประกอบด้วย VA และ NVA ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.5 ซึ่งค่าเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายมีค่าสูงจึงได้นำมาทำการศึกษาเพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายโดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมา

ตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อถัง

ค่าเฉลี่ยต่อถัง	Hours	Amount
Value Added Time	3,629	฿2,148,764
Non-Value Added Time	767	฿651,790

ระยะเวลาการผลิตเฉลี่ยในการทำถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์เท่ากับ 3,629 ชั่วโมงต่อถัง โดยมีเวลาของ Non-Value Added Time (W) รวมอยู่ด้วย 767 ชั่วโมงต่อถัง

เป้าหมายของการศึกษาเพื่อ ลดเวลาและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของ NVA ให้น้อยกว่า 767 ชั่วโมงต่อถัง โดยมุ่งเน้นไปที่การลดเวลาเฉลี่ยของกระบวนการ NVA สองกระบวนการคือ Assembly และ Weld ที่มีค่า NVA เฉลี่ยอยู่ที่ 519 ชั่วโมงต่อถัง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จุดมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลด Cycle time ปรับปรุงคุณภาพ ลดต้นทุนรวมทั้งสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าในการผลิตถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์ โดยการนำเทคนิคซิกส์ ซิกมา มาเป็นเครื่องมือและใช้หลัก 5 ประการของ DMAIC

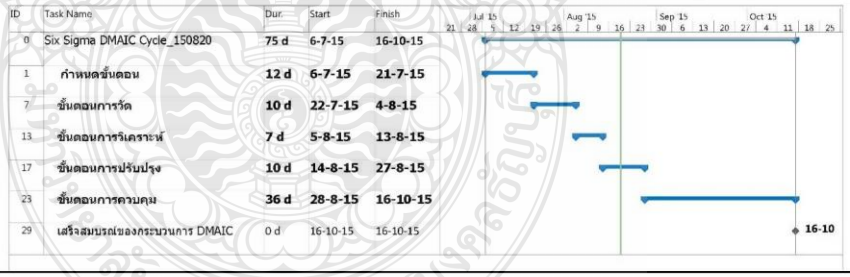
4.1 กำหนดปัญหาที่จะต้องปรับปรุง (Define Phase)

4.1.1 ศึกษาและระบุถึงปัญหาเป็นขั้นตอนแรกของ DMAIC เพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ ในขั้นตอนนี้จะตอบคำถาม 5 ข้อดังต่อไปนี้

1) อะไรเป็นปัญหาในกระบวนการผลิตและมีผลกระทบต่อธุรกิจ
2) เป้าหมายที่จะแก้ไขคืออะไร
3) ผลสำเร็จทางธุรกิจในแง่ของรายจ่าย/รายรับคืออะไร
4) ใครคือลูกค้าภายใน ในแต่ละกระบวนการ
5) กำหนดการในการดำเนินงาน

เพื่อที่จะตอบคำถามในกระบวนการของการระบุหรือกำหนดปัญหา จึงได้จัดทำ Project Charter (ธรรมนูญโครงการ) ขึ้นมาเพื่อตอบคำถามข้างต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ประกอบด้วยหัวข้อหลัก 7 ข้อคือ

1. กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์
2. รายละเอียดของโครงการ อะไรที่เป็นปัญหาของการปฏิบัติงาน
3. วัตถุประสงค์ของโครงการ
4. ผลกระทบที่ส่งผลต่อธุรกิจ
5. ขอบเขตของโครงการ
6. สิ่งที่คาดว่าจะได้รับในแง่ของธุรกิจ
7. เวลาในการทำโครงการ

<table>
<tr><td>Project Title:</td><td>การปรับปรุงเวลาการทำงานโดยใช้เทคนิคซิกส์ซิกมา ในอุตสาหกรรม
การผลิตถังแรงดันโดยเฉพาะชนิดดีเอเรเตอร์</td></tr>
<tr><td>1. Process:</td><td>Pressure Vessels Fabrication (Deaerator Type)</td></tr>
<tr><td>2. Project Description: what is the “Practical Problem” (Problem and Goal Statement)</td><td>ต้องการลดจำนวนชั่วโมงของ Non Value Added Time (NVA) ของ Assembly และ Weld Process.
ต้องการลดชั่วโมงรวมทั้งหมดให้น้อยลง (Lead Time).
ลดค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อถังให้ต่ำลง</td></tr>
<tr><td>3. Objective:</td><td>
<table>
<tr><td>Metrics that support Project Goals</td><td>Baseline (Hrs.)</td><td>Goal (Hrs.)</td><td>% Goal</td></tr>
<tr><td>Lead Time</td><td>4,090</td><td>3,681</td><td>10%</td></tr>
<tr><td>NVA Cycle time Control/Review, Repair/Rework (Assembly & Weld)</td><td>519</td><td>441</td><td>15%</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>4. Business Impact</td><td>- ผลกระทบต่อลูกค้าในเรื่องเวลาในการส่งมอบ, คุณภาพ, ราคา รวมถึงชื่อเสียงของบริษัท ถ้าทำไม่ได้ตามที่ระบุในสัญญา
- อาจทำให้มูลค่าการสั่งซื้อลดลงประมาณถึง 10% ของมูลค่าทั้งปีของถังแบบดีเอเรเตอร์</td></tr>
<tr><td>5. Project Scope</td><td>- ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ ที่สามารถทนแรงดันภายในได้ 12 บาร์ และทนอุณหภูมิได้ 215 องศาเซลเซียส
- ศึกษากระบวนการผลิตเริ่มจาก layout & Cut, Rolling & Forming, Parts Prepare, Assembly, Weld, Hydro test, blast & Paint จนถึง Packing</td></tr>
<tr><td>6. Expected Business Results: (฿, Hours, Time)</td><td>
<table>
<tr><td>Average</td><td>Current Hours</td><td>Current Amount</td><td>Goal Hours</td><td>Goal Amount</td></tr>
<tr><td>NVA (Assembly. & Weld)</td><td>519</td><td>฿ 441,000</td><td>441</td><td>฿ 374,757</td></tr>
<tr><td colspan="4">Cost Saving Average per Vessel (THB)</td><td>฿ 66,425</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>7. Project Time Line</td><td> 
</td></tr>
</table>

ภาพที่ 4.1 แสดงรายการของ Project Charter (ธรรมนูญโครงการ)

4.1.2 จัดทำ High Level Process Map เพื่อแสดงให้เห็นความสำคัญและลำดับขั้นของกระบวนการ ด้วยการทำ SIPOC เพื่อหาว่า Input (X's) คือวัตถุดิบหรือกระบวนการที่มีผลต่อ Y=f(X)? และ key output (Y's) ที่ได้คือวัตถุดิบหรือกระบวนการใด เพื่อหาว่าตัวแปรของกระบวนการไหนส่งผลถึงปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 4.3

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Warehouse	Raw Materials	Lay out/Cut	Parts	Production
Productions	Parts	Forming/Rolling	Shell & Head	Production/ Welding
Production	Parts	Parts Prepare	Nozzles, Flange, Internal parts	Production/ Welding
Production/ Welding	Equipment parts	Assembly	Un-Complete Deaerator Products	Weld
Productions	Un-weld Deaerator Products	Weld	Deaerator Products	Product Services
Product Services	Deaerator Products	PWHT/Hydro test	Good Quality of Products	Product Services
Production Services	Deaerator Products	Blast/Paint	Deaerator Products Completed	Product Services
Product Services	Deaerator Products Completed	Packing	Packing Ready to Dispatch	Final Client

ภาพที่ 4.2 High Level process Map (SIPOC)

1) Supplier ต้นทางของวัตถุดิบและกระบวนการที่ต้องป้อนให้ทาง Process input (X's)

2) Process input (X's) คือกระบวนการและชิ้นส่วนการผลิตที่จะต้องส่งต่อให้กับ Fabrication process

3) Fabrication process เป็นกระบวนการผลิต 8 ขั้นตอนของการผลิตถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์ ประกอบด้วย Layout/Cut, Forming/Rolling, Part Prepare, Assembly, Weld, PWHT/Hydro test, Blast & Paint and Packing.

4) Output Process (Y's) ที่ได้รับจากขั้นตอน Fabrication Process เป็นชิ้นงานที่อยู่ในกระบวนการผลิตที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์และชิ้นงานที่สมบูรณ์ในกระบวนการสุดท้าย

5) Customers เป็นแผนกที่รับผิดชอบต่อจาก output เพื่อส่งต่อไปที่ process ต่อไปจนถึงลูกค้าคนสุดท้ายที่เป็นผู้ที่สั่งซื้อ

จากกระบวนการของ SIPOC ดังแสดงในภาพที่ 4.2 จึงได้ทำ Top-Down process เพื่อที่จะทำให้ทราบรายละเอียดของปัญหาว่าในแต่ละกระบวนการมีกระบวนการย่อยใดบ้างที่สามารถก่อปัญหาต่อกระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 แสดง Top-Down ของกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์

ภาพที่ 4.3 แสดงให้เห็นกระบวนการย่อยต่อจาก SIPOC ว่ามีขั้นตอนในช่วงไหนที่มีความเป็นไปได้ว่าจะเกิด Long Lead Time และ NVA ของกระบวนการผลิตบ้างซึ่งในภาพที่ 4.3 แสดงว่ากระบวนการ Assembly และ weld มีจำนวนกิจกรรมมากที่สุด

จากภาพที่ 4.3 นำมาทำการวิเคราะห์ว่ากระบวนการย่อยใดเป็น Value Added และกระบวนการใดเป็น Non-Value Added ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดง Activities ที่เป็น VA & NVA

Activity	Customer Value Added	Non-Value Added
01-Lay out & Cut		
- **Cutting plan**	X	
- **Withdraw Plates from warehouse**		X
- **Transport to CNC/ Cutting area**		X
- **Cutting as per cutting plan**	X	
02-Forming & Rolling		
- **Shop drawing for Radius and OD.**		X
- **Transport cutting plate to forming shop and Roller shop**	X	X
- **Press, Spinning Rolling as per shop drawing**	X	
- **Weld long Seam by SAW process**		
03-Parts Prepare		
- **Shop drawing for parts**		X
- **Transport cutting parts to part prepare area**		X
- **Parts assembly**	X	
- **Parts inspect and weld**	X	
04-Assembly		
- **Shop drawing**		X
- **Transport Head, shell and parts to shop floor**		X
- **Fit-up shell for shell circumference connection**	X	
- **Fit-up head to shell**	X	
- **Opening shell for nozzles fit-up**	X	
- **Internal parts assembly**	X	

ตารางที่ 4.1 แสดง Activities ที่เป็น VA & NVA (ต่อ)

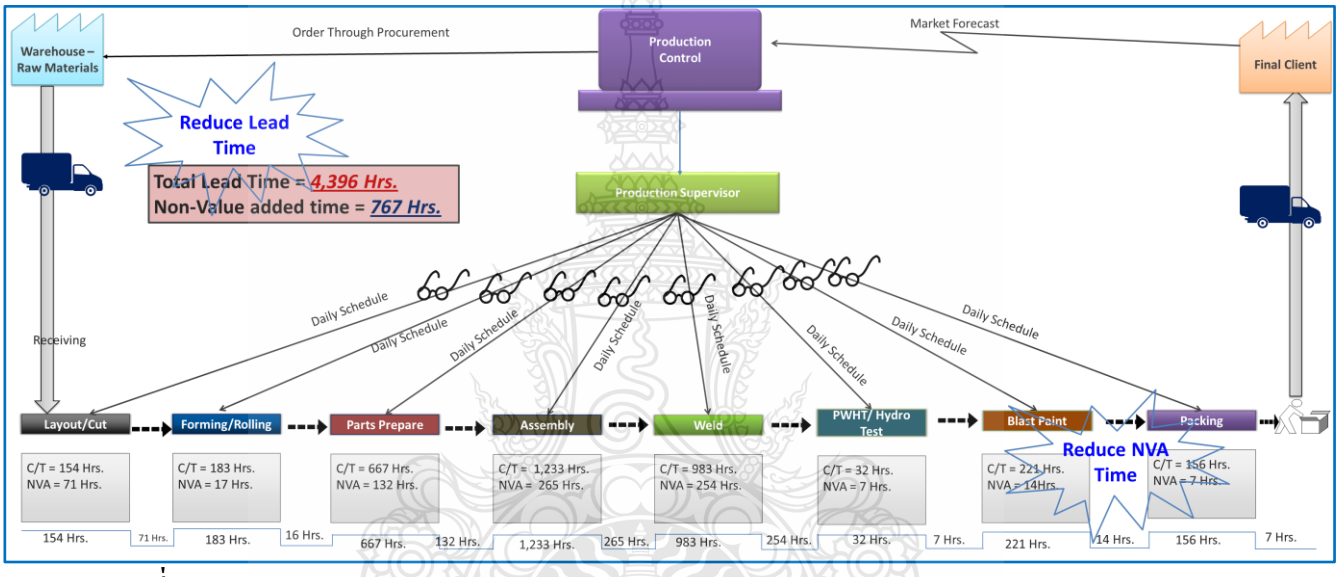
Activity	Customer Value Added	Non-Value Added
05-Weld		
- **WPS/PQR prepare**		X
- **Weld joint mapping**		X
- **Issue weld Coupon**		X
- **Withdraw welding rod as per weld coupon**		X
- **Weld circumference and NDE**	X	
- **Weld head & NDE**	X	
- **Weld Nozzles & NDE**	X	
- **Weld internal & NDE**	X	
06-PWHT & Hydro Test		
- **Prepare Hydro Chart/ Temperature**		X
- **Transport DE from Shop Floor to Hydro test area**		X
- **Hydro Test by water with high pressure pump**	X	
- **Transport DE to Furnace for PWHT**		X
07-Blast & Paint		
- **Paint procedure preparation**		X
- **Transport from Furnace to Paint Shop**		X
- **Internal cleaning and blast external shell**	X	
- **Primer, Intermediate, Top coat with DFT Check**	X	
08-Packing		
- **Packing list preparation**		X
- **Transport from Blast shop to packing area**		X
- **Pack spare parts**	X	
- **Pack DE and others**	X	
- **Dispatch DE to Final Destination**	X	

4.2 ขั้นตอนการวัดกระบวนการ (Measure Phase)

เมื่อได้ขั้นตอนของปัญหามาแล้ว จึงระบุขั้นตอนที่สัมพันธ์กับความสามารถของกระบวนการปัจจุบัน ในขั้นตอนนี้จะตอบคำถาม 4 ข้อดังต่อไปนี้

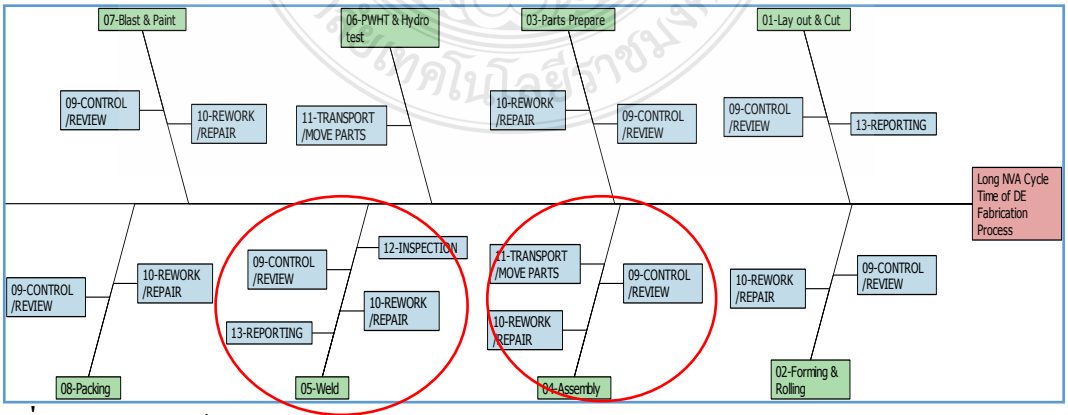
1) กระบวนการไหนที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน
2) อะไรคือ input (X's) ในเทอมของ Y=f(X)
3) การดำเนินการในปัจจุบันเป็นแบบไหน

เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของกระบวนการของการปฏิบัติงานจากสถานการณ์ปัจจุบัน จึงได้แสดงในรูปของ Value Steam Mapping ดังแสดงในภาพที่ 4.4



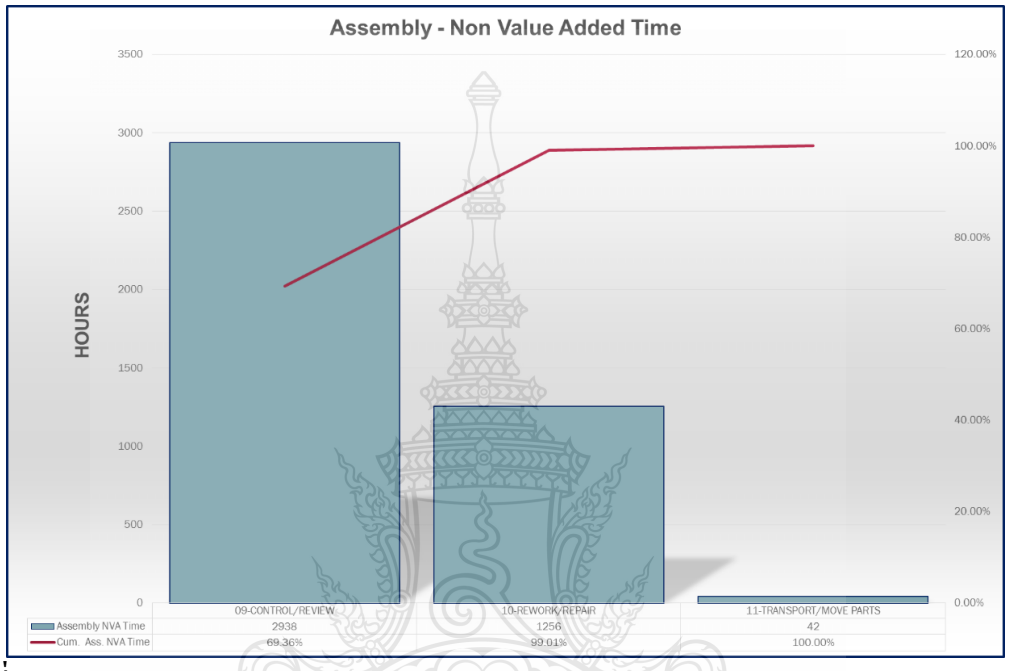
ภาพที่ 4.4 แสดง Value Steam Mapping ของกระบวนการผลิต

ขั้นตอนนี้จะทำการระดมสมองเพื่อหา X's input ที่ส่งผลต่อ Y โดยพิจารณาจากการดำเนินงานในสถานการณ์ปัจจุบัน แสดงผลแผนผังก้างปลาว่าในแต่ละกระบวนการนั้นมี NVA ใดเกิดขึ้นบ้างดังแสดงในภาพที่ 4.5



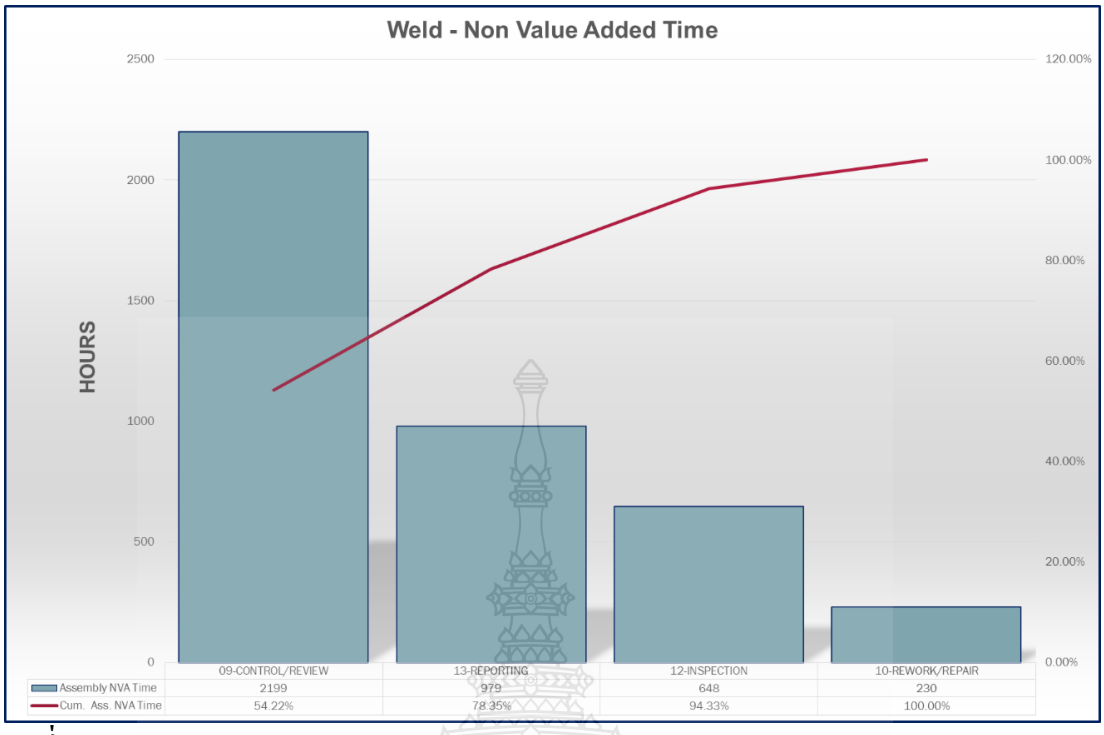
ภาพที่ 4.5 แสดงผังก้างปลาของ NVA ในแต่ละกระบวนการ

จากภาพที่ 4.5 ของผังก้างปลา และภาพที่ 3.4 ที่แสดง Pareto Chart ของคาบเวลาในกระบวนการผลิตที่เกิด NVA มากที่สุดคือ Assembly และ Weld ตามลำดับ จึงนำข้อมูลทั้งสองมาวิเคราะห์ต่อว่าใน Assembly และ Weld ค่า NVA มีกระบวนการใดบ้าง ดังแสดงผลในรูปแบบ Pareto chart ดังแสดงในภาพที่ 4.6 และ 4.7



ภาพที่ 4.6 Pareto Chart แสดงค่า NVA รวมของกระบวนการ Assembly

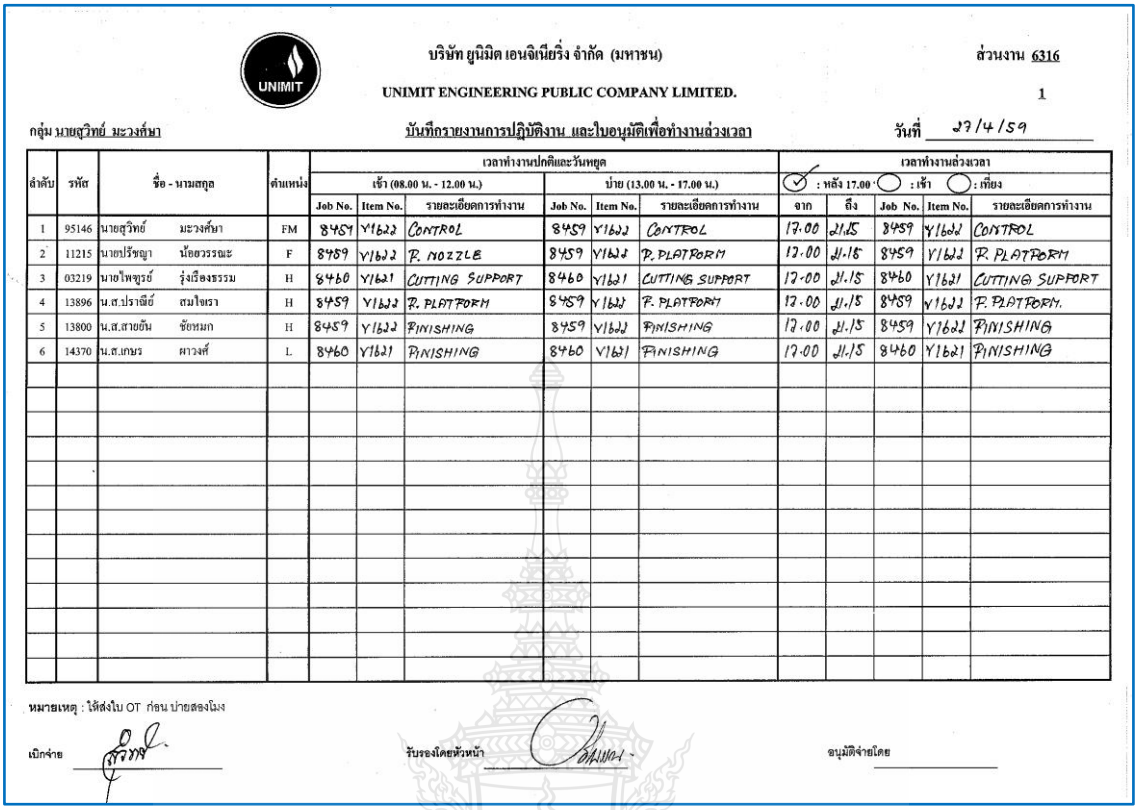
ในการวิเคราะห์ NVA ของกระบวนการ Assembly ได้ข้อมูลที่ควรทำการแก้ไขสองขั้นตอน คือกระบวนการ Control & Review ที่ใช้เวลารวม 2,938 ชั่วโมง และ Rework & Repair ที่ใช้เวลารวม 1,256 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่า NVA ตามตารางที่ 3.3 จึงได้นำกระบวนการนี้มาทำการระดมสมองโดยใช้แผนผังก้างปลาเพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลต่อ NVA Cycle time ของกระบวนการ Assembly



ภาพที่ 4.7 Pareto Chart แสดงค่า NVA ของกระบวนการ Weld

ในการวิเคราะห์ NVA ของกระบวนการ Weld ได้ข้อมูลที่ควรทำการแก้ไขสองขั้นตอน คือ กระบวนการ Control & Review ที่ใช้เวลารวม 2,199 ชั่วโมง และ Reporting ที่ใช้เวลารวม 979 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่า NVA ตามตารางที่ 3.3 จึงได้นำกระบวนการนี้มาทำการระดมสมองโดยใช้แผนผังก้างปลาเพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลต่อ NVA Cycle time ของกระบวนการ Weld

ขั้นตอนนี้ได้นำข้อมูลจากฐานข้อมูลในระบบเครือข่ายของบริษัทซึ่งเป็นข้อมูลตามรายงานประจำวันที่ลงรายงานการทำงานของแต่ละใบสั่งงานดังแสดงในภาพที่ 4.8 ภายใต้การควบคุมของวิศวกรและหัวหน้าควบคุมงาน



บริษัท ยูนิมิต เอนจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

UNIMIT ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED.

ส่วนงาน 6316

1

กลุ่ม นายสุวิทย์ มะวงศ์ษา

บันทึกรายงานการปฏิบัติงาน และใบอนุมัติเพื่อทำงานล่วงเวลา

วันที่ 27/4/59

ลำดับ	รหัส	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง	เวลาทำงานปกติและวันหยุด						เวลาทำงานล่วงเวลา				
				เช้า (08.00 น. - 12.00 น.)			บ่าย (13.00 น. - 17.00 น.)			✓ : หลัง 17.00 ◯ : เช้า ◯ : เที่ยง				
				Job No.	Item No.	รายละเอียดการทำงาน	Job No.	Item No.	รายละเอียดการทำงาน	จาก	ถึง	Job No.	Item No.	รายละเอียดการทำงาน
1	95146	นายสุวิทย์ มะวงศ์ษา	FM	8459	Y1622	CONTROL	8459	Y1622	CONTROL	17.00	21.15	8459	Y1622	CONTROL
2	11215	นายปรัชญา น้อยวรรณะ	F	8459	Y1622	P. NOZZLE	8459	Y1622	P. PLATFORM	17.00	21.15	8459	Y1622	P. PLATFORM
3	03219	นายไพฑูรย์ รุ่งเรืองธรรม	H	8460	Y1621	CUTTING SUPPORT	8460	Y1621	CUTTING SUPPORT	17.00	21.15	8460	Y1621	CUTTING SUPPORT
4	13896	น.ส.ปราณีย์ สมใจเรา	H	8459	Y1622	P. PLATFORM	8459	Y1622	P. PLATFORM	17.00	21.15	8459	Y1622	P. PLATFORM.
5	13800	น.ส.สายธัน ชัยหมก	H	8459	Y1622	FINISHING	8459	Y1622	FINISHING	17.00	21.15	8459	Y1622	FINISHING
6	14370	น.ส.เกษร ผาวงศ์	L	8460	Y1621	FINISHING	8460	Y1621	FINISHING	17.00	21.15	8460	Y1621	FINISHING

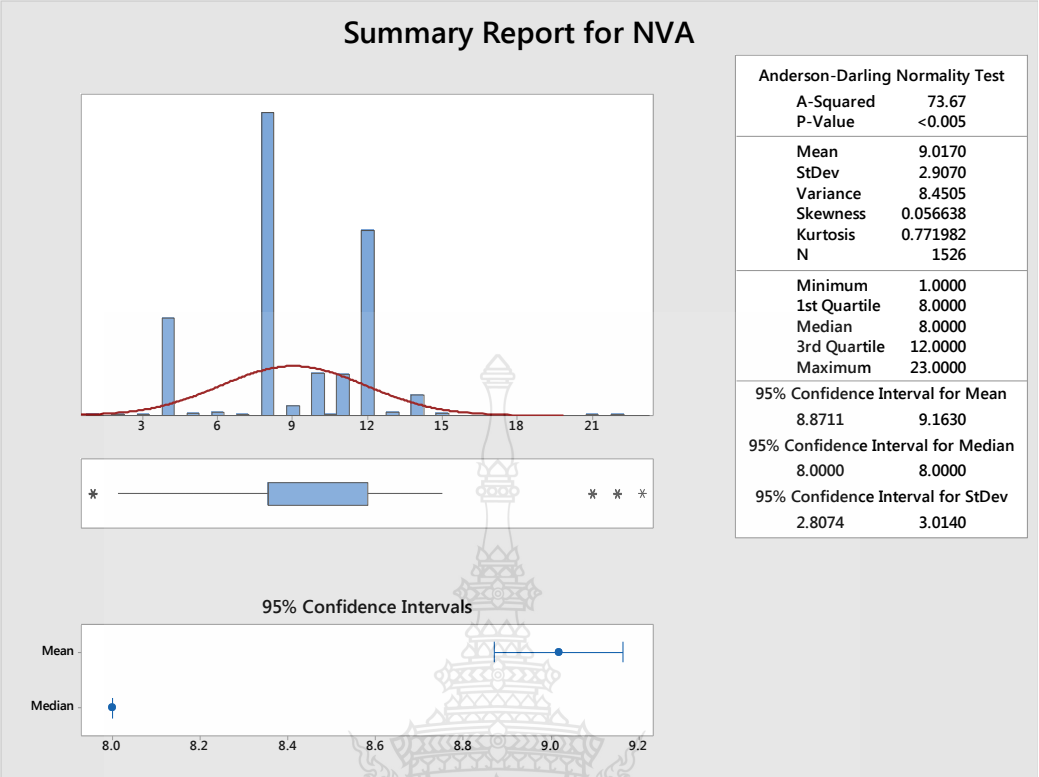
หมายเหตุ : ให้ส่งใบ OT ก่อน บ่ายสองโมง

เบิกจ่าย รับรองโดยหัวหน้า อนุมัติจ่ายโดย

ภาพที่ 4.8 ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรายงานประจำวัน

ภาพที่ 4.8 แสดงให้เห็นถึงรายงานประจำวันในแต่ละกิจกรรม ประกอบด้วย ชื่อผู้ปฏิบัติงาน จำนวนงานที่ทำต่อวัน จำนวนชั่วโมงในการปฏิบัติงาน ข้อมูลที่จัดเก็บในแต่ละวันอยู่ภายใต้การควบคุมของวิศวกรและผู้ควบคุมงาน

เพื่อวิเคราะห์ว่าข้อมูลที่เก็บในแต่ละวันโดยรวมแล้วเป็นของมูลที่มีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) หรือ เป็นแบบไม่ปกติ (non-normal distribution) จึงได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยการหาค่า P-value โดยใช้ Anderson-Darling normality test ดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แสดงค่า P-value ของข้อมูล

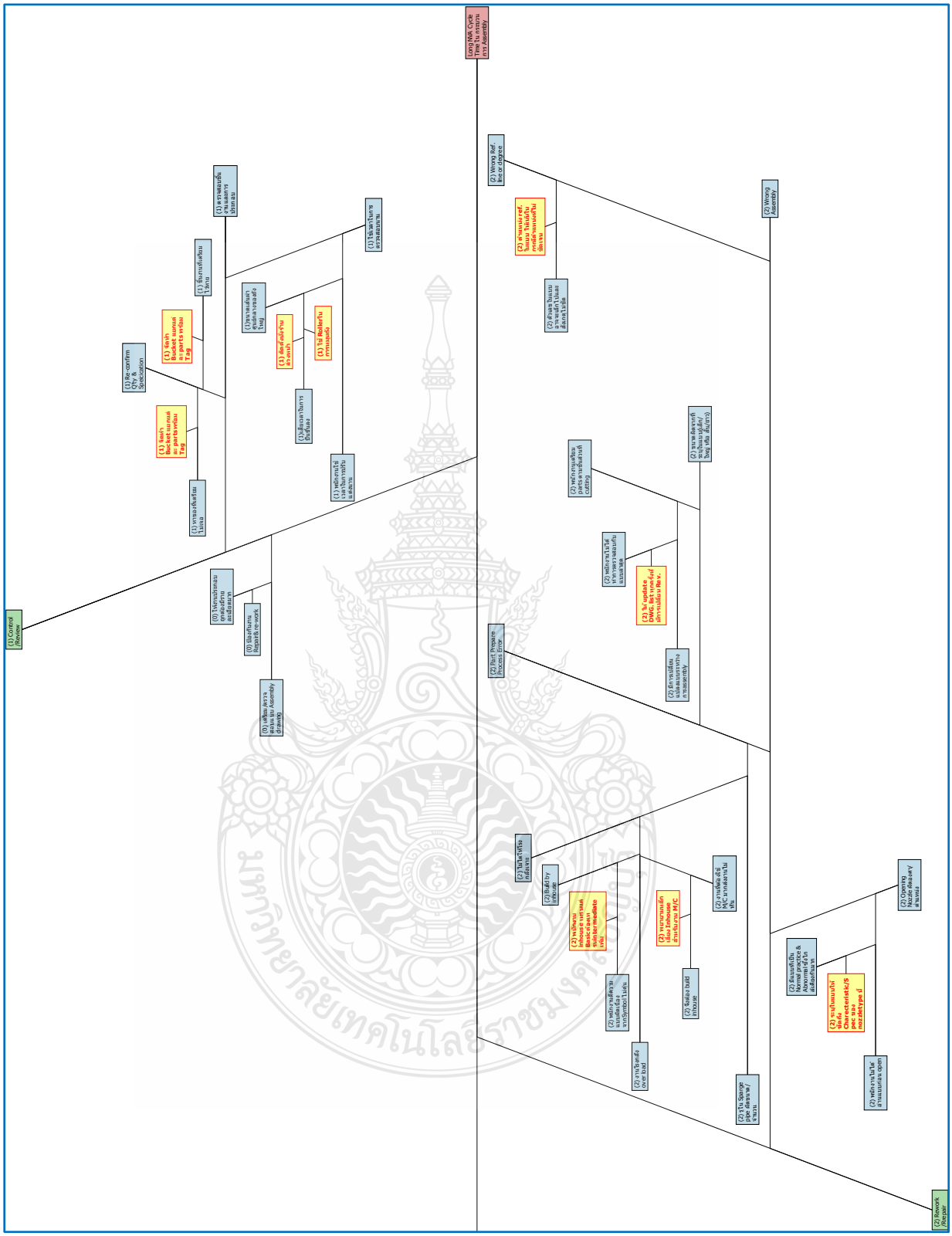
จากภาพที่ 4.9 การกระจายของข้อมูล P-Value น้อยกว่า <0.005 เป็นการกระจายของข้อมูลที่ไม่ปกติ (non-normal data distribution)

4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ของกระบวนการผลิต (Analysis Phase)

จากผลสรุปของขั้นตอนการวัดการดำเนินงานของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาช่องว่างระหว่างผลการดำเนินการในปัจจุบันและการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้จะตอบคำถาม 3 ข้อดังต่อไปนี้

1) สาเหตุหลักของปัญหา (Root Cause)
2) แหล่งที่มาของตัวแปร
3) ในเทอมของ Y=f(X) อะไรคือช่องว่างระหว่างการดำเนินงานปัจจุบันกับเป้าหมายการดำเนินงานที่ต้องการ

เพื่อหาสาเหตุว่าในแต่ละกระบวนการมีขั้นตอนใดที่ทำให้เกิด Long Cycle Time ของ NVA จึงได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการของ Cause & effect diagram หรือแผนผังก้างปลา เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหา (Root cause) ที่ทำให้เกิด Long Cycle time ของ NVA ในกระบวนการ Assembly ดังแสดงในภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 แผนผังก้างปลาแสดง Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Assembly

จากการนำเอา input X's มาวิเคราะห์ใน Cause & effect Matrix แล้วนำไปแสดงใน Pareto chart ได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในภาพที่ 4.11 และ 4.13

ตารางที่ 4.2 แสดง Cause & Effect Matrix ของ NVA time ในกระบวนการ Assembly

Importance of each output to the customer			9		
		Outputs	Long NVA Cycle Time ในกระบวนการ Assembly		
Process Map - Activity	**Item**	**Inputs (X Variable)**	**Weighte**	**% of Net**	**Status**
Assembly Variable - Control/Review	1	(0) เตรียม/ตรวจสอบแบบ Assembly drawing	1	9	0.50% Eliminated
Assembly Variable - Control/Review	2	(0) ให้งานประกอบถูกต้องมีรายละเอียดมาก	1	9	0.50% Eliminated
Assembly Variable - Control/Review	3	(0) ป้องกันงาน Repair& re-work	1	9	0.50% Eliminated
Assembly Variable - Control/Review	4	(1) หาของที่เตรียมไม่เจอ	3	27	1.60% Potential
Assembly Variable - Control/Review	5	(1) ชิ้นงานที่เตรียมไว้หาย	3	27	1.60% Potential
Assembly Variable - Control/Review	6	(1) Re-confirm Q'ty & Speicication	3	27	1.60% Potential
Assembly Variable - Control/Review	7	(1) ตรวจสอบชิ้นงานและการประกอบ	3	27	1.60% Potential
Assembly Variable - Control/Review	8	(1) ใช้เวลาในการตรวจสอบนาน	3	27	1.60% Potential
Assembly Variable - Control/Review	9	(1) พนักงานใช้เวลาในการปรับแต่งนาน	3	27	1.60% Potential
Assembly Variable - Control/Review	10	(1)เสียเวลาในการบีนขึ้นลง	3	27	1.60% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	11	(2) Wrong Ref. line or degree	9	81	4.80% Critical
Assembly Variable - Repair/Rework	12	(2) ตัวเลขในแบบอาจจะเล็กไปและสังเกตุไม่ชัด	9	81	4.80% Critical
Assembly Variable - Repair/Rework	13	(2) Wrong Assembly	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	14	(2) Opening Nozzle ผิดองศา/ตำแหน่ง	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	15	(2) พนักงานไม่ได้อ่านแบบก่อน open	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	16	(2) มีแบบทีเป็น Normal practice & Abnormal ซึ่งใกล้เคียงกันมาก	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	17	(2) Part Prepare Process Error	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	18	(2) รูใน Sparge pipe ผิดขนาด/จำนวน	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	19	(2) ขนาดผิดจากที่ระบุในแบบ(เล็ก/ใหญ่ หรือ สั้น/ยาว)	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	20	(2) พนักงานเตรียม parts ตามชิ้นส่วนที cutting	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	21	(2) ไม่ได้ให้โรงกลึงเจาะ	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	22	(2) งานโรงกลึง over load	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	23	(2) มีการเปลี่ยนแปลงแบบระหว่างการassembly	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	24	(2) พนักงานไม่ได้ทำการตรวจสอบกับแบบล่าสุด	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	25	(2) จิงต้อง build inhouse	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	26	(2) พนักงานตีความแบบผิดเนื่องจากSymbol ไม่คุ้น	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	27	(2) Build by inhouse	9	81	4.80% Potential
Assembly Variable - Repair/Rework	28	(2) งานที่ต้องใช้ M/C มากส่งงานไม่ทัน	9	81	4.80% Potential
		Weighted effect on each output	1674		

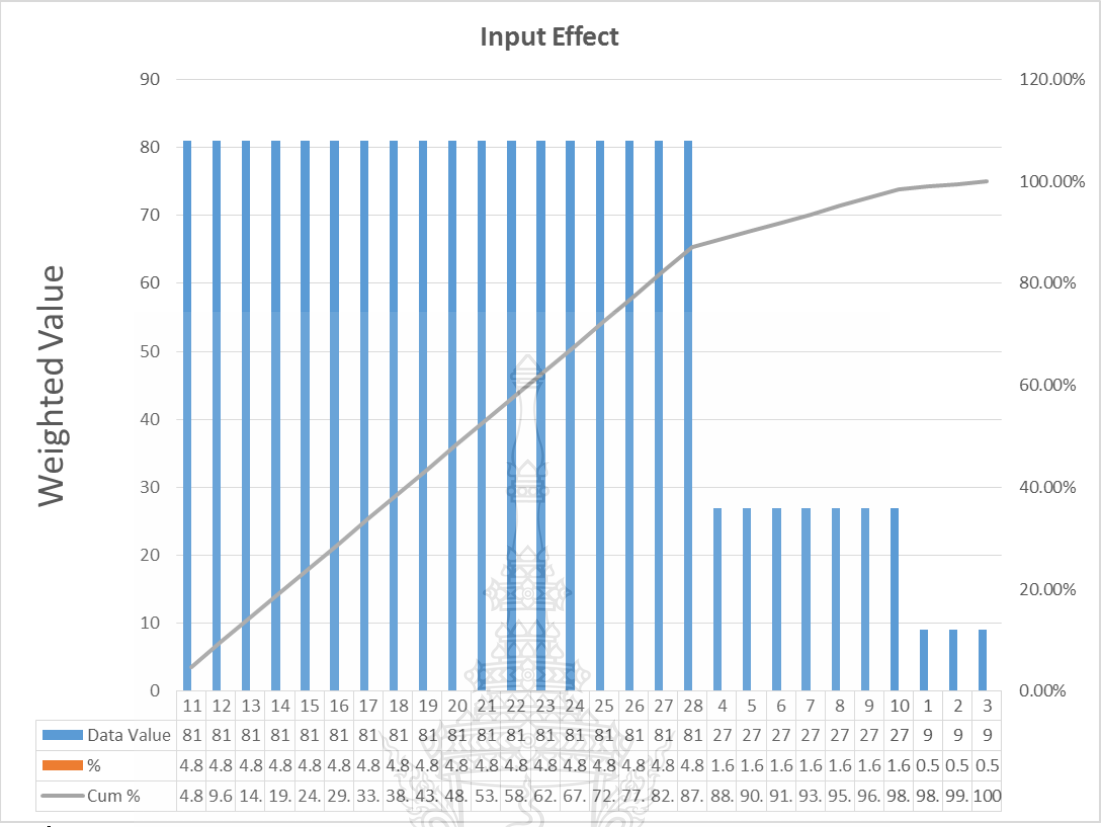
การให้คะแนนของ C&E Matrix ทางด้าน Y's จะมี scale จาก 1 ถึง 10 ในที่นี่เลือกที่ความสำคัญคือ 9 ส่วน input X's ก็จะมี Scale 1 ถึง 9 แต่การให้คะแนนจะใช้ตัวเลข แค่ 0, 1, 3 และ 9 เท่านั้น (McCarty, Bremer, Daniels, Gupta, 2004, p. 368)

0 - ไม่มีผลกระทบหรือความสัมพันธ์

1 - มีผลกระทบน้อยหรือมีความสัมพันธ์ที่น้อย

3 - มีผลกระทบปานกลางหรือมีความสัมพันธ์ปานกลาง

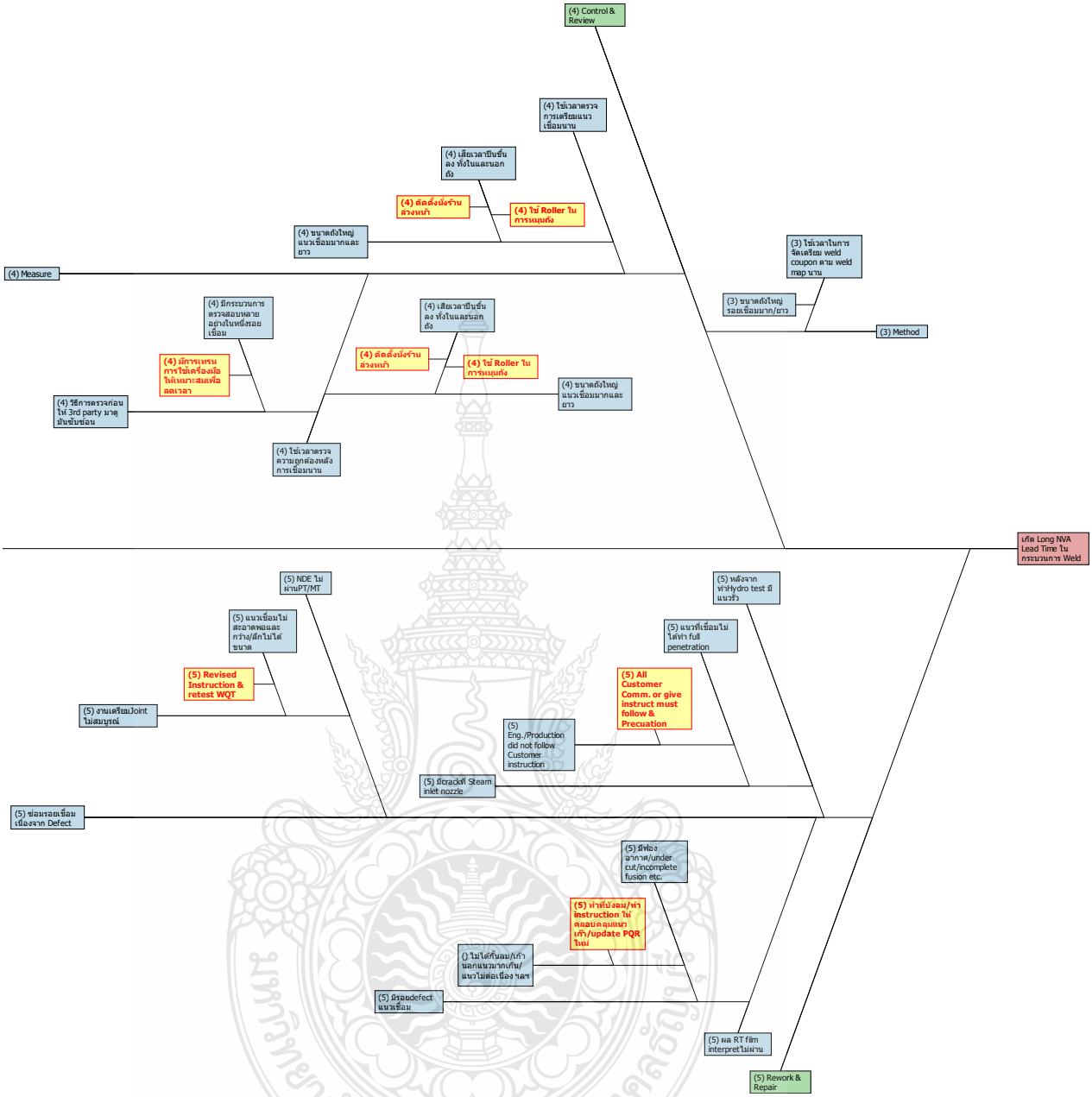
9 - มีผลกระทบมากหรือมีความสัมพันธ์ที่มาก



ภาพที่ 4.11 แสดง Pareto chart Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Assembly

จากภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นถึง Root cause ของ NVA ของกระบวนการ Assembly ที่มุ่งไปในสองส่วนใหญ่ ๆ คือ Control/Review และ Repair/Rework

ค่าความหมายของ Input Effect แสดงในตารางที่ 4.2 ในช่อง Item



ภาพที่ 4.12 แผนผังก้างปลาแสดง Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Weld

ในแผนผังก้างปลาที่เป็นสีแดง คือ ส่วนที่จะนำไปปรับปรุงเพื่อลดเวลา Long Cycle time ของ Assembly NVA ในขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase)

จากการนำเอา input X's มาวิเคราะห์ใน Cause & Effect Matrix ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3 แล้วนำไปแสดงใน Pareto chart ได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.3 แสดง Cause & Effect Matrix ของ NVA time ในกระบวนการ Weld

Importance of each output to the customer			**9**	**เกิด Long NVA Lead Time ในกระบวนการ Weld**		
Outputs						
Process Map - Activity	**Item**	**Inputs (X Variable)**		**Weighted Value by Input**	**% of Net Effect by Input**	**Status**
Weld Variable - Control/Review	1	(3) ใช้เวลาในการจัดเตรียม weld coupon ตาม weld map นาน	1	9	0.80%	Eliminated
Weld Variable - Control/Review	2	(3) ขนาดถังใหญ่ รอยเชื่อมมาก/ยาว	1	9	0.80%	Eliminated
Weld Variable - Control/Review	3	(4) ใช้เวลาตรวจการเตรียมแนวเชื่อมนาน	3	27	2.30%	Potential
Weld Variable - Control/Review	4	(4) ขนาดถังใหญ่แนวเชื่อมมากและยาว	3	27	2.30%	Potential
Weld Variable - Control/Review	5	(4) เสียเวลาปีนขึ้นลง ทั้งในและนอกถัง	3	27	2.30%	Potential
Weld Variable - Control/Review	6	(4) มีกระบวนการตรวจสอบหลายอย่างในหนึ่งรอยเชื่อม	3	27	2.30%	Potential
Weld Variable - Control/Review	7	(4) วิธีการตรวจก่อนให้ 3rd party มาดูมันซับซ้อน	3	27	2.30%	Potential
Weld Variable - Control/Review	8	(4) ใช้เวลาตรวจความถูกต้องหลังการเชื่อมนาน	3	27	2.30%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	9	(5) ซ่อมรอยเชื่อมเนื่องจาก Defect	9	81	7.00%	Critical
Weld Variable - Repair/Rework	10	(5) NDE ไม่ผ่านPT/MT	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	11	(5) งานเตรียมJoint ไม่สมบูรณ์	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	12	(5) แนวเชื่อมไม่สะอาดพอและกว้าง/ลึกไม่ได้ขนาด	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	13	(5) ไม่ได้กันลม/เกินอกแนวมากเกิน/แนวไม่ต่อเนื่อง ฯลฯ	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	14	(5) มีฟองอากาศ/under cut/incomplete fusion etc.	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	15	(5) มีรอยdefect แนวเชื่อม	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	16	(5) ผล RT film interpretไม่ผ่าน	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	17	(5) หลังจากทำHydro test มีแนวรั่ว	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	18	(5) มีcrackที่ Steam inlet nozzle	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	19	(5) แนวที่เชื่อมไม่ได้ทำ full penetration	9	81	7.00%	Potential
Weld Variable - Repair/Rework	20	(5) Eng./Production did not follow Customer instruction	9	81	7.00%	Potential
		Weighted effect on each output	1152			

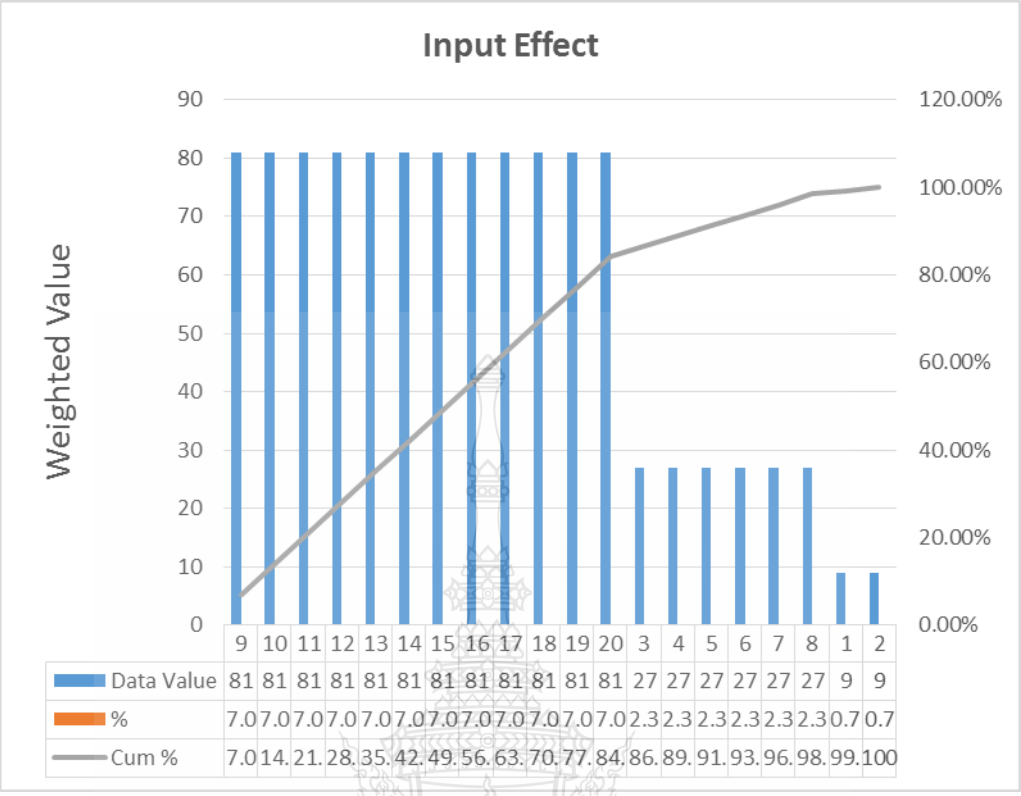
การให้คะแนนของ C&F Matrix ก็จะเหมือนกับ Assembly ทางด้าน Y's จะมี scale จาก 1 ถึง 10 ในที่นี่เลือกที่ความสำคัญคือ 9 ส่วน input X's ก็จะมี Scale 0 ถึง 9 แต่การให้คะแนนจะใช้ตัวเลข แค่ 0, 1, 3 และ 9 เท่านั้น (McCarty, Bremer, Daniels, and Gupta, 2004, p. 368)

0 - ไม่มีผลกระทบหรือความสัมพันธ์

1 - มีผลกระทบน้อยหรือมีความสัมพันธ์ที่น้อย

3 - มีผลกระทบปานกลางหรือมีความสัมพันธ์ปานกลาง

9 - มีผลกระทบมากหรือมีความสัมพันธ์ที่มาก



ภาพที่ 4.13 แสดง Pareto chart Root Cause ของ NVA time ในกระบวนการ Weld

จากภาพที่ 4.13 แสดงให้เห็นถึง Root cause ของ NVA ของกระบวนการ Weld ที่มุ่งไปในสองส่วนใหญ่ ๆ คือ Control/Review และ Repair/Rework ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Assembly

ความหมายของ Input Effect แสดงในตารางที่ 4.3 ในช่อง Item

4.4 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Improve Phase)

จากบทสรุปของการวิเคราะห์กระบวนผลิตทำให้ได้รู้สาเหตุที่ทำให้การทำงานด้อยประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้จึงได้หาวิธีที่จะปรับปรุงในแต่ละกระบวนการผลิต เพื่อลดเวลาการผลิตให้ได้ตามวัตถุประสงค์ ในขั้นตอนนี้จะตอบคำถาม 3 ข้อดังต่อไปนี้

1) อะไรเป็นข้อแนะนำในการแก้ปัญหา
2) วิธีในการแก้ปัญหาตอบโจทย์สาเหตุหลัก (Root Cause)ได้หรือไม่
3) ต้นทุนในเรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายลดได้จริงหรือไม่อย่างไร

การดำเนินการในขั้นตอนนี้แบ่งเป็น 3 ข้อดังต่อไปนี้

4.4.1 ข้อแนะนำในการแก้ปัญหา

กระบวนการที่นำมาใช้ในขั้นตอนนี้ได้จากการระดมสมองจากแผนผังก้างปลาดังแสดงในภาพที่ 4.10 และ 4.12 ที่อยู่ในกล่องสีแดงนั้นเป็นกระบวนการที่จะนำมาแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุง

กระบวนการและลดเวลา Cycle time ของ NVA ในรูปแบบของ Solution Desirability Matrix ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.14 Improve Pareto Chart ของกระบวนการ Assembly ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 แสดง Solution Desirability Matrix ของกระบวนการ Assembly

Solution selection criteria weighting		9	9	9		
	Selection criteria	Reduce NVA Cycle Time?	Reduce NVA Cost?	Improve Quality?		
Code	Proposed Solution				Weighted Score	% of Total
1	(1) จัดทำ Bucket แยกแต่ละ partsพร้อม Tag	3	1	3	63	9.50%
2	(1) ติดตั้งนั่งร้านล่วงหน้า	9	1	1	99	14.90%
3	(1) ใช้ Rollerในการหมุนถัง	3	1	1	45	6.80%
4	(2) ตำแหน่ง ref. ในแบบ ให้เน้นในกรณีตำแหน่งที่ไม่ชัดเจน	3	3	9	135	20.30%
5	(2) ระบุในแบบให้ชัดถึง Charecteristic/Spec ของ nozzletype นี้	3	3	9	135	20.30%
6	(2) พนักงาน inhouse เทรนแค่ Basicต้องเทรน intermediateเพิ่ม	3	3	3	81	12.20%
7	(2) พยายามหลีกเลี่ยง Inhouse สำหรับงาน M/C	3	1	3	63	9.50%
8	(2) ให้ update DWG. list ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน Rev.	1	1	3	45	6.80%
				*	*	
				*	*	
	Total	252	126	288		

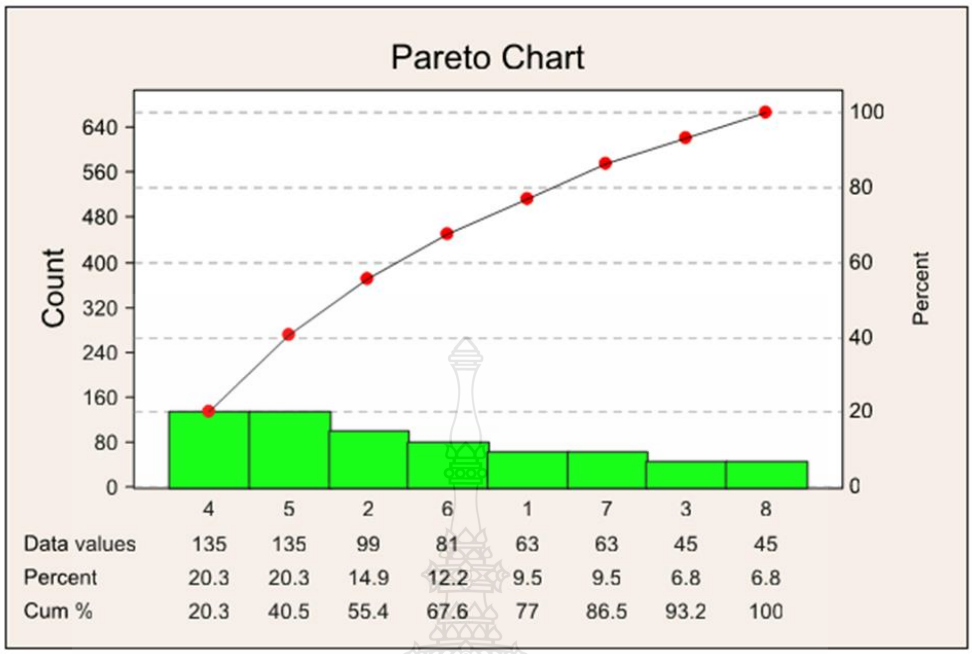
การให้คะแนนใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับ C&F Matrix คือ ทางด้าน Y's จะมี scale จาก 1 ถึง 10 ในที่นี่เลือกที่ความสำคัญคือ 9 ส่วน input X's ก็จะมี Scale 0 ถึง 9 แต่การให้คะแนนจะใช้ตัวเลขแค่ 0, 1, 3 และ 9 เท่านั้น (McCarty, Bremer, Daniels, and Gupta, 2004, p. 368)

0 - ไม่มีผลกระทบหรือความสัมพันธ์

1 - มีผลกระทบน้อยหรือมีความสัมพันธ์ที่น้อย

3 - มีผลกระทบปานกลางหรือมีความสัมพันธ์ปานกลาง

9 - มีผลกระทบมากหรือมีความสัมพันธ์ที่มาก



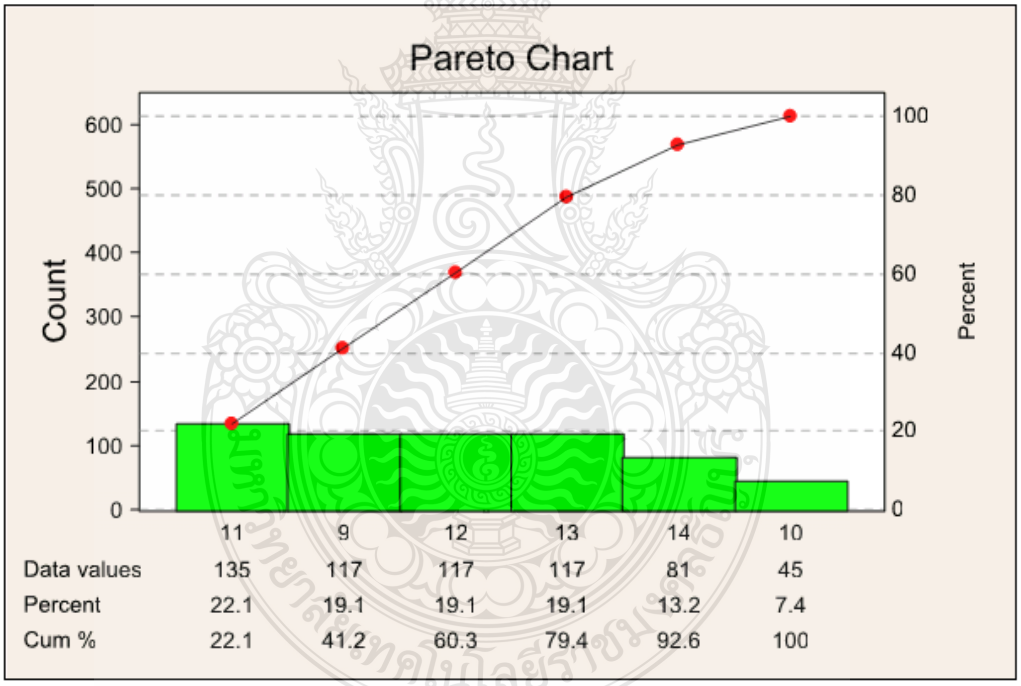
ภาพที่ 4.14 แสดง Implement Pareto chart ของกระบวนการ Assembly

จากภาพที่ 4.14 ได้นำเอาการระดมสมองจากแผนผังก้างปลาดังแสดงในภาพที่ 4.10 ที่อยู่ในกล่องสีแดงนั้นเป็นกระบวนการที่จะนำมาแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุงกระบวนการและลดเวลา Cycle time ของ NVA ในรูปแบบของ Solution Desirability Matrix ดังแสดงในตารางที่ 4.4 โดยมีลำดับความสำคัญของปัญหา (Propose Solution) เรียงลำดับดังนี้ 4, 5, 2, 6, 1, 7, 3 และ 8

ความหมายของ Proposed Solution แสดงในตารางที่ 4.4 ในช่อง Code

ตารางที่ 4.5 แสดง Solution Desirability Matrix ของกระบวนการ Weld

	Solution selection criteria weighting	9	9	9		
	Selection criteria	Reduce NVA Cycle Time?	Reduce NVA Cost?	Improve Quality?		
Code	Proposed Solution				Weighted Score	% of Total
9	(4) ติดตั้งนั่งร้านล่วงหน้า	9	3	1	117	19.10%
10	(4) ใช้ Roller ในการหมุนถัง	3	1	1	45	7.40%
11	(4) มีการเทรนการใช้เครื่องมือให้เหมาะสมเพื่อลดเวลา	9	3	3	135	22.10%
12	(5) Revised Instruction & retest WQT	3	1	9	117	19.10%
13	(5) ทำที่บังลม/ทำ instruction ให้คลอบคลุมแนวเก่า/update PQR ใหม่	3	1	9	117	19.10%
14	(5) All Customer Comm. or give instruct must follow & Precuation	3	3	3	81	13.20%
				*	*	
				*	*	
				*	*	
	Total	270	108	234		



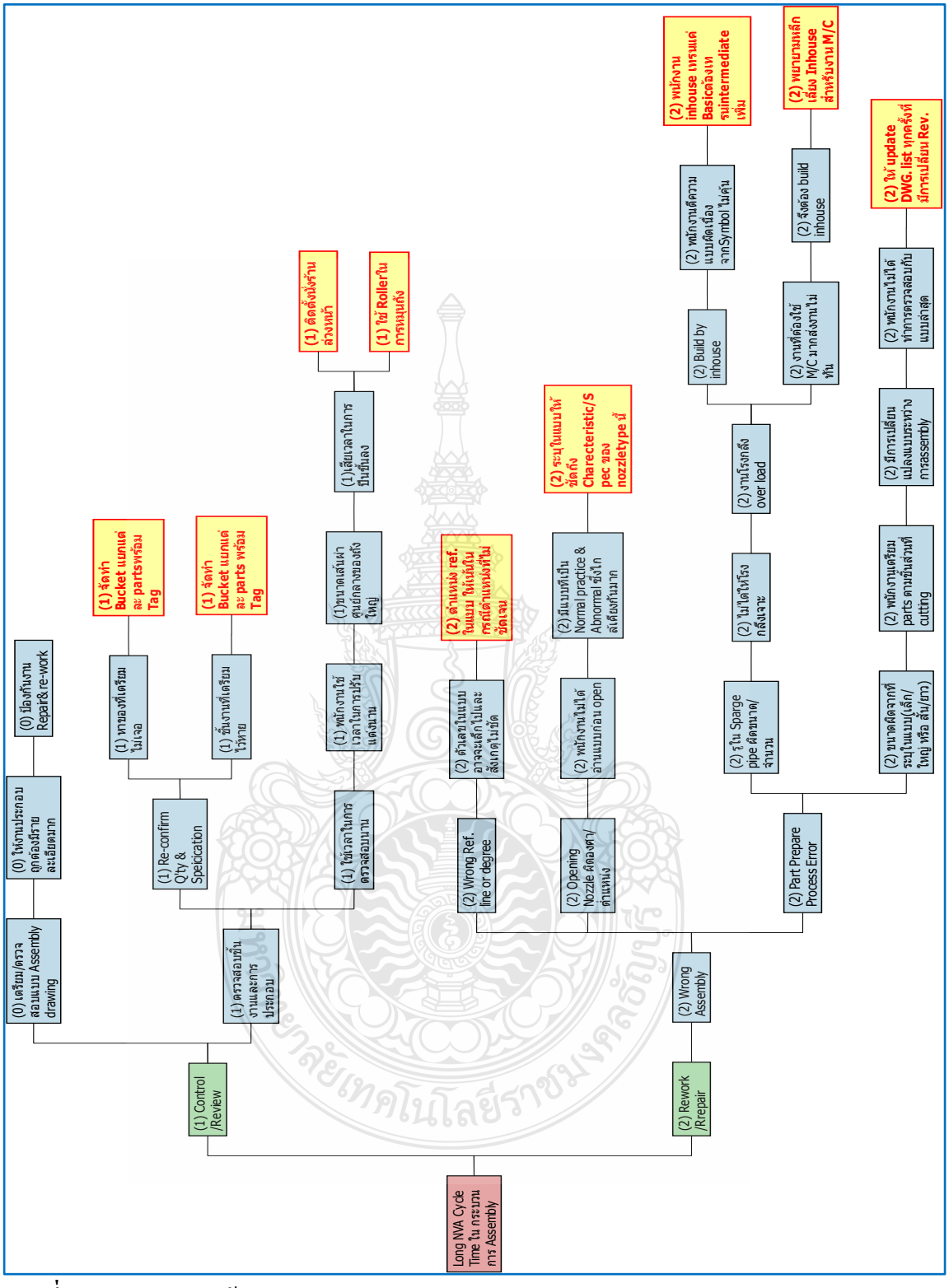
ภาพที่ 4.15 แสดง Implement Pareto chart ของกระบวนการ Weld

จากภาพที่ 4.15 ได้นำเอาการระดมสมองจากแผนผังก้างปลาดังแสดงในภาพที่ 4.12 ที่อยู่ในกล่องสีแดงนั้นเป็นกระบวนการที่จะนำมาแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุงกระบวนการและลดเวลา Cycle time ของ Weld NVA ในรูปแบบของ Solution Desirability Matrix ดังแสดงในตารางที่ 4.5 โดยมีลำดับความสำคัญของปัญหา (Propose Solution) เรียงลำดับดังนี้ 11, 9, 12, 13, 14 และ 10

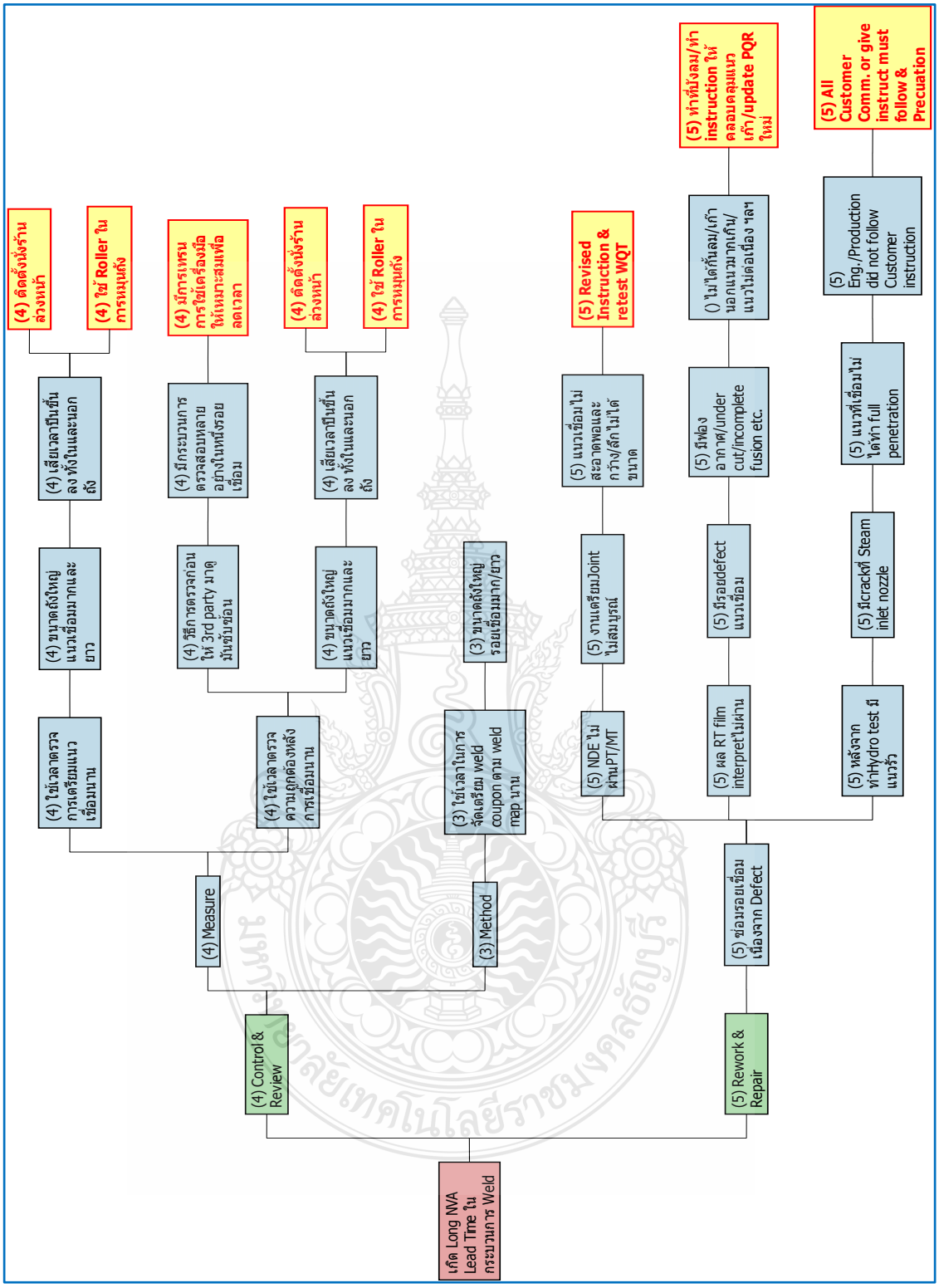
ความหมายของ Proposed Solution แสดงในตารางที่ 4.5 ในช่อง Code

4.4.2 การแก้ปัญหาของสาเหตุหลัก

ในการตอบโจทย์ของการแก้ปัญหาหลักนี้ได้ทำการนำเสนอในรูปแบบของ Solution Desirability Matrix ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ 4.5 รวมทั้งกล่องสีแดงที่อยู่ใน Root Cause Analysis ดังแสดงในภาพที่ 4.16 และ 4.17 ดังต่อไปนี้



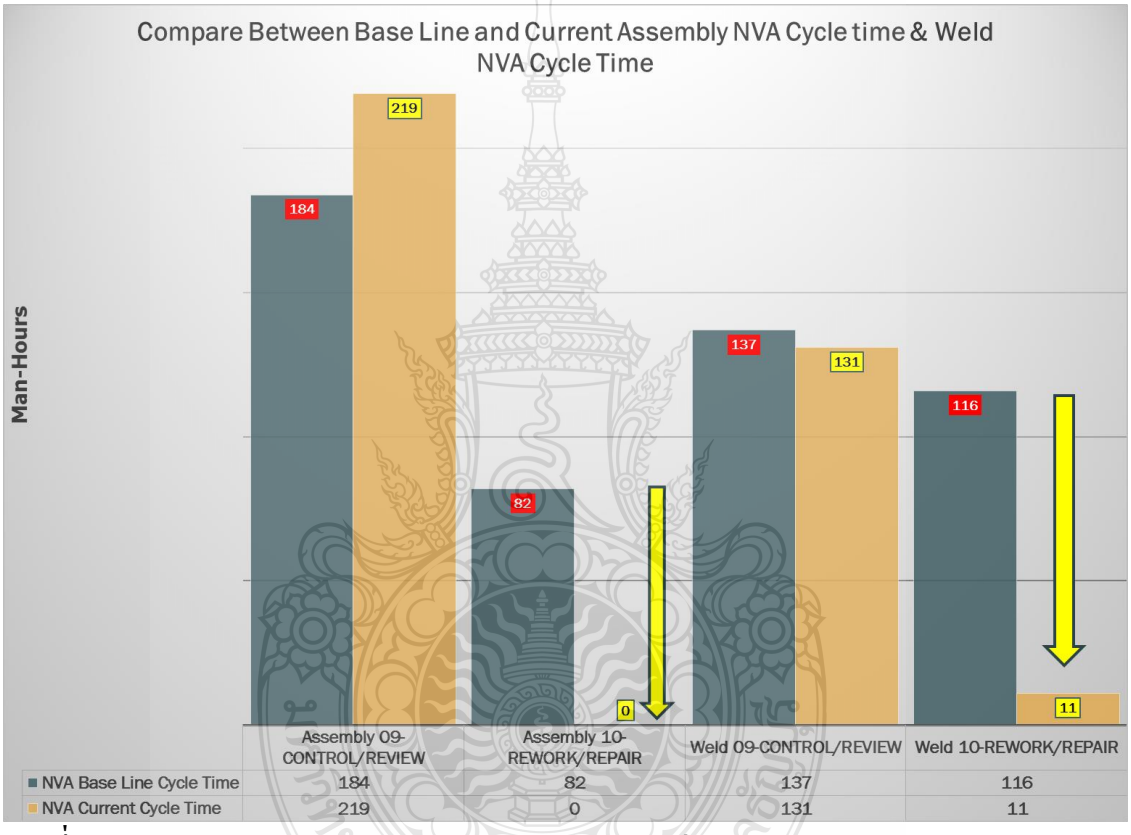
ภาพที่ 4.16 แสดงการแก้ปัญหา Root Cause ของกระบวนการ Assembly



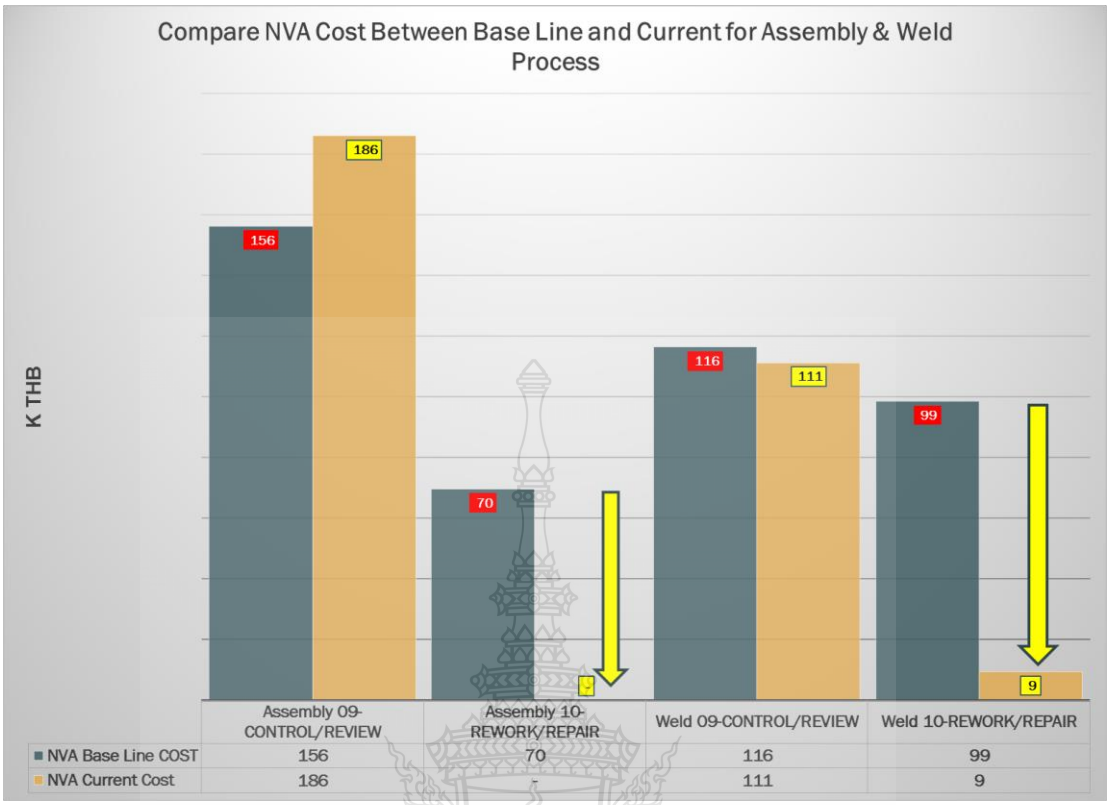
ภาพที่ 4.17 แสดงการแก้ปัญหา Root Cause ของกระบวนการ Weld

4.4.3 ต้นทุนในเรื่องเวลาและค่าใช้จ่าย

หลังทำการแก้ปัญหาของกระบวนการโดยเพิ่มกระบวนการควบคุมและเพิ่มขั้นตอนการทำงานในกระบวนการควบคุมคุณภาพ ISO9001 เพื่อให้เป็นไปตามการแก้ปัญหา Root Cause ที่ได้ทำการระดมสมองมาทำการปฏิบัติในกระบวนการผลิตเพื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในกระบวนที่ได้ทำการศึกษาคือ NVA ของ Assembly และ Weld โดยแยกเป็นจำนวนชั่วโมงและค่าใช้จ่ายที่ลดลงของดังแสดงในภาพที่ 4.18 ถึง 4.19 ตามลำดับดังนี้



ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบเวลา NVA ของ Assembly & Weld ก่อนและหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 4.19 เปรียบเทียบต้นทุน NVA ของ Assembly & Weld ก่อนและหลังการปรับปรุง

จากแผนภูมิของภาพที่ 4.18 และ 4.19 ทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายของ NVA ในกระบวนการ Assembly and Weld ลดและเพิ่มไปในทิศทางเดียวกันที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดก็คือสามารถลดงานที่เป็น Repair/rework ลงได้เพราะนี่เป็นหัวใจของกระบวนการเพิ่มคุณภาพ แม้ว่าในเรื่องลดต้นทุนของทั้งกระบวนการยังไม่ชัดเจนก็ตาม เพราะในเวลาที่จำกัด จึงได้เลือกศึกษาเฉพาะ NVA ของ Assembly and Weld เท่านั้น

4.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต (Control Phase)

หลังจากได้ผลลัพธ์จากการปรับปรุงกระบวนของกระบวนการแล้ว ในขั้นตอนนี้จะต้องทำการควบคุมให้กระบวนการเป็นไปตามที่ได้ดำเนินการตามข้อแนะนำในขั้นตอนที่ผ่านมา (Improve phase) ในขั้นตอนนี้จะตอบคำถาม 3 ข้อดังต่อไปนี้

1) กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพเป็นไปตามวิธีที่ได้จากกระบวนการปรับปรุงหรือไม่อย่างไร

2) แน่ในได้อย่างไรว่าเป้าหมายทางธุรกิจที่ตั้งไว้จะประสบความสำเร็จ

3) ทำอย่างไรให้สามารถรักษากำไรได้ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ตลอด

ในการควบคุมกระบวนการผลิตที่มีผลต่อ NVA Cycle time ได้นำเอา Action Plan จาก Desirability Matrix มาลงในตาราง Process Control Plan ของงาน Assembly เพื่อการติดตามว่าอยู่ภายใต้เป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 4.20

Key Inputs (Vital Xs) to be Controlled				
Activity / Step	**Input**	**Specification Characteristic to be Controlled**	**Control Method**	**Control Description**
Assembly Variable - Control/Review	(1) จัดทำ Bucket แยกแต่ละ partsพร้อม Tag		Audit	ทำการ Audit พื้นที่เตรียม Parts ว่ามีการเตรียมทำตะกร้า หรือขั้นวางเป็นหมวดหมู่ตาม Rev Work instruction หรือไม่อย่างไร
Assembly Variable - Control/Review	(1) ติดตั้งนั่งร้านล่วงหน้า		Visual Work Plan	หลังจากทำการต่อ shell circum. แล้วให้ดำเนินการตั้งนั่งร้านไว้รอเพื่องานตรวจสอบ และงานเชื่อม ให้หัวหน้างานตรวจสอบหลังแล้วเสร็จ
Assembly Variable - Repair/Rework	(2) ตำแหน่ง ref. ในแบบ ให้เน้นในกรณีตำแหน่งที่ไม่ชัดเจน		Visual Work Plan	ให้ระดับหัวหน้าแผนก Engineering ทำการ Review ก่อนการ release drawing ให้ Production มีกระบวนการ Approve อย่างน้อย 2 คน โดยมี Section Mngr. & Dep.t Mngr. Approved.
Assembly Variable - Repair/Rework	(2) ระบุในแบบให้ชัดถึง Charecteristic/Spec ของ nozzle type นี้		Visual Work Plan	ให้ระดับหัวหน้าแผนก Engineering ทำการ Review ก่อนการ release drawing ให้ Production มีกระบวนการ Approve อย่างน้อย 2 คน โดยมี Section Mngr. & Dep.t Mngr. Approved.
Assembly Variable - Repair/Rework	(2) พนักงาน inhouse เทรนแค่ Basicต้องเทรน intermediateเพิ่ม		Training Plan	จัดให้มีการเทรนพนักงานระดับปฏิบัติการให้รู้/เข้าใจในสัญลักษณ์ที่รับในแบบทุก 6 เดือน
Assembly Variable - Repair/Rework	(2) ให้ update DWG. list ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน Rev.		Control Doc Revision	Doc. control มีการ update ทุกอาทิตย์อยู่แล้ว แต่ต้องมี Internal audit อาทิตย์ เว้นอาทิตย์

Key Outputs (Vital Ys) to be Monitored				
Activity / Step	**Output**	**Specification Characteristic to be Monitored**	**Control Method**	**Control Description**
Unmapped Variable	Long NVA Cycle Time ใน กระบวนการ Assembly		X-Bar/R	นำข้อมูลจากเครื่องย่ายมาวิเคราะห์ว่ามีแนวโน้มการเลื่อนไหวไปในทิศทางใด

ภาพที่ 4.20 แสดง Control Plan ของ X's และ Y's ในการควบคุม Assembly NVA Cycle time

จากภาพที่ 4.20 แสดงถึงแผนงานที่จะควบคุมกระบวนการ Assembly โดยมี Input X's และ Output Y's ที่จะต้องเฝ้าดู ดังรายละเอียดต่อไปนี้ Activity/Step, Input, Specification to be Control, Control Method และ Control Description

ในการควบคุมกระบวนการผลิตที่มีผลต่อ NVA Cycle time ได้นำเอา Action Plan จาก Desirability Matrix มาลงในตาราง Process Control Plan ของงาน Weld เพื่อการติดตามว่าอยู่ภายใต้เป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 4.21

Key Inputs (Vital Xs) to be Controlled				
Activity / Step	**Input**	**Specification Characteristic to be Controlled**	**Control Method**	**Control Description**
Weld Variable - Control/Review	(4) ติดตั้งนั่งร้านล่วงหน้า		Visual Work Plan	หลังจากทำการต่อ shell circum. แล้วให้ดำเนินการตั้งนั่งร้านไว้รอเพื่องานตรวจสอบ และงานเชื่อม ให้หัวหน้างานตรวจสอบหลังแล้วเสร็จ
Weld Variable - Control/Review	(4) มีการเทรนการใช้เครื่องมือให้เหมาะสมเพื่อลดเวลา		Training Plan	จัด Internal traning สำหรับการใช้เครื่องมือในการตรวจสอบรอยเชื่อม ทุก 6 เดือน พร้อมทั้งให้ทดสอบผลการเทรนด้วย
Weld Variable - Repair/Rework	(5) Revised Instruction/ update PQR ใหม่ & retest WQT		Process Redesign	ทำ WPQ/WPS ใหม่และทดสอบช่างเชื่อมใหม่ เพื่อออก WQT ตาม PQR หม่ เพื่อให้มั่นใจว่าจะสามารถลด Defect ลงได้อีก
Weld Variable - Repair/Rework	(5) ทำที่บังลม/ทำ instruction ให้คลอบคลุมแนวเก๋า		Visual Work Plan	ก่อนดำเนินงานเชื่อมให้หัวหน้างานตรวจเช็นพื้นที่ทำงานว่ามีการป้องกันแระแสลมดีมากน้อยแค่ไหนตาม เช็คลิส
Weld Variable - Repair/Rework	(5) All Customer Comm. or give instruct must follow & Precuation		Control Doc Revision	ให้ Doc. control ติดตามเอกสารที่เจ้าของงานส่งมาว่าถึง Production และมีการดำเนินการตามที่ recomment แล้วแจ้งทาง หัวหน้าแผนกอีกครั้ง ว่าได้ดำเนินการแล้ว

Key Outputs (Vital Ys) to be Monitored				
Activity / Step	**Output**	**Specification Characteristic to be Monitored**	**Control Method**	**Control Description**
Unmapped Variable	เกิด Long NVA Lead Time ใน กระบวนการ Weld		X-Bar/R	นำข้อมูลจากเครื่องย่ายมาวิเคราะห์ว่ามีแนวโน้มการเลื่อนไหวไปในทิศทางใด

ภาพที่ 4.21 แสดง Control Plan ของ X's และ Y's ในการควบคุม Weld NVA Cycle time

จากภาพที่ 4.21 แสดงถึงแผนงานที่จะควบคุมกระบวนการ Weld โดยมี Input X's และ Output Y's ที่จะต้องเฝ้าดู ดังรายละเอียดต่อไปนี้ Activity/Step, Input, Specification to be Control, Control Method และ Control Description

ในการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามแผนได้ทำระบบ ISO9001 เพื่อควบคุมรายละเอียดของกระบวนการปลีกย่อยและเพื่อให้มีเอกสารที่สามารถติดตามขั้นตอนของการผลิต จึงได้จัดทำ Inspection and test Plan (ITP) ของขั้นตอนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 4.22

ITP No. IT-8100 Rev.1 Page 3 of 7

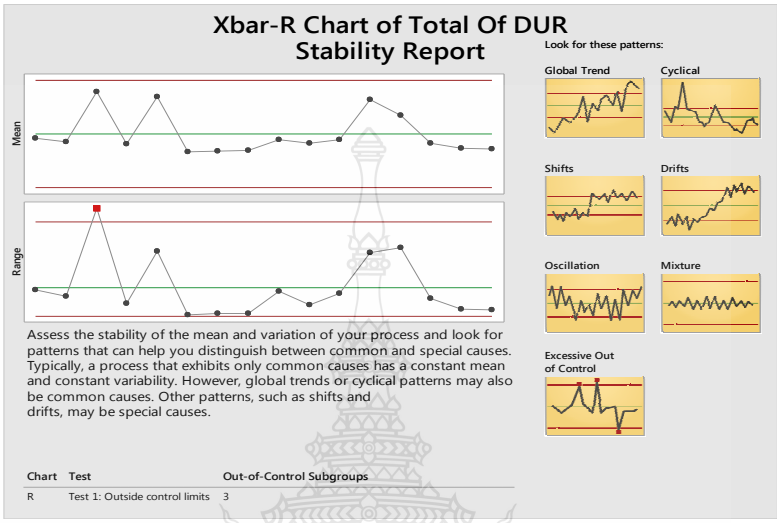
TASK NO.	ACTIVITY / PROCESS DESCRIPTION	QUALITY CONTROL / MANUFACTURING ACTIVITY	PROCEDURE NUMBER	ACCEPTANCE STANDARD	QUALITY SURVEILLANCE											
					VENDOR (QC)		STORK		VOGT		TTCL		IRPC		AI	
					CODE	SIGNATURE	CODE	SIGNATURE	CODE	SIGNATURE	CODE	SIGNATURE	CODE	SIGNATURE	CODE	SIGNATURE
8.3.2	Nozzle (neck pipe + flange + fitting (if any)) mark N1, N4A/B, N5, N8, N9, N10, **N11**, N12, N13A/B, N14A/B, N15A/B, N16A/B, N17A/B, N18 & K1~K5															
	1. Material	Material Identification	***DD-8100-DE0119-4~6***	UG-77, ASME VIII Div.1	H				***RI***		***R***		***R***			
	2. Lay-out	Dimension Check	***DD-8100-DE0119-4~6***	as drawing	W											
	3. Cutting & grinding (neck, pad)	Edge preparation check	***DD-8100-DE0119-4~6***	as drawing	H											
	4. Fit-up (flange to neck) & weld	a) Dimension Check	***DD-8100-DE0119-4~6***	as drawing	W				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		b) Edge preparation check (Alignment, fit-up, cleantiness insp.)	***DD-8100-DE0119-4~6***	as drawing	H											
		c) Visual & 100% MT at edge preparation	ND-8100	No Defect	H				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		d) WPS , Welder , Visual	WP-8100	ASME IX	W				***W***		***R/RI***		***R/RI***			
8.3.3	Manhole (neck plate + flange) mark M1															
	1. Material	Material Identification	***DD-8100-DE0119-7***	UG-77, ASME VIII Div.1	H				***RI***		***R***		***R***			
	2. Lay-out / cutting (neck, pad)	Dimension / Edge Preparation check	***DD-8100-DE0119-7***	as drawing	H											
	3. Forming (Rolling)	Out of Roundness	***DD-8100-DE0119-7***	per DWG & ASME VIII Div.1	W											
	4. Fit-up & weld (neck)	a) Dimension Check	***DD-8100-DE0119-7***	as drawing	W				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		b) Edge preparation check (Alignment, fit-up, cleantiness insp.)	***DD-8100-DE0119-7***	as drawing	H											
		c) Visual & 100% MT at edge preparation	ND-8100	No Defect	H				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		d) WPS , Welder , Visual	WP-8100	ASME IX	W				***W***		***R/RI***		***R/RI***			
	5. Fit-up flange to neck & weld	a) Dimension Check	***DD-8100-DE0119-7***	as drawing	W				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		b) Edge preparation check (Alignment, fit-up, cleantiness insp.)	***DD-8100-DE0119-7***	as drawing	W											
		c) Visual & 100% MT at edge preparation	ND-8100	No Defect	H				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		d) WPS , Welder , Visual	WP-8100	ASME IX	W				***W***		***R/RI***		***R/RI***			
8.3.4	Nozzle (neck pipe + fitting (if any)) mark ***N2***, N3, ***N6***, N7, ***N19 & N20***															
	1. Material	Material Identification	***DD-8100-DE0119-4, 5, 6 & 8***	UG-77, ASME VIII Div.1	H				***RI***		***R***		***R***			
	2. Lay-out & cutting (pipe)	Dimension Check / Edge preparation check	***DD-8100-DE0119-4, 5, 6 & 8***	as drawing	H											
	3. Fit-up necke pipe to fitting (if any)	a) Dimension Check	***DD-8100-DE0119-4, 5, 6 & 8***	as drawing	W				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
	& weld	b) Edge preparation check (Alignment, fit-up, cleantiness insp.)	***DD-8100-DE0119-4, 5, 6 & 8***	as drawing	H											
		c) Visual & 100% MT at edge preparation	ND-8100	No Defect	H				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		d) WPS , Welder , Visual	WP-8100	ASME IX	W				***W***		***R/RI***		***R/RI***			
	Note : Nozzle no.N6, N7 & N19 shall be made of P No.4 Gr.1 mat'l.															
8.3.5	NDE for nozzle welds	a) 100% RT (gamma-ray) for longitudinal welds of neck made from plate	ND-8100	UW-51, ASME VIII Div.1	R				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
		b) 10% RT (gamma-ray) butt weld of nozzle to flange including all T-Joint	ND-8100	UW-52, ASME VIII Div.1	R				***RI***		***R/RI***		***R/RI***			
8.4	Support Saddles & Other Accessories															
	1. Material	Material Identification	***DD-8100-DE0119-1~10***	UG-77, ASME VIII Div.1	H				***RI***		***R***		***R***			

Remark 1. Please duly signed & data after each activity-process is completed

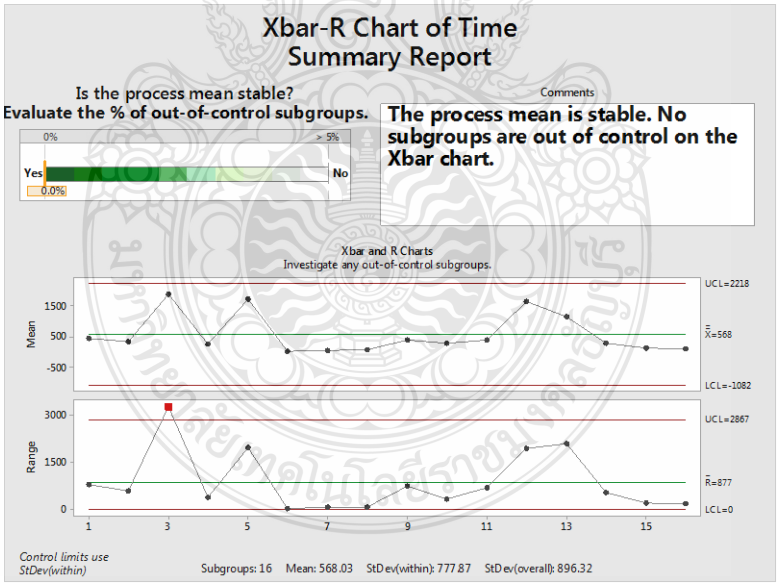
ภาพที่ 4.22 แสดง Inspection and Test Plan ของกระบวนการผลิต

จากภาพที่ 4.22 แสดงกระบวนการผลิต กระบวนการควบคุมย่อย ใช้ Procedure หมายเลขใดในการควบคุม และมาตรฐานที่ที่ใช้รวมตรวจสอบ พร้อมลายเซ็นของผู้ที่รับผิดชอบในแต่ละส่วน

เพื่อแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการควบคุมเป็นไปตามเป้าหมายจึงได้นำค่าผลรวมชั่วโมงการทำงานที่แยกในแต่ละกระบวนการและงานย่อยมาทำการเขียนเป็น XBar-R Chart ดังแสดงในภาพที่ 4.23 และ 4.24



ภาพที่ 4.23 แสดง Xbar-R Chart ความน่าเชื่อถือของข้อมูล



ภาพที่ 4.24 แสดงผลรวมของ Xbar-R Chart

จากผลของผังการควบคุมดังแสดงในภาพที่ 4.21 และ 4.22 ถึงแม้ว่าพิสัยของการควบคุมเกินค่ากำหนดอยู่ 3 กลุ่มย่อย แต่ค่าเฉลี่ยยังอยู่ในพิสัยของการควบคุม มีค่าไม่เกิน UCL และ LCL แสดงว่ากระบวนการผลิตนี้มีเสถียรภาพ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

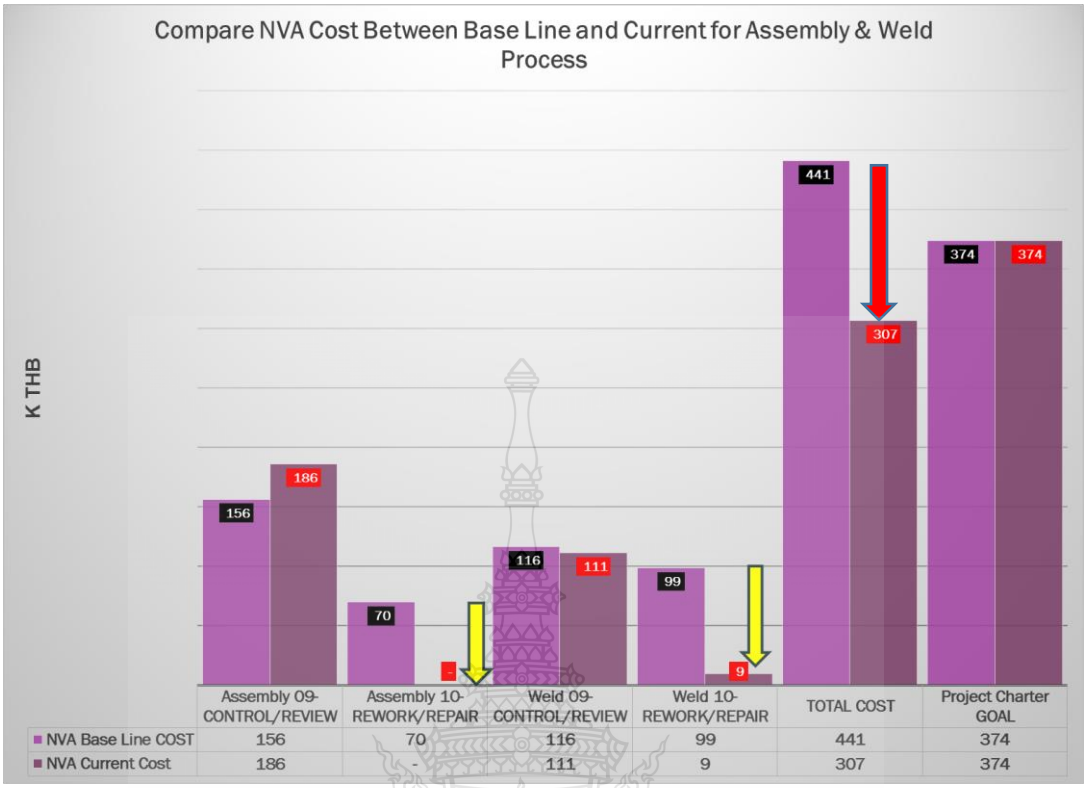
จุดมุ่งหมายของการนำเสนองานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลด คาบเวลา,และลดต้นทุนการผลิต ของการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ โดยการใช้เทนคนิคของซิกส์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ ในที่นี่ด้วยเวลาจำกัด จึงศึกษาการลด Lead time ของ NVA ในสองกระบวนการคือ Assembly และ Weld แต่จากข้อมูลที่ทำการเก็บและวิเคราะห์ระหว่าง Base Line และปัจจุบัน จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยของ NVA สองกระบวนการ จาก 519 ชั่วโมง ลดลงเหลือ 361 ชั่วโมงต่อถัง นั้นหมายถึงมีการลดจำนวนโดยรวมของ NVA Cycle time ของสองกระบวนการเฉลี่ย 158 ชั่วโมงต่อถัง ในการลดต้นทุนต่อถังเฉลี่ย 134,267 บาท ถ้าได้มีการศึกษาทั้งกระบวนการผลิตคือวิเคราะห์ทั้ง VA และ NVA อาจจะลดลงได้มากกว่านี้ สรุปผลตาม DMAIC เทคนิคเป็นข้อ ๆ ดังนี้

5.1.1 ขั้นตอนการกำหนดปัญหาที่จะต้องปรับปรุง (Define Phase) ทำให้ได้รู้ถึงปัญหาหรือกระบวนการที่ต้องดำเนินการแก้ไขเรื่องใดเป็นอันดับแรก ในที่นี่มีสองเรื่องคือ ขั้นตอนของ Assembly และ Weld.

5.1.2 ขั้นตอนการวัดกระบวนการ (Measure Phase) ทำให้ได้ค่าของ Cycle time และ NVA time ของสถานการณ์ปัจจุบันในแต่ละกระบวนการรวมทั้งได้ทราบการไหลของกระบวนการว่ามี Lead time ทั้งหมดกี่ชั่วโมง

5.1.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ของกระบวนการผลิต (Analysis Phase) ทำให้ได้ปัญหาหลัก (Root Cause) ในแต่ละกระบวนการผ่าน Cause & Effect diagram และ C&F Matrix เพื่อส่งผ่านต่อไปที่กระบวนการปรับปรุง

5.1.4 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิต (Improve Phase) จากขั้นตอนการวิเคราะห์จะได้กระบวนการแก้ปัญหาของ Root Cause คือมี Corrective action ในกล่องสีแดงสุดท้าย นั้นหมายถึงได้มีการเพิ่มข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา



ภาพที่ 5.1 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิต ก่อนและหลังปรับปรุง

5.1.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต (Control Phase) ได้ดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิตตาม Action Plan และมีการนำเอาระบบ ISO เข้ามามีส่วนร่วมในการควบคุมด้วย

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องของการลดคาบเวลาของกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์ของบริษัท ยูนิมิต ได้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ คือ การลดคาบเวลาของกระบวนการผลิต และลดต้นทุน เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาจึงได้ทำการศึกษาเพื่อลด NVA Cycle Time ของสองกระบวนการผลิตเพื่อหาแนวโน้มการลดเวลา VA และ NVA ในอนาคต ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาสองกระบวนการย่อยจากกระบวนการ Assembly และ Weld คือ Control/Review และ Repair/Rework เนื่องจากมีจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยการทำงานที่สูงกว่ากระบวนการย่อยอื่น ๆ ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการใช้เทคนิคซิกส์ ซิกมา มีบทบาทสำคัญทำให้สามารถลดคาบเวลาและต้นทุนบรรลุผลสำเร็จและเป็นจริงตามการศึกษาครั้งนี้ และควรนำไปขยายต่อในธุรกิจการผลิตถังแรงดันประเภทอื่น ๆ ต่อไป

ในส่วนของผลกระทบทางธุรกิจ คาดว่าหลังจากที่กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมแล้ว มีแนวโน้นที่จะสามารถรักษาลูกค้าเก่าและจำนวนการสั่งซื้อไว้ได้ เพราะสามารถที่จะรักษาระดับของเวลาในการส่งมอบ รักษาคุณภาพของสินค้าให้อยู่ในระดับที่ลูกค้าพึงพอใจและดำรงรักษาชื่อเสียงของบริษัทให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี รวมทั้งอาจจะมีลูกค้าใหม่ ๆ เข้ามาเพิ่ม ซึ่งน่าจะส่งผลสำคัญต่อยอดการสั่งสินค้า ทำให้บริษัทมีรายได้เพิ่มขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

บุคลากรระดับปฏิบัติการที่ทำหน้าที่ในกระบวนการผลิตถังแรงดันแบบดีเอเรเตอร์บางส่วนยังไม่เข้าใจหรือละเลยขั้นตอนการปฏิบัติ (Work Procedure) จึงทำให้มีการทำ การเรียนรู้ในสิ่งที่ผิดและจะไม่ทำซ้ำอีก (Lesson Learned) ทำให้จำนวนชั่วโมงของ NVA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นควรปรับปรุงระยะทางของการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งให้สั้นลง โดยควรจะจัดผังโรงงานใหม่เพื่อลดเวลาในการดำเนินงานในกระบวนโดยรวมให้ลดลง

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต

5.4.1 ควรทำการศึกษาให้ครบกระบวนการของการลด Cycle time ทั้ง VA และ NVA ของการผลิตถังแรงดันแบบ ดีเอเรเตอร์

5.4.2 ควรทำการศึกษาในเรื่องถังแรงดันแบบอื่น ๆ เช่น Column, Heat Exchanger, Sphere และ Cryogenic tank

5.4.3 ควรทำการศึกษาในเรื่องถังแบบไม่มีแรงดันเช่น Chemical Tank, Storage Tank

5.4.4 ควรทำการศึกษาในเรื่องงานที่เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ หรือ เครื่องจักรอื่น ๆ

บรรณานุกรม

Abid, A. M., Rehman, A., & Anees, M. (2010). **How to minimize the defects rate of final product in textile plant by the implementation of DMAIC tool of Six Sigma**. (Master's Thesis, University of Boras, School of Engineering, Sweden).

Adams, C., Gupta, P., & Wilson, C. (2011). **Six Sigma deployment**. New York, Butterworth-Heinemann.

Ahmad, A. (2011). **Using Six Sigma Tools to Measure and Improve the Performance of a Manufacturing Supply Chain**. (Master's Thesis, Texas Tech University USA.).

Antony, J., Kumar, A., & Banuelas, R. (2006). **World Class Application of Six Sigma – Real World Examples of Success**. Elservier Ltd., Oxford UK.

Bertels, T. (2003). **Rath & Strong's Six Sigma Leadership Handbook**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Lunau, S. (2009). **Design for Six Sigma+Lean Tool Set**. Springer – Verlag Berlin Heidelberg.

McCarty, T., Bremer, M., Daniels, L., & Gupta, P. (2004). **The Six Sigma Black Belt Handbook**. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Nyren, G. (2007). A Six Sigma Project at Ericsson Network Technologies **"Product Development according to Six Sigma and DMAIC Improvement Cycle"**. (Master's Thesis, Luleå University of Technology Sweden).

Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). **The Six Sigma Way**. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Pande, P. & Holpp, L. (2002). **What is Six Sigma?** New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Pyzdek, T. (2003). The Six Sigma Handbook **"A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Manager at All Levels"** New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Ramamoorthy, S. (2007). **Lean Six-Sigma Application in Aircraft Assembly**. (Master's Thesis, University of Madras India).

Shina, S. G. (2002). **Six Sigma for Electronics Design and Manufacturing**. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Willgerson, W. (2011). **Black Belt Training**. Retrieved from http://www.slideshare.net

Waddick, P. (2013). **Building a Sound Data Collection Plan**. Retrieved from http://www.isixsigma.com

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ใบรับรองมาตรฐาน (Certificated)

LRQA
Business Assurance

CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Quality Management System of:

Unimit Engineering Public Company Limited
10/7-8 Mu 3 and 10/4 Mu 1, Chonburi-Banbung-Pa-Yab Road, Nongchak, Banbung, Chonburi 20170, Thailand

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance to the following Quality Management System Standards:

ISO 9001:2008

The Quality Management System is applicable to:

Design and Manufacture of boilers, pressure vessels and non-pressure storage tanks, Manufacture of machinery parts and steel structures, Mechanical installation and assembly of machinery parts and equipments, Shop Fabrication and Field construction

Approval
Certificate No: BGK6002705

Original Approval: 22 November 2007
Current Certificate: 22 November 2010
Certificate Expiry: 21 November 2013

Issued by: Lloyd's Register International (Thailand) Ltd.
for and on behalf of Lloyd's Register Quality Assurance Limited

UKAS MANAGEMENT SYSTEMS
001

This document is subject to the provision on the reverse
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS United Kingdom. Registration number 1879370
This approval is carried out in accordance with the LRQA assessment and certification procedures and monitored by LRQA.
The use of the UKAS Accreditation Mark indicates Accreditation in respect of those activities covered by the Accreditation Certificate Number 001
Mastro Revision 13

LRQA
Business Assurance

CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Quality Management System of:

Unimit Engineering Public Company Limited
10/7-8 Mu 3 and 10/4 Mu 1, Chonburi-Banbung-Pa-Yab Road, Nongchak, Banbung, Chonburi 20170, Thailand

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance to the following Quality Management System Standards:

ISO 9001:2008

The Quality Management System is applicable to:

Design and Manufacture of boilers, pressure vessels and non-pressure storage tanks, Manufacture of machinery parts and steel structure, Mechanical installation and assembly of machinery parts and equipments, shop fabrication and field construction, including associated welding control in accordance with the requirements of ISO 3834-2:2005

This certificate forms part of the approval identified by certificate number BGK6002705

Approval
Certificate No: BGK6002705/B

Original Approval: 22 November 2007

Current Certificate: 21 February 2011

Certificate Expiry: 21 November 2013

Issued by: Lloyd's Register International (Thailand) Ltd.
for and on behalf of Lloyd's Register Quality Assurance Limited

MGMT. SYS.
RvA C 010

This document is subject to the provision on the reverse
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS United Kingdom. Registration number 1879370
This approval is carried out in accordance with the LRQA assessment and certification procedures and monitored by LRQA.
Means Revision 19

LRQA
Business Assurance

CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Occupational Health & Safety Management System of:

Unimit Engineering Public Company Limited
10/7-8 Mu 3 and 10/4 Mu 1, Chonburi-Banbung-Pa-Yub Road, Nongchak, Banbung, Chonburi 20170, Thailand

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance to the following specification:

OHSAS 18001:2007

The Occupational Health & Safety Management System is applicable to:

Design and Manufacture of boilers, pressure vessels and non pressure storage tanks, Manufacture of machinery parts and steel structures. Mechanical installation and assembly of machinery parts and equipments. Shop fabrication and field construction.

This certificate forms part of the approval identified by certificate number BGK6010536

Approval
Certificate No: BGK6010536/A

Original Approval: 25 January 2011

Current Certificate: 25 January 2011

Certificate Expiry: 24 January 2014

Issued by: Lloyd's Register International (Thailand) Ltd.
for and on behalf of Lloyd's Register Quality Assurance Limited

UKAS MANAGEMENT SYSTEMS
001

This document is subject to the provision on the reverse
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS United Kingdom. Registration number 1879370
This approval is carried out in accordance with the LRQA assessment and certification procedures and monitored by LRQA.
The use of the UKAS Accreditation Mark indicates Accreditation in respect of those activities covered by the Accreditation Certificate Number 001

LRQA
Business Assurance

CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Environmental Management System of:

Unimit Engineering Public Company Limited
10/7-8 Mu 3 and 10/4 Mu 1, Chonburi-Banbung-Pa-Yub Road, Nongchak, Banbung, Chonburi 20170, Thailand

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance
to the following Environmental Management System Standard:

ISO 14001:2004

The Environmental Management System is applicable to:

Design and Manufacture of boilers, pressure vessels and non-pressure storage tanks. Manufacture of machinery parts and steel structures. Mechanical installation and assembly of machinery parts and equipments. Shop fabrication and field construction.

This certificate forms part of the approval identified by certificate number BGK6010536

Approval
Certificate No: BGK6010536/B

Original Approval: 25 January 2011

Current Certificate: 25 January 2011

Certificate Expiry: 24 January 2014

Issued by: Lloyd's Register International (Thailand) Ltd.
for and on behalf of Lloyd's Register Quality Assurance Limited

UKAS
MANAGEMENT
SYSTEMS
001

This document is subject to the provision on the reverse
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS United Kingdom Registration number 1879370
This approval is carried out in accordance with the LRQA assessment and certification procedures and monitored by LRQA
The use of the UKAS Accreditation Mark indicates Accreditation in respect of those activities covered by the Accreditation Certificate Number 001
Mono Revison 1.1

ภาคผนวก ข

ประมวลรูปภาพของกระบวนการผลิต

Description	Opening nozzles

Description	Opening nozzles

Description	Opening nozzles

Description	N2 Sparge pipe preparation

Description	N2 Sparge pipe fit up

Description	Sparge pipe parts prepare

Description	Parts prepare

Description	Shell

Description	Internal steam pipe

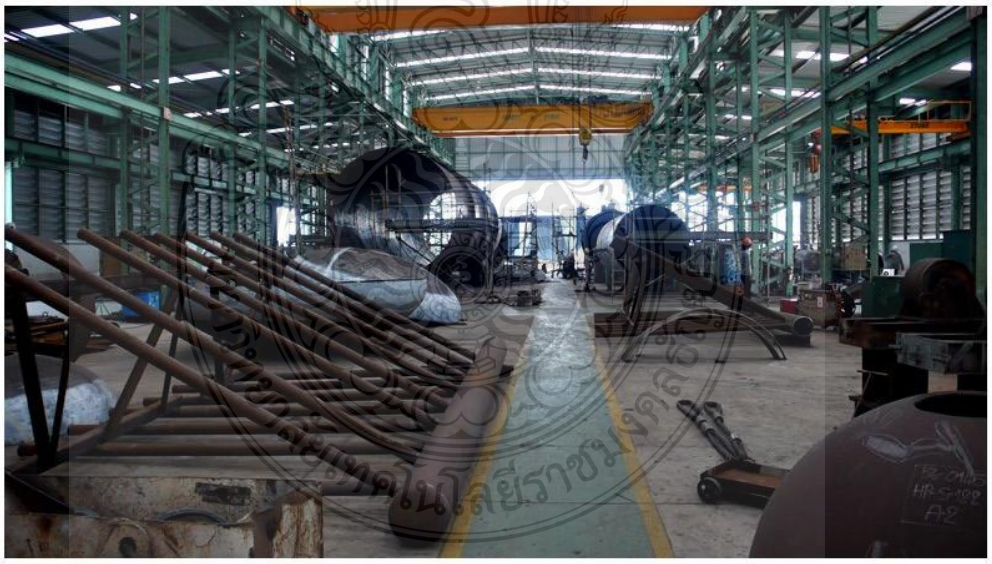
Description	Parts prepare

Description	Accessories parts

Description	Internal Pipe

2014-08-15, 13:43:30, CAP ECCx EPC - TOYO

Description	Internal steam pipe completed



2014-08-26, 09:04:54, CAP ECCx EPC - TOYO

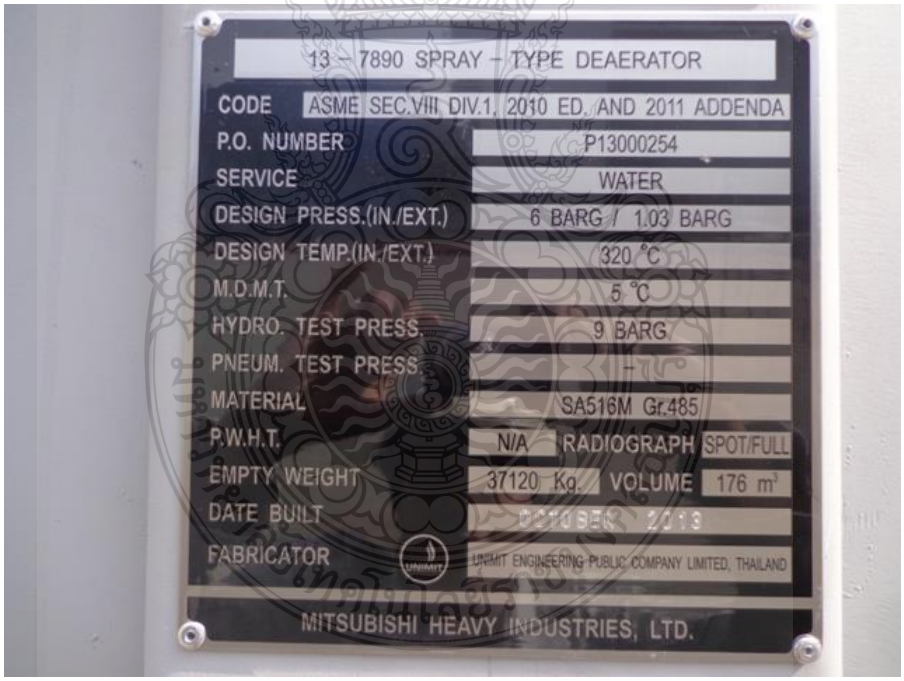
Description	Shell

Description	Head compled

Description	Head#2

Description	Prepare for Internal Sweep Blast

Packing



Name Plate

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นาย องอาจ แสนพินิจ
วัน เดือน ปีเกิด	23 พฤษภาคม 2507
ที่อยู่	244/38 หมู่ที่ 1 หมู่บ้าน ขุมทัพย์แลนด์ ถ. ราษฎร์อุทิศ ซอย 34 แขวงแสนแสบ เขต มีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีครุศาสตร์อุสาหกรรมบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง) จาก สถาบันเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยาเขตเทเวศร์ ปีการศึกษา 2531
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2532-พ.ศ. 2533 ตำแหน่ง Project Engineer บริษัท TA&T System Co., Ltd. พ.ศ. 2533-พ.ศ. 2534 ตำแหน่ง M&E Project Coordinator บริษัท SIAM SYNTECH GENESIS CO., LTD. พ.ศ. 2534-พ.ศ. 2538 ตำแหน่ง Site Manager บริษัท RONCELLI (Thailand) Co., Ltd. พ.ศ. 2538-พ.ศ. 2539 ตำแหน่ง Project Coordinator บริษัท NEW ELECTRICAL TECHNOLOGY LTD. พ.ศ. 2539-พ.ศ. 2540 ตำแหน่ง Senior Electrical Engineer บริษัท B.K.K. (1985) PLC. พ.ศ. 2540-พ.ศ. 2541 ตำแหน่ง Planning engineer บริษัท ENERGY SERVICES INTERNATIONAL LTD. พ.ศ. 2541-พ.ศ. 2552 ตำแหน่ง Filed Services Department Manager บริษัท ALSTOM (Thailand) Ltd. พ.ศ. 2552-พ.ศ. 2558 ตำแหน่ง Assistant Vice President บริษัท UNIMIT Engineering Public company limited
เบอร์โทรศัพท์	(+66) 081 9000 773
อีเมล์	sanpinit@yahoo.com, sanpinit@gmail.com, ongart@hotmail.com