สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ โดยใช้เทคนิคการศึกษางาน

สุวรรณะ ใจรังษี

31 ส.ค. 2559
365509 TH0024534

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ สุวรรณะ ใจรังษี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์

.... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

.... กรรมการ

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

.... กรรมการ

(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่...20...เดือน...มกราคม.......พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการดำเนินงานตลอดจนแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่และพนักงานบริษัทกรณีศึกษา ทุกท่านที่ได้ช่วยอนุเคราะห์ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในการศึกษาวิจัย ดำเนินงานวิจัย รวมทั้งยังกรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำ และการช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ใน การดำเนินงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อประไพ คุณแม่ปรีดา ใจรังษี และบุคคลในครอบครัว ที่คอย สนับสนุนเป็นกำลังใจ ในการศึกษาตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ในการจัดทำงานนิพนธ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือใน การจัดทำงานนิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งผู้ให้ความช่วยเหลือที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้

ประโยชน์และคุณค่าสูงสุดอันพึงมีจากงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูตา บูชาแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนปลูกฝังคุณงาม ความดี และความมานะอดทน ที่ทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ที่กำหนดไว้

สุวรรณะ ใจรังษี

55920707: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: การศึกษาการทำงาน/ เวลามาตรฐาน/ การปรับปรุงประสิทธิภาพ/ หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

สุวรรณะ ใจรังษี: การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์โดยใช้เทคนิคการศึกษางาน (PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN KNUCKLE FINISHING QUALITY INSPECTION PROCESS BY WORK STUDY TECHNIQUE) อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ, 167 หน้า. ปี พ.ศ. 2558

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ที่ Finishing Line No.3 โดยใช้เทคนิคการศึกษาการทำงาน ได้ทำการศึกษาในส่วนของผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น คือ KN409 และ KN410 ซึ่งผลิตโดยบริษัทกรณีศึกษา ในจังหวัดระยอง

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าปัญหาที่สำคัญของการผลิต ก็คือ ประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างต่ำ ยอดการผลิตไม่ได้ตามแผนที่ฝ่ายวางแผนการผลิตได้กำหนดไว้ อีกทั้งยังมีปัญหาพนักงานลาออกบ่อยเนื่องจากการทำงานที่สายการผลิตนี้มีความยากลำบาก จึงได้รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาต่าง ๆ และนำเทคนิคการศึกษาการทำงานมาแก้ปัญหาและปรับปรุงการทำงาน โดยออกแบบจิ๊ก เกจ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำงานใหม่ ให้สะดวกและง่ายต่อการปฏิบัติงาน ปรับปรุงสถานที่ทำงานและวิธีการปฏิบัติงานให้พนักงานออกแรงและใช้ส่วนของร่างกายน้อยที่สุด ทำให้สามารถลดรอบเวลาในการผลิตลงได้ จากนั้นได้ทำการแบ่งงานย่อยให้แต่ละสถานีงานใหม่ให้เกิดความสมดุลมากขึ้น ผลการปรับปรุงโดยใช้วิธีลดเวลามาตรฐานควบคู่กับการแบ่งงานย่อยสายการตรวจสอบให้สมดุล ทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 21.09% เวลามาตรฐานในการทำงานลดลง 17.43% และทำให้ประสิทธิภาพของสายการตรวจสอบ เพิ่มขึ้นจาก 88.48% เป็น 93.24% จากผลดังกล่าวทำให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าล่วงเวลา และลดการลาออกบ่อยของพนักงานเนื่องจากการทำงานที่ลำบากลงได้

55920707: MAJOR: MASTER OF INDUSTRIAL ENGINEERING: M.Eng.
(INDUSTRIAL ENGINERING)
KEYWORDS: WORK STUDY/ STANDARD TIME/ PRODUCTIVITY IMPROVRMENT/ KNUCKLE

SUWANNA JAIRUNGSI: PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN KNUCKLE FINISHING QUALITY INSPECTION PROCESS BY WORK STUDY TECHNIQUE. ADVISORS: THEERAWAT SOMSIRIKARNJANAKOON, 167 P. 2015

This research aims to improve productivity of the quality inspection process for knuckle product at finishing line No.3 using work study technique. This study focused in two product models; KN409 and KN410 which are produced at the case study company in Rayong province.

From the analysis of production data, it was found that main problems were low operation efficiency, unmet target production plan, and high worker turnover rate due to the working troubles of this production line. These problems were then analyzed and improved using work study techniques by designing new jigs, gauges, and tools. Work stations and work operations are also redesigned to ease and comfort the operators. The production improvement was performed by decreasing operations standard time and balancing work load for each work station in the inspection process. As a result, the productivity was increased by 21.09 percent, the standard time for the process was reduced by 17.43 percent, and the efficiency of the inspection process was increased from 88.48 percent to 93.27 percent. In conclusion, this study can reduce production costs from the overtime wages, and employee turnover rate of the case study company.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ

สารบัญ .... ฉ

สารบัญตาราง .... ซ

สารบัญภาพ .... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ประสิทธิภาพ (Efficiency) 5

การเพิ่มผลผลิต 5

การศึกษาการทำงาน (Work study) 7

การศึกษาเวลา (Time study) 9

งานที่เป็นมาตรฐาน 13

การประเมินประสิทธิภาพสายการผลิต 14

เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการผลิต 15

หลักการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ (Principes of motion economy) 18

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

3 วิธีการดำเนินการวิจัย 22

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา 22

ผลิตภัณฑ์ของบริษัท 22

ข้อมูลของผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 23

การศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบัน 29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

การศึกษากระบวนการและขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 31

เก็บรวบรวมข้อมูล (ก่อนการปรับปรุง) 43

4 การดำเนินงานและผลการวิจัย 65

กำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไขและตั้งเป้าหมาย 65

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล 66

การปรับปรุงและตรวจสอบผลการแก้ไข 76

การตรวจสอบผลการปรับปรุง 83

วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน 86

พิจารณาแบ่งงานย่อยให้แต่ละสถานีงานใหม่ 89

การตรวจสอบผลหลังจากการแบ่งงานย่อยให้สถานีงานใหม่ 99

วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 88

ผลการปรับปรุง 105

5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 109

สรุปผลการดำเนินการศึกษา 109

ข้อเสนอแนะ 114

บรรณานุกรม 115

ภาคผนวก 117

ประวัติย่อของผู้วิจัย 167

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3-1 การสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด 44

3-2 ค่าการจับเวลาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 45

3-3 ค่า $\frac{R}{\bar{X}}$ และจำนวนรอบในการจับเวลาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 45

3-4 การหาค่า N จาก $\frac{R}{\bar{X}}$ 46

3-5 ค่าการจับเวลาเพิ่มของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 47

3-6 ค่า $\frac{R}{\bar{X}}$ และจำนวนรอบในการจับเวลาหลังจากเก็บข้อมูลเวลาเพิ่มของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 47

3-7 ค่าความแม่นยำของข้อมูลที่เก็บมาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 48

3-8 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409 49

3-9 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN410 50

3-10 ตัวอย่างผลการประเมินค่าอัตราเร็ว ของสถานีงานที่ 1 (งานย่อย 1 ผลิตภัณฑ์ KN409 51

3-11 ผลการประเมินค่าอัตราเร็วในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็ว KN409 52

3-12 ผลการประเมินค่าอัตราเร็วในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 53

3-13 สรุปผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน) 54

3-14 สรุปผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน) 55

3-15 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

3-16 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 58

3-17 เวลามาตรฐาน และจำนวนพนักงานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 59

3-18 เวลามาตรฐาน และจำนวนพนักงานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 60

3-19 เวลามาตรฐานเฉลี่ยของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 และ KN410 61

3-20 เปรียบเทียบระหว่างเวลาทำงานจริงกับเวลาทำงานที่ต้องการ (หน่วย: วินาที) 62

4-1 แนวทางการปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 1 70

4-2 แนวทางการปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 3 72

4-3 แนวทางการปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 4 74

4-4 การสรุปงานย่อยของสถานีงานที่ต้องจับเวลา (หลังการปรับปรุง) 83

4-5 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง 84

4-6 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง 84

4-7 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง) 85

4-8 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง) 85

4-9 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (ก่อน-หลังการปรับปรุง) 86

4-10 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (ก่อน-หลังการปรับปรุง) 87

4-11 เวลามาครฐานเฉลี่ยของการครวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 และ KN410 87

4-12 เปรียบเทียบระหว่างเวลาทำงานจริงกับเวลาทำงานที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง) (หน่วย: วินาที) 88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-13 การสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด (ก่อนการปรับปรุง) 98

4-14 การสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 99

4-15 การสรุปงานย่อยของสถานีงานที่ต้องจับเวลา (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 100

4-16 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 101

4-17 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 101

4-18 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 102

4-19 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 102

4-20 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 103

4-21 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 103

4-22 เวลามาตรฐานเฉลี่ยของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 และ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 104

4-23 เปรียบเทียบระหว่างเวลาทำงานจริงกับเวลาทำงานที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) (หน่วย: วินาที) 104

5-1 การสรุปผลการปรับปรุง 110

5-2 การสรุปผลเวลามาตรฐานในการตรวจสอบแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่ 112

5-3 การสรุปผลการปรับปรุงหลังจากแบ่งงานย่อยใหม่ 113

5-4 การสรุปผลเวลามาตรฐานในการตรวจสอบแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่ 113

5-5 สรุปผลภาพรวมของการปรับปรุง 114

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กราฟแสดงยอดขายผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ช่วงเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา 1

1-2 กราฟแสดงยอดขายเฉลี่ยผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ช่วงเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา 2

1-3 กราฟแสดงการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงเดือนมกราคม - มีนาคม 2556 ของบริษัทกรณีศึกษา 3

2-1 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล 16

2-2 ขนาดของพื้นที่ทำงานปกติและสูงสุด 19

2-3 การจัดผังสถานที่ทำงานที่ไม่ถูกต้องและถูกต้อง 19

3-1 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท 23

3-2 ตำแหน่งของหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 23

3-3 ขั้นตอนในการผลิตหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 28

3-4 การผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ช่วงเดือนเมษายน 2556 - มีนาคม 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา 30

3-5 ลักษณะของชิ้นงานหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่ง KN409 และ KN410 31

3-6 แผนผังสถานีงานและการไหลของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 32

3-7 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 33

3-8 แผนภาพขั้นตอนในการผลิตของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 34

3-9 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 1 35

3-10 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 2 37

3-11 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 3 38

3-12 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 4 40

3-13 ขั้นดอนการทำงานของสถานีงานที่ 5 42

3-14 กราฟเปรียบเทียบเวลาการตรวจสอบกับเวลาที่ต้องการ (ก่อนการปรับปรุง) 63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-1 แผนผังสาเหตุและผลแสดงการวิเคราะห์ปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมาก สถานีงานที่ 1 67
4-2 แผนผังสาเหตุและผลแสดงการวิเคราะห์ปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมาก สถานีงานที่ 3 68
4-3 แผนผังสาเหตุและผลแสดงการวิเคราะห์ปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมาก สถานีงานที่ 4 69
4-4 เกจที่ใช้วัดความสูง Spindle ไม่เหมาะสมของสถานีงานที่ 1 76
4-5 ตำแหน่งการวางและการหยิบเกจวัดความสูง Spindle มาใช้งานที่สถานีงานที่ 1 76
4-6 การหยิบชิ้นงานที่หล่นมาจากสานพานยากของสถานีงานที่ 1 77
4-7 การเมื่อยล้าจากการใช้แรงมากขึ้นในการยกงานที่หล่นจากแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็กของสถานีงานที่ 1 77
4-8 การยืนทำงานของพนักงานที่สถานีงานที่ 1 78
4-9 เอกสารวิธีการปฏิบัติงานบริเวณที่ปฏิบัติงานที่สถานีงานที่ 1 78
4-10 ตำแหน่งการวางและการหยิบเกจวัดความหนามาใช้งานที่สถานีงานที่ 3 79
4-11 ปัญหาต้องหมุนชิ้นงาน KN410 ก่อนยกไปวางที่แท่นทำสนามแม่เหล็กที่สถานีงานที่ 3 79
4-12 ชิ้นงานบนแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กที่สถานีงานที่ 3 80
4-13 การยืนทำงานของพนักงานที่สถานีงานที่ 3 80
4-14 เอกสารวิธีการปฏิบัติงานบริเวณที่ปฏิบัติงานที่สถานีงานที่ 3 81
4-15 ปัญหาพนักงานเมื่อยล้าจากการทำงานที่สถานีงานที่ 4 81
4-16 การวัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจและจิ๊กที่สถานีงานที่ 4 82
4-17 เอกสารวิธีการปฏิบัติงานบริเวณที่ปฏิบัติงานที่สถานีงานที่ 4 82
4-18 กราฟเปรียบเทียบเวลาการตรวจสอบกับเวลาที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง) 88
4-19 การตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจ ที่สถานีงานที่ 2 90
4-20 การตรวจสอบการบิดงอของ Caliper ด้วย Jig ที่สถานีงานที่ 4 90
4-21 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 91

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-22 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 2 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 93

4-23 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 94

4-24 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 96

4-25 กราฟเปรียบเทียบเวลาการตรวจสอบกับเวลาที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) 105

4-26 กราฟแสดงการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงเดือนธันวาคม 2555-พฤศจิกายน 2556 ของบริษัทกรณีศึกษา 107

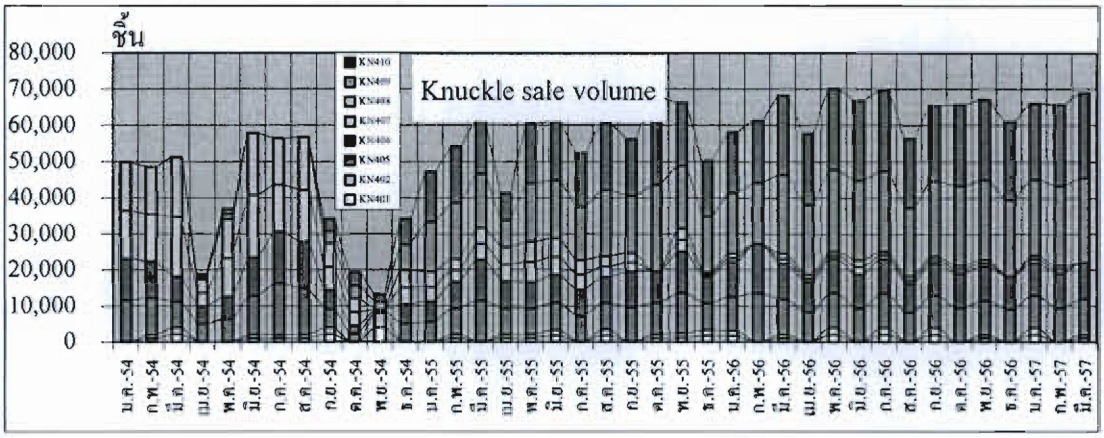
4-27 จำนวนครั้งของการร้องเรียนจากลูกค้าเรื่องปัญหาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงปี 2555 ถึงปี 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา 107

บทที่ 1
บทนำ

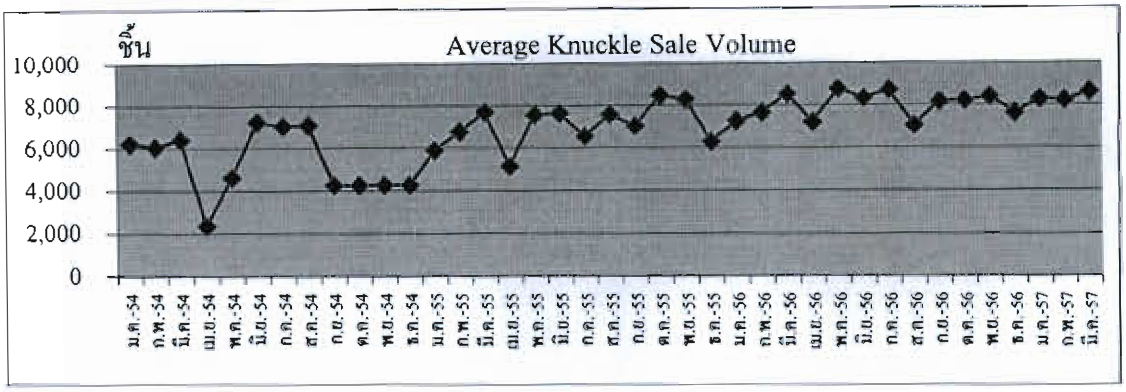
ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ธุรกิจอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทย ช่วงหลายปีที่ผ่านมามีการเติบโตอย่างต่อเนื่องทำให้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนาและทำการปรับปรุงประสิทธิภาพกันอย่างมากเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้

บริษัทกรณีศึกษา ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์น อินดัสเตรียล ปาร์ค จังหวัดระยอง เป็นบริษัทที่ดำเนินการธุรกิจในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ โดยการทุบขึ้นรูปร้อน ผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปริมาณการขายของบริษัทตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2557 ดังภาพที่ 1-1 และภาพที่ 1-2

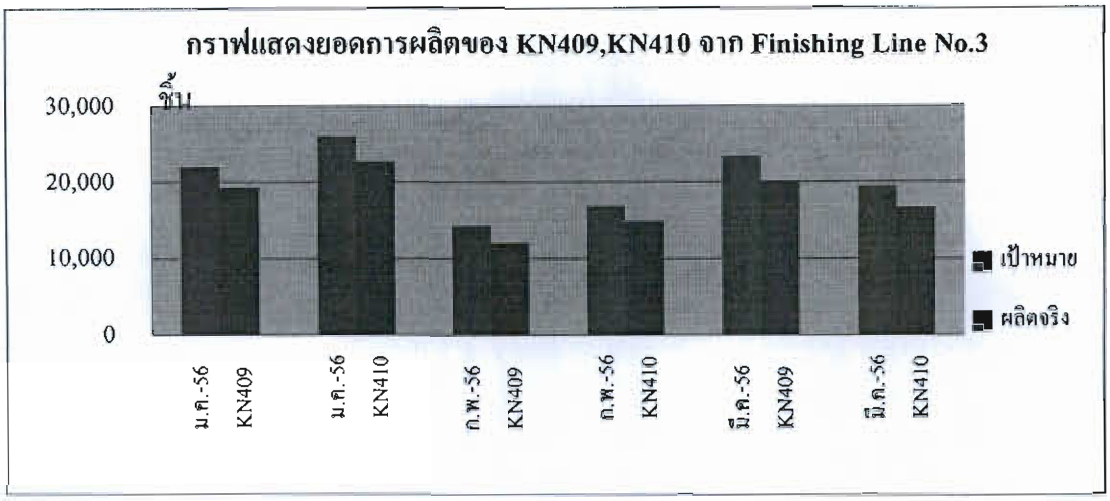


ภาพที่ 1-1 กราฟแสดงยอดขายผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา



ภาพที่ 1-2 กราฟแสดงยอดขายเฉลี่ยผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา

แต่ปัญหาที่สำคัญของการผลิต ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ก็คือ ประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างต่ำ ยอดการผลิตไม่ได้ตามแผนที่ฝ่ายวางแผนการผลิตที่ได้กำหนดไว้ โดยเฉพาะในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ ทำให้องค์กรต้องเพิ่มกำลังการผลิตขึ้นโดยการเพิ่มการทำงานล่วงเวลา และการจ่ายเงินจูงใจ แต่ทั้งนี้ก็ยังไม่สามารถผลิตได้ตามแผนที่วางไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 และ KN410 ซึ่งเป็นรุ่นที่มีความต้องการของลูกค้าสูงสุด แสดงดังภาพที่ 1-3 อีกทั้งยังมีปัญหาพนักงานลาออกบ่อยเนื่องจากการทำงานที่สายการผลิตนี้มีความยากลำบาก มีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมาก โดยเฉพาะหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 และ KN410 ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 7.3 กิโลกรัมต่อชิ้น พนักงานต้องออกแรงและใช้ส่วนของร่างกายมาก ซึ่งพนักงานที่รับเข้ามาเป็นพนักงานใหม่ขาดทักษะในการทำงานไม่ชำนาญในการทำงาน ไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน การปฏิบัติงานค่อนข้างมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไปตามรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต เกิดปัญหาการรองานระหว่างสถานีงาน



ภาพที่ 1-3 กราฟแสดงการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม 2556 ของบริษัทกรณีศึกษา

จากความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ โดยใช้หลักทฤษฎีการศึกษาการทำงานในส่วนของการศึกษาเวลาและการศึกษาการเคลื่อนที่มาปรับปรุงประสิทธิภาพของหน่วยงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์
2. เพื่อกำหนดวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเหมาะสมในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาขั้นตอนและความเป็นไปได้ในการปรับปรุงกระบวนการ การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ ของหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ 2 รุ่น คือ KN409, KN410 ที่สายการผลิต Finishing line no.3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต
2. ศึกษาเวลาทำงาน วิธีการทำงาน ของสายการผลิตและกระบวนการที่เกี่ยวข้อง
3. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คำนวณ เพื่อพิจารณาเป็นแนวทางที่จะปรับปรุงดังนี้

3.1 ศึกษาลักษณะการทำงาน เวลาที่ใช้ในการทำงานแยกในแต่ละกระบวนการย่อยและรอบเวลาการผลิตของงาน

3.2 ออกแบบวิธีการทำงาน เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทุ่นแรงเพื่อให้มีการทำงานที่ง่ายและเร็วขึ้น โดยมีการใช้งานส่วนของร่างกายให้น้อยที่สุด ลดความตึงเครียดในการทำงาน

4. นำข้อมูลที่ได้และรูปแบบการทำงานที่ออกแบบไปดำเนินการ
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
6. จัดทำรูปเล่มงานนิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น
2. ได้วิธีการทำงานที่ถูกต้องเหมาะสมไว้เป็นมาตรฐานในการทำงาน
3. ลดความสูญเสีย สูญเปล่าต่าง ๆ
4. พนักงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวกปลอดภัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพ เป็นคำที่คุ้นเคยอย่างมากสำหรับงานวิศวกรรม เพราะงานออกแบบทางวิศวกรรม เราจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพเป็นหัวใจในการออกแบบ โดยให้ความสูญเสียของทรัพยากรที่เข้าไปในระบบมีความสูญเสียน้อยที่สุด เช่น การออกแบบเครื่องเสียง เสียงที่ออกมาจากเครื่องเสียงต้องเหมือนกับเสียงธรรมชาติที่เข้าไปในระบบมากที่สุด ในการเลือกระบบงานที่จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพจึงเป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่สุด ประสิทธิภาพในทางวิศวกรรมมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

โดยความหมาย Output จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ได้ ส่วน Input จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ป้อนเข้าไปด้วยเช่นกัน การออกแบบทางวิศวกรรมที่ดีจึงเป็นการออกแบบที่ Input ต้องใกล้เคียงกับ Output ให้มากที่สุด คือ ให้ความสูญเสียในระบบน้อยที่สุด ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพก็จะมีค่าต่ำกว่า 100% เสมอ (วันชัย ริจิรวนิช, 2555)

การเพิ่มผลผลิต

ไกรวิทย์ เศรษฐวนิช (2546) กล่าวว่า การเพิ่มผลผลิต (Productivity) หมายถึง การปรับปรุงประสิทธิภาพ คุณภาพ และลดต้นทุน เพื่อให้ผลผลิตมีปริมาณที่พอเพียงกับความต้องการประกอบกับการเพิ่มมูลค่าของสินค้าและบริการให้มีค่าสูงขึ้น เพื่อให้ต้นทุนขององค์กรและประเทศลดลง

เมื่อพิจารณาถึงการเพิ่มผลผลิตของภาคอุตสาหกรรมหรือธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and medium enterprises) หรือที่เรารู้จัก คือ SMEs ในปัจจุบันเรามีการใช้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการทำงานร่วมกับปัจจัยการผลิต ในกระบวนการผลิตของธุรกิจอุตสาหกรรม ได้แก่ วัตถุดิบ เทคโนโลยี บุคลากร ฯลฯ เป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริม สนับสนุน การเพิ่มผลผลิตในองค์กร

คำว่า "การเพิ่มผลผลิต" เป็นคำที่มีความหมายกว้างสุดแต่จะว่านำไปใช้ในด้านใด แต่โดยทั่วไป การเพิ่มผลผลิต หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลผลิต (Output) กับปัจจัยการผลิต (Input) กล่าวคือ เมื่อนำปัจจัยการผลิต เช่น วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักร ตลอดจนสิ่งสนับสนุน

การผลิตในด้านต่าง ๆ ป้อนเข้าสู่กระบวนการ (Process) เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาอยู่ในรูปสินค้าหรือบริการ

ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตสามารถหาได้จากอัตราส่วนของผลผลิต กับปัจจัยการผลิตสามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{การเพิ่มผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิต (Output)}}{\text{ปัจจัยการผลิต (Input)}}$$

แนวทางในการเพิ่มผลผลิต

รัชวรรณ กาญจนปัญญาคม (2552) กล่าวว่า หากพิจารณาจากสมการของการคำนวณผลิตภาพแล้ว อาจกล่าวได้ว่าการปรับปรุงผลิตภาพ คือ การเพิ่มอัตราส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ได้ต่อทรัพยากรที่ใช้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากทางใดทางหนึ่งใน 5 แนวทาง ดังนี้

1. เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรให้น้อยลง
2. เพิ่มผลผลิตโดยพยายามใช้ทรัพยากรเท่าเดิม
3. เพิ่มผลผลิดโดยใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น แต่ในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม
4. คงปริมาณผลผลิตเดิม แต่ใช้ทรัพยากรให้น้อยลง
5. ลดปริมาณผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม

แม้แนวคิดในการเพิ่มผลิตภาพข้างต้นจะดูง่าย ๆ แต่ความจริงแล้วการเพิ่มผลิตภาพนั้นไม่สามารถสร้างขึ้นจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งเพียงประการเดียว ไม่ใช่เกิดจากการเร่งให้พนักงานทำงานหนัก หรือตั้งเครื่องจักรให้เร็วที่สุดเท่านั้น แต่จะต้องผสมผสานกับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย ซึ่งอาจสรุปเทคนิคของการเพิ่มผลิตภาพเป็น 5 แนวทาง ได้แก่

1. การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ ได้แก่ เครื่องจักร เครื่องมือใหม่ ๆ วิทยาการใหม่ ๆ ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตต่อหน่วยของแรงงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้นทุนการผลิตและทำให้ราคาต้นทุนต่อหน่วยถูกลง เทคนิคในกลุ่มนี้ เช่น การใช้เครื่องจักรทันสมัยในกระบวนการผลิต การนำคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงมาใช้ในการทำงาน การใช้เครื่องนับหรือเครื่องตรวจจับระบบอัตโนมัติ การลงทุนในการซื้อเครื่องมือที่มีขีดความสามารถในการผลิตสูงขึ้น

2. การเน้นผลิตภัณฑ์ เป็นแนวทางเพิ่มผลิตภาพ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพและมีคุณค่าเป็นที่ต้องการของตลาด เทคนิคในกลุ่มนี้ เช่น การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การใช้เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น การส่งเสริมการขายและการโฆษณา

3. การเน้นวิธีการทำงาน เป็นเทคนิคการเพิ่มผลิตภาพโดยอาศัยหลักวิชาการด้านการศึกษาการทำงานมาใช้ รวมทั้งการวางแผนการทำงานต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงงาน การกำหนด

มาตรฐานการปฏิบัติงาน การออกแบบวิธีการทำงานใหม่ การยศาสตร์/ กิจภาวะศาสตร์ เทคนิคของการวางแผนการผลิตต่าง ๆ เทคนิคของ Re-engineering

4. ด้านวัสดุ เป็นการเพิ่มผลิตภาพโดยเน้นที่การจัดการวัสดุและการควบคุมการใช้วัสดุต่าง ๆ เช่น การควบคุมสินค้าคงคลัง การควบคุมคุณภาพของวัสดุ ระบบการจัดการวัสดุ การใช้วัสดุต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การใช้เศษเหลือของวัสดุให้เป็นประโยชน์และเกิดคุณค่า

5. ด้านพนักงาน เป็นการเพิ่มผลิตภาพโดยการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของพนักงานและการใช้เครื่องมือจูงใจ ได้แก่ การจัดตั้งระบบค่าแรงจูงใจ การจัดตั้งระบบสวัสดิการต่าง ๆ การฝึกงาน การพัฒนาปรับปรุงฝีมือและทักษะของพนักงาน การฝึกอบรมและการเรียนรู้ การสร้างวัฒนธรรมของการทำงานเป็นทีมโดยผ่านกิจกรรมกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มคิวซี กลุ่มแก้ปัญหา เป็นต้น

การศึกษาการทำงาน (Work study)

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ (2545) กล่าวว่า การศึกษาการทำงาน เป็นวิชาที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากวิชาการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลา (Motion and time study) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นต้นกำเนิดของหลักวิชาการตามแนวคิดและหลักการของปรมาจารย์สองท่าน คือ Frederick W. Taylor และ Frank B. Gilbreth โดยมีการยอมรับว่า ท่าน Taylor เป็นบิดาแห่งการศึกษาเวลา ในขณะที่ Gilbreth ถือได้ว่าเป็นบิดาแห่งการศึกษาการเคลื่อนที่ แต่ผลงานของ Gilbreth ส่วนใหญ่จะมีภรรยาเขาชื่อ Lillian M. Gilbreth เป็นผู้ร่วมงานในทางการศึกษาวิจัยด้านการศึกษาการเคลื่อนที่ของร่างกายเพื่อการทำงานที่ดีขึ้น ความเมื่อยล้าน้อยลง ความเครียดในการทำงานลดลง รวมทั้งงานการศึกษาด้านจิตวิทยาการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของคนพิการ ผลงานของ Gilbreth จึงรับรู้ในนามของ Gilbreths

ต่อมาขอบข่ายของการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลาได้ขยายเพิ่มขึ้น โดยเดิมทีการศึกษาการเคลื่อนที่ จะพิจารณาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการทำงานของร่างกายประกอบร่วมกับการจัดสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของคนงานโดยเฉพาะ ต่อเมื่อมีการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการผลิตขอบข่ายของการศึกษาจึงกว้างขึ้นมากลายเป็น “การศึกษาการทำงาน” (Method study) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาการเคลื่อนที่โดยจะเป็นการศึกษาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมและใช้หลักการปรับปรุงงานพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ที่ดีกว่าเดิม ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น ความสูญเสียน้อยลง และต้นทุนการผลิตต่ำลง ในส่วนของการศึกษาเวลา เนื่องจากเป็นกระบวนการวัดเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานและเก็บข้อมูลเวลาการทำงาน ใช้เป็นการวัดผลงานส่วนหนึ่ง การวัดผลงานสามารถทำได้ด้วย

กระบวนวิธีการอื่น ๆ อีกนอกเหนือจากการศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับเวลา จึงพัฒนาเป็นวิชา "การวัดผลงาน" (Work measurement) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาเวลา การสุ่มงาน การใช้เวลามาตรฐาน พรีดีเทอร์มีน และการใช้ข้อมูลมาตรฐานเวลาที่วิจัยเป็นฐานข้อมูลประกอบการใช้งานการวัดผลงาน

การศึกษาการเคลื่อนที่ในระยะแรก ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Gilbreth เพื่อปรับปรุงการเคลื่อนที่ในการทำงาน ซึ่งเป็นผลงานที่แม้ว่าจะเกิดขึ้นในระยะเวลาเดียวกันกับการพัฒนาการศึกษาเวลาของ Taylor โดยที่เป้าหมายของการศึกษาเวลาทำงานมีเพียงเพื่อการใช้งานในการกำหนดเวลามาตรฐาน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดค่าจ้างแรงงานและใช้เป็นส่วนประกอบของแผนการจ่ายเงินจูงใจ และผลจากการที่ได้รับความนิยมใช้งานอย่างแพร่หลาย ในปี ค.ศ. 1930 จึงมีความพยายามในการใช้การศึกษาการเคลื่อนที่เพื่อค้นหาวิธีการทำงานที่ดี และง่ายกว่า ประกอบเป็นกิจกรรมร่วมกับการวัดเวลาทำงาน "การศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลา" จึงถือกำเนิดขึ้น และได้มีการนำไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จนกระทั่งกลายเป็นต้นตำรับ ซึ่งถือเป็นวิชาหลักในหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ แนวโน้มการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางโดยทีมงานวิศวกรอุตสาหการ ไม่เพียงเพื่อการพัฒนาวิธีการงานที่ดีขึ้นเท่านั้น แต่จะใช้ในงานการออกแบบระบบงาน

วันชัย ริจิรวนิช (2555) ให้คำนิยามของการศึกษาการทำงานว่า การศึกษาการทำงาน (Work study) คือ การศึกษาวิธี (Method study) และการวัดผลงาน (Work measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และใช้ประโยชน์ด้านการพัฒนามาตรฐานของการทำงานและเวลาทำงาน รวมไปถึงการใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่งเสริมจูงใจบุคลากร นำไปสู่การเพิ่มผลผลิต

การศึกษาการทำงาน เป็นเครื่องมือหลักของการเพิ่มผลผลิตทั้งในอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการ ดังนั้นประโยชน์เบื้องต้น คือ ช่วยให้เกิดผลงานที่ดีขึ้น จุดเน้นของการศึกษาการทำงานจึงอยู่ที่ "ทำงานน้อยได้งานมาก" นักศึกษาการทำงานจึงมีหน้าที่ในการพัฒนาระบบงานหรือวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เป้าหมายของการศึกษาการทำงานในส่วนของการศึกษาวิธีการทำงานประกอบด้วย

1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิธีการทำงาน
2. เพื่อเพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการทำงาน รวมทั้งลดความเมื่อยล้าในการทำงาน
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานวัสดุ แรงงาน เครื่องจักร ที่ดิน เงินทุน พลังงาน และข้อสนเทศ
4. เพื่อปรับปรุงสถานที่ทำงานและสภาพแวดล้อมการทำงาน

5. เพื่อกำหนดวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมและต้นทุนต่ำ
6. เพื่อกำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานที่ใช้ในการพัฒนาบุคลากร

เป้าหมายของการศึกษาการทำงานในส่วนของการวัดผลงานประกอบด้วย

1. เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานของการทำงาน
2. เพื่อวัดผลงานเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำงานของแต่ละวิธี
3. เพื่อการจัดสมดุลในสายงานผลิต
4. เพื่อกำหนดจำนวนบุคคลให้เหมาะสมกับเครื่องจักร
5. เพื่อกำหนดเวลาส่งมอบผลผลิตให้ลูกค้า
6. เพื่อควบคุมต้นทุนการผลิตและใช้ในการกำหนดต้นทุนมาตรฐาน
7. เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดแผนงานจ่ายเงินจูงใจ

การศึกษาการทำงาน มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานด้านการออกแบบในกระบวนการผลิต เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบกระบวนการผลิต การออกแบบวิธีปฏิบัติงาน การออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ การออกแบบโรงงาน กิจกรรมการออกแบบทั้งหมดจะมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต ถ้าการออกแบบดีผลผลิตจะสูง ความสูญเสียจะต่ำ

ในการออกแบบกระบวนการผลิต มีการกำหนดกิจกรรมที่ต้องดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของกิจกรรมต่าง ๆ ตำแหน่งสถานที่ของกิจกรรม เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และข้อกำหนดทางการผลิตอื่น ๆ การศึกษาการทำงานจะมีบทบาทส่วนของกิจกรรมการออกแบบกระบวนการผลิตเกือบทั้งหมด กล่าวคือ การพิจารณาความจำเป็นและลำดับขั้นตอนของกิจกรรมและการวิเคราะห์กำหนดความเหมาะสมทั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ ทำให้เกิดการออกแบบกระบวนการผลิตที่ดีได้

การศึกษาเวลา (Time Study)

รัชวรรณ กาญจนปัญญาคม (2552) การศึกษาเวลา (Time study) คือ การวัดงานโดยใช้เครื่องวัดเวลา และปรับค่าตามการแปรเปลี่ยนจากเวลาปกติ โดยมีการเผื่อเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานแปลกปลอมต่าง ๆ ความล่าช้าของเครื่องจักร การพักเหนื่อย และความต้องการส่วนบุคคล ควรพิจารณาถึงระยะเวลาในการเรียนรู้ของพนักงานด้วย ควรแบ่งงานที่ศึกษาออกเป็นงานย่อยซึ่งมีเนื้องานที่สม่ำเสมอเพื่อความสะดวกในการศึกษางาน

1. ความสำคัญของการศึกษาเวลา

การกำหนดเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานมีมาตั้งแต่ก่อนสมัยของ Frederick W. Taylor เสียอีก ซึ่งต่อมาได้พัฒนาวิธีการกำหนดเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมจนเป็น

ที่นิยมแพร่หลายกันมาจนถึงปัจจุบันนี้ เหตุผลที่อุตสาหกรรมให้ความสำคัญกับการกำหนดเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน ก็เพื่อสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณหาผลมาตรฐานในการผลิตจากสมการดังนี้

$$\text{ผลผลิตมาตรฐาน (จำนวนชิ้น)} = \frac{\text{เวลาทั้งหมดที่มีในการทำงาน}}{\text{เวลามาตรฐานในการผลิตต่อชิ้น}} \qquad (2\text{-}1)$$

ผลผลิตมาตรฐาน คือ ข้อมูลที่มีความสำคัญมากในการบริหารจัดการของโรงงานอุตสาหกรรมทุกแห่ง ในการนำไปใช้เพื่อการวางแผนและการควบคุมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

เป็นเทคนิคการวัดงานโดยอาศัยการสังเกตการณ์จากเหตุการณ์จริงอย่างต่อเนื่อง และใช้นาฬิกาจับเวลาบันทึกเวลาไว้ เทคนิคนี้บางครั้งเรียกว่า การศึกษาเวลาโดยตรง หรือการศึกษาโดยใช้นาฬิกาจับเวลา เป็นวิธีการกำหนดเวลามาตรฐานที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

2.1 การเลือกงานที่จะทำการศึกษา

ควรทำการเลือกงานซึ่งมีการทำงานต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานานพอสมควร และควรเป็นงานซึ่งสามารถนับชิ้นงานได้ การบันทึกรายละเอียดของงานให้บันทึกลงในแบบฟอร์มรายละเอียดการทำงาน ดังแสดงในภาพภาคผนวก ก-2 – ภาพภาคผนวก ก-23 และก่อนทำการศึกษาเวลาต้องมั่นใจว่างานนั้นพร้อมที่จะถูกศึกษา กล่าวคือ

2.1.1 วิธีการทำงานที่ใช้อยู่เป็นวิธีที่ดีที่สุด

2.1.2 การวางเครื่องมือเครื่องจักรอยู่บนลักษณะที่เหมาะสม

2.1.3 วัตถุที่ใช้ทำงานเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ

2.1.4 สภาพการทำงานเหมาะสมและไม่มีปัญหาของความปลอดภัย

2.1.5 คุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตเป็นไปตามที่ต้องการ

2.1.6 ความเร็วของเครื่องจักรเป็นไปตามที่ตั้งไว้

2.1.7 คนงานมีความชำนาญหรือประสบการณ์พอสมควร

2.2 แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อย

การแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อยเพื่อความสะดวกในการจับเวลาและเพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาเวลา หลักเกณฑ์ในการแบ่งงานย่อยเพื่อจับเวลา มีดังนี้

2.2.1 งานย่อยควรสั้นพอที่จับเวลาได้อย่างแม่นยำ โดยปกติแล้วงานย่อยจะไม่สั้นกว่า 0.04 นาที หรือนานกว่า 0.35 นาที

2.2.2 งานย่อยทุกงานควรมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่แน่นอน

2.2.3 งานย่อยควรมีความคงเส้นคงวาให้มากที่สุด กล่าวคือ งานย่อยสามารถบอกลักษณะงาน หรือกลุ่มของงานที่ทำได้

2.2.4 ควรแยกการจับเวลาของเครื่องจักรออกจากการจับเวลาการทำงานของคนงาน

2.2.5 แยกงานย่อยของพนักงานที่ทำขณะเครื่องจักรกำลังเดิน (Inside work element) ออกจากงานย่อยของคนงานส่วนที่ทำขณะเครื่องจักรหยุด (Outside work element)

2.2.6 ควรแยกงานย่อยคงที่ (Constant element) ออกจากงานย่อยแปรผัน (Variable element)

2.2.7 ควรแยกงานย่อยประจำ (Regular element) ออกจากงานย่อยครั้งคราว (Irregular element)

2.3 คำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา

การศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับเวลาถือเป็นการสุ่มตัวอย่างรูปแบบหนึ่ง เพียงแต่เป็นการสุ่มตัวอย่างเดียวที่มีความต่อเนื่องข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความแปรปรวนของงาน ความเร็วของพนักงานในการทำงาน และอาจมีงานย่อยแปลกปลอม (Foreign element) อื่น ๆ ซ่อนเร้นอยู่ ดังนั้นการจับเวลาเพียงรอบเดียว หรือ 2-3 รอบ ย่อมไม่ใช่ค่าที่แน่นอนพอที่จะใช้เป็นฐานในการคำนวณเวลามาตรฐานได้ การจับเวลาโดยมีข้อมูลที่เหมาะสม นอกจากจะให้ค่ามาตรฐานที่น่าเชื่อถือได้แล้ว ยังทำให้ผู้ศึกษาสามารถนำเวลามาตรฐานไปใช้ด้วยความเชื่อมั่นอีกด้วย การคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นกับเวลาและค่าความแม่นยำที่ต้องการ

วิธีใช้ตารางของ Maytag

วิธีนี้คิดขึ้นโดยบริษัท Maytag ในสหรัฐอเมริกา อาศัยหลักการเดียวกันกับวิธีการแจกแจง t-Distribution แต่ได้แปลงเป็นตารางหาค่าโดยประมาณ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. จับเวลาเบื้องต้นของการทำงาน โดย
    1.1 ถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลามา 10 ค่า
    1.2 ถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาที ให้จับเวลามา 5 ค่า
2. หาค่า R (range) หรือพิสัย ซึ่งคือ ค่าสูงสุด (H) – ค่าต่ำสุดของกลุ่ม (L)
3. หาค่า $\bar{x}$ ซึ่งได้จากผลรวมของตัวเลขในกลุ่มหารด้วยจำนวนข้อมูล (5 หรือ 10)
4. คำนวณค่า $\frac{R}{\bar{x}}$
5. อ่านค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม) จากตารางภาคผนวก ก-1

และเพื่อให้มั่นใจยิ่งขึ้นว่าข้อมูลเวลาที่เก็บมานั้นพอเพียงกับการศึกษาหรือไม่ สามารถคำนวณหาค่าความแม่นยำของข้อมูลที่เก็บมาทั้งหมด โดยใช้สมการ

$$\text{rel.acc.} = 2 \times \frac{\bar{R}}{\bar{x}} \times \frac{1}{d_2\sqrt{N}} \times 100\% \quad (2\text{-}2)$$

สำหรับค่า d_2 ขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลของกลุ่ม ถ้าข้อมูลของกลุ่ม = 5, d_2 = 2.236 ถ้าข้อมูลของกลุ่ม = 10, d_2 = 3.078 และหากค่า rel.acc. มีค่าไม่เกิน ± 5 เปอร์เซ็นต์ ก็มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นพอเพียงสำหรับการศึกษาแล้ว

2.4 การประเมินค่าอัตราเร็ว

ค่าปรับอัตราความเร็ว (Rating factor) คือ ความเร็วของพนักงานที่ทำงานภายใต้การศึกษาโดยนาฬิกาจับเวลา ซึ่งจะมีผลต่อการคำนวณค่าเวลามาตรฐาน ในกรณีที่ความเร็วของพนักงานมีผลต่ออัตราการทำงานและผลผลิต หรือพนักงานผู้นั้นไม่ได้ทำงานด้วยอัตราความเร็วมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องคูณเวลาตัวแทนที่ได้ด้วยค่าปรับอัตราความเร็วเพื่อให้เวลาที่ได้นั้นเป็นค่าเวลาปกติ (Normal time) ดังสมการ

เวลาปกติ (Normal time) = เวลาตัวแทน (Representative time) x ค่าปรับอัตราความเร็ว (Rating factor) (2-3)

วิธีประเมินอัตราการทำงานมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี โดยในที่นี้จะประเมินค่าอัตราความเร็วตามวิธี Westinghouse system of rating ซึ่งคิดขึ้นโดย บริษัท Westinghouse โดยพิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ตัว คือ

1. ทักษะหรือความชำนาญ (Skill)
2. ความพยายาม (Effort)
3. สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Condition)
4. ความสม่ำเสมอ (Consistency)

ซึ่งการประเมินค่าอัตราความเร็วของพนักงานจะให้คะแนนองค์ประกอบทั้ง 4 ตัวนี้ โดยดูจากตารางภาคผนวก ข-1

2.5 การกำหนดค่าเผื่อ

เนื่องจากเวลาปกติ ที่หามาได้เป็นเวลาการทำงานเพียงอย่างเดียว แต่การทำงานทุกอย่างต้องมีเวลาเผื่อไว้ให้สำหรับกรณีต่าง ๆ พนักงานจำเป็นต้องมีเวลาสำหรับการพักเหนื่อย และ

สำหรับการสูญเสียอันเนื่องมาจากสาเหตุที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การกำหนดค่าเผื่อเหล่านี้ควรพิจารณาต่างหากจากส่วนของการให้ค่าปรับอัตราความเร็วในการทำงาน ซึ่งค่าเผื่อแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.5.1 เวลาเผื่อสำหรับส่วนบุคคล

2.5.2 เวลาเผื่อสำหรับความเครียด

2.5.3 เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า

ซึ่งรายละเอียดสำหรับการกำหนดค่าเผื่อต่าง ๆ แสดงในภาคผนวก ข

2.6 คำนวณหาเวลามาตรฐาน

การหาเวลามาตรฐานสามารถคำนวณหาได้ดังนี้

2.6.1 หาค่าเฉลี่ยจากเวลาของงานย่อยที่บันทึกไว้

2.6.2 หาค่าเวลาปกติโดยคำนวณจากสูตร เวลาปกติ = เวลาเฉลี่ย x %ค่าประเมินความเร็ว

2.6.3 คำนวณเวลามาตรฐานจากสูตร เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + ค่าเผื่อ

งานที่เป็นมาตรฐาน

งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard work) คือ ชุดขั้นตอนการทำงานที่ทุกคนเห็นพ้องต้องกันแล้วว่าเป็นวิธีการและลำดับการทำงานที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการแต่ละกระบวนการและสำหรับพนักงานแต่ละคน และแถมยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยค้นหาวิธีการและลำดับเหล่านี้ให้อีกด้วย งานที่เป็นมาตรฐานนี้มีเป้าหมายเพื่อทำให้งานมีสมรรถนะสูงสุด ขณะที่ต้องลดความสูญเปล่าในการปฏิบัติงานและภาระงาน (Workload) ของแต่ละคนให้เหลือน้อยที่สุดด้วย งานที่เป็นมาตรฐานนี้ไม่ใช่ “มาตรฐานการทำงาน” (Work standard) แบบตายตัวที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ตรงกันข้าม งานที่เป็นมาตรฐาน คือ งานที่เหมาะสมที่สุดที่คนและเครื่องจักรจะต้องทำในแต่ละวันซึ่งจะต้องเปลี่ยนแปลงไปมาเพื่อให้สามารถผลิตได้ตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยจะมีการคำนวณอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้พนักงานแต่ละคนและทุก ๆ สายการผลิตหรือเซลล์สามารถทำงานตามค่า Takt time ได้ รอบเวลาในการผลิต (Cycle time) ที่เหมาะสมที่สุดก็จะต้องถูกนำไปพิจารณาในวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานด้วย

1. แทคไทม์ (Takt time)

แทคไทม์ คือ อัตราที่จะต้องผลิดผลิตภัณฑ์ออกมาเพื่อให้เป็นไปตามปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า และเป็นเวลาที่ได้มาจากการคำนวณซึ่งจะเป็นตัวกำหนดจังหวะของการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตได้ตามการไหลของคำสั่งซื้อของลูกค้า สามารถคำนวณค่า แทคไทม์ได้ดังนี้

$$\text{แทคไทม์} = \frac{\text{เวลาในการผลิตที่มีอยู่ (Available production time)}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน (Total daily quantity required)}}$$

2. รอบเวลาในการผลิต (Cycle time)

รอบเวลาในการผลิต คือ ระยะเวลาที่พนักงานหนึ่งคนใช้ไปในการผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งชิ้นภายในเซลล์หรือสายการผลิตหนึ่ง โดยมีจำนวนผลผลิต (Production output) และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (Operating time) เป็นตัวแปรในการคำนวณรอบเวลาในการปฏิบัติงานนี้ เช่น ถ้ามีการผลิตชิ้นงาน 20 ชิ้นในหนึ่งชั่วโมง รอบเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานหนึ่งรอบ ก็คือ 3 นาที และรอบเวลาในการผลิตของพนักงาน (Operator cycle time) คือ เวลารวมทั้งหมดที่พนักงานใช้ไปในการปฏิบัติงานครบหนึ่งรอบ (ซึ่งรวมทั้งการเดิน การตั้งเครื่อง การตรวจสอบ ฯลฯ) รอบเวลาในการผลิตของเครื่องจักร (Machine cycle time) คือ เวลาตั้งแต่เริ่ม “กดปุ่ม” ไปจนถึงเวลาที่เครื่องจักรย้อนกลับไปอยู่ตำแหน่งเดิมของมันหลังจากปฏิบัติงานได้ครบหนึ่งรอบแล้ว เช่น ถ้าเครื่องจักรสามารถผลิตชิ้นส่วนได้ 60 ชิ้นในหนึ่งนาที รอบเวลาในการผลิตของมัน ก็คือ 1 วินาที นั่นเอง

การประเมินประสิทธิภาพสายการผลิต

บุษบา พฤกษาพันธ์รัตน์ (2552) การจัดสมดุล (Line balancing) คือ การพยายามที่จะจัดให้สถานีงานต่าง ๆ มีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้เท่า ๆ กัน แต่ถ้าหากเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันแล้ว อัตราการผลิตของสินค้านั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่ใช้เวลามากที่สุด ซึ่งเวลาที่ใช้เป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตนี้เราเรียกว่า รอบเวลาการผลิต (Cycle time) ซึ่งหมายถึง เวลาระหว่างที่สินค้าสำเร็จออกมาแต่ละชิ้น โดยจะมีค่าเท่ากับเวลาของสถานีที่ช้าที่สุด ในการจัดสมดุลสายประกอบจะเป็นการดำเนินการภายใต้เงื่อนไขสองประการ คือ เงื่อนไขลำดับก่อนหน้า และข้อจำกัดของรอบเวลาการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นกระบวนการลองผิดลองถูก มีการจัดกลุ่มงานเป็นสถานีงาน โดยพิจารณาเวลาและลำดับก่อนหน้าของงาน ในการประเมินผลอาจใช้การประเมินประสิทธิภาพ (Efficiency: E) ของสายการผลิต ในการคำนวณประสิทธิภาพ คำนวณได้จาก

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{j} t_i}{nC_a} \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ t_i = เวลาของงานย่อย j

j = จำนวนงานย่อยทั้งหมด

n = จำนวนสถานีงาน

C_a = รอบเวลาจริง

เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการผลิต

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect diagram)

วันรัตน์ จันทกิจ (2548) แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (All causes)

เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของผังก้างปลา (Fishbone diagram) เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลาย ๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์ โอรุ อิชิกาว่า แห่งมาหาวิทยาลัยโตเกียว

แผนผังสาเหตุและผลคืออะไร

สำนักมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลานี้ว่า "เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลาย ๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา"

เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล

1. เมื่อต้องการหาสาเหตุ (ปัจจัย) ที่ก่อให้เกิดปัญหา

2. เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของคนเองเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น

3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุก ๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผังก้างปลาต้องเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา โดยหลีกเลี่ยงคำเชื่อมต่าง ๆ อันได้แก่ และ แล้ว ซึ่ง อัน เพื่อ เนื่องจากหัวปลาหนึ่งหัวแทนปัญหาเท่านั้น (หากมีคำเชื่อมจะเกิดเป็นประโยค 2 ประโยค)

2. ระดมสมองหาสาเหตุ (ปัจจัย) หลักที่ส่งผลต่อปัญหาที่หัวปลา โดนระบุปัจจัยหลักไว้ที่ก้างหลัก

3. ระดมสมองอย่างต่อเนื่องด้วยคำถาม "ทำไม ทำไม" แล้วแตกก้างในข้อ 2 ออกเป็นก้างรอง

4. ระดมสมองอย่างต่อเนื่องด้วยคำถาม "ทำไม ทำไม" เพื่อแตกออกเป็นก้างย่อย ๆ ตามลำดับ โดยการถามทำไม จะถามจนกระทั่งไม่สามารถถามต่อได้อีกแล้ว หรือ เมื่อถามแล้วได้คำตอบที่ไม่ได้สอดคล้องกับหัวปลาให้หยุดถาม

5. ก่อนจะจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ ให้ทดลองอ่านก้างปลาจากก้างที่ย่อยที่สุด (A) ผ่านก้างย่อย (B) ก้างรอง (C) ก้างหลัก (D) จนกระทั่งถึงหัวปลา (Y) (ดังภาพที่ 2-1) โดยตั้งประโยคว่า เพราะ A ทำให้เกิด B เพราะ B ทำให้เกิด C เพราะ C ทำให้เกิด D และเพราะ D ทำให้เกิด Y ที่หัวปลา จริงหรือไม่ นอกจากนั้น ยังต้องตรวจสอบด้วยว่า เพราะ A (ก้างที่ย่อยที่สุด) ทำให้เกิด Y (ปัญหาที่หัวปลาจริงหรือไม่) ถ้าไม่ใช่ หมายความว่า ก้างย่อยนั้นเริ่มจะออกนอกลู่นอกทาง ดังนั้นให้ตัดก้างย่อยนั้นทิ้ง

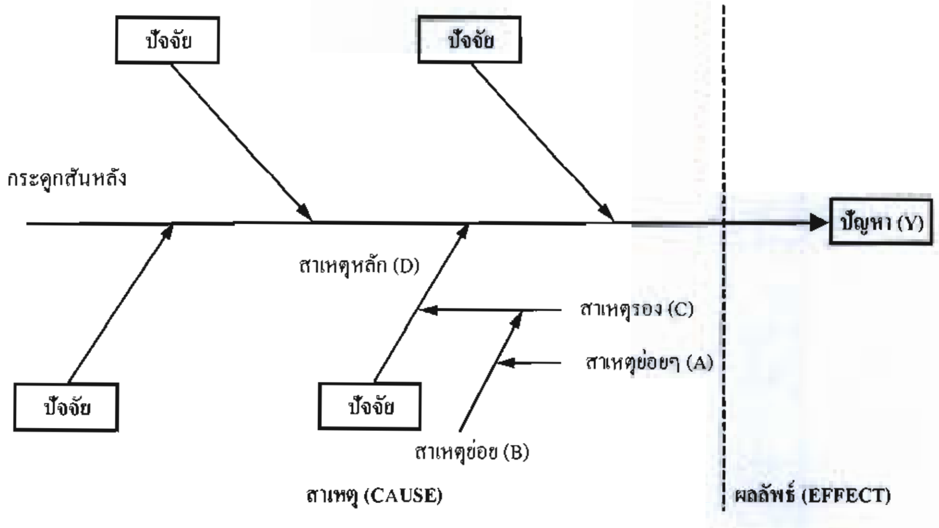
6. เมื่อยืนยันความเป็นเหตุเป็นผลแล้ว ให้ทดลองถามทำไมต่อจากก้างที่ย่อยที่สุดในก้างปลาอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่า ไม่มีสาเหตุที่ลึกลงไปกว่านี้อีกแล้ว และถือเป็นเบื้องต้นว่า "ก้างที่ย่อยที่สุดเป็นสาเหตุรากเหง้าของปัญหา"

7. คัดเลือกสาเหตุรากเหง้าที่คิดว่าจะสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเองขึ้นมา

8. นำสาเหตุรากเหง้าจากข้อ 7 ไปเข้าสู่การระดมสมองเพื่อหาแนวทางการปรับปรุง

9. สุดท้ายสร้างแผนการแก้ไขด้วยแผนภูมิเกณฑ์ เพื่อกำหนดตระยะเวลา และผู้รับผิดชอบต่อไป

โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล หรือผังก้างปลา



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

แผนผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนปัญหา หรือผลลัพธ์ (Problem or effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา
2. ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น
   2.1 ปัจจัย (Factors) หรือสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
   2.2 สาเหตุรอง
   2.3 สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรอง และก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

ส่วนการสร้างความสัมพันธ์ของปัญหากับสาเหตุ จะใช้ลูกศร หรือก้างปลาเป็นตัวเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุ โดยที่หางลูกศร หมายถึง สาเหตุ และหัวลูกศร หมายถึง ผล

การกำหนดส่วนปัญหา หรือผลลัพธ์ (หัวข้อปัญหาที่หัวปลา)

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรที่จะกำหนดแบบชัดเจนและเป็นไปได้ ซึ่งถ้าหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรก จะทำให้เสียเวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา

การกำหนดประโยคที่หัวปลา ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เช่น อัตราของเสียสูง คนมีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ อัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง หรือ อัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้นสูง และจะดียิ่งขึ้นถ้าเราสามารถกำหนดตัวเลขที่ชัดเจนได้เลย เช่น อัตราการเสีย > 10% เป็นต้น

เทคนิคการระดมความคิด เพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ

การกำหนดส่วนสาเหตุ (ปัจจัยบนก้างปลา)

เมื่อเราได้ปัญหาที่หัวปลาแล้ว ขั้นตอนถัดไป คือ เราต้องกำหนดสาเหตุหลัก สาเหตุรอง สาเหตุย่อย ซึ่งจะระบุไว้บนก้างปลา ก้างรอง ก้างย่อยตามลำดับ เริ่มจากก้างหลักเราจะต้องกำหนดกลุ่มปัจจัยที่มีความสอดคล้องกับปัญหาที่หัวปลา เพื่อให้มั่นใจได้ว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้นั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุ เป็นผลซึ่งกันและกัน

โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นก้างหลัก เนื่องจากกลุ่มปัจจัยเหล่านี้ถือเป็นปัจจัยนำเข้า (Input) ของกระบวนการ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M Man คนงาน หรือพนักงานปฏิบัติการ

M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M Material วัตถุดิบ หรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

M Method กระบวนการทำงาน

E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

สิ่งสำคัญที่สุดในการทำก้างปลา ก็คือ ท่านจะต้องเข้าใจว่า มีปัจจัยอะไรบ้าง (Input) ที่ส่งผลต่อสินค้าหรือบริการ (Output) นอกจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ปัจจัยอื่น ๆ ที่มักจะเจอ เช่น Money (เงิน) Energy (พลังงาน) เป็นต้น

ดังนั้นผู้ที่จะใช้แผนผังก้างปลาด้วยการวิเคราะห์ปัญหาควรมีประสบการณ์ในกระบวนการนั้น ๆ เพราะจะทำให้สามารถกำหนดกลุ่มปัจจัยได้อย่างถูกต้อง จากนั้นการตั้งคำถาม "ทำไม ทำไม" จะนำพาเราไปสู่สาเหตุรากเหง้าที่แท้จริงได้ ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ (Principles of motion economy)

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2539) หลักการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นหลักการพื้นฐานที่ใช้สำหรับปรับปรุงการทำงานของคนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยเกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด ผู้ที่นำหลักการนี้มาใช้เป็นคนแรก คือ แฟรงค์ กิลเบรธ และผู้ที่ปรับปรุงหลักการนี้ให้ดีขึ้น คือ ศาสตราจารย์บาร์นส์ หลักการนี้แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. หลักการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of human body)

ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนให้ทำงานโดยหลักการใช้โครงร่างของมนุษย์จะช่วยให้งานที่ทำด้วยมือได้ผลผลิตมากขึ้น โดยเกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด หลักการมีดังนี้

1.1 มือทั้งสองข้างควรเริ่มทำงานและเสร็จสิ้นการทำงานพร้อมกัน

1.2 มือทั้งสองข้างไม่ควรว่างพร้อมกันยกเว้นระหว่างเวลาพัก

1.3 การเคลื่อนไหวของแขนและขาทั้งสองข้างต้องสมมาตรและเคลื่อนในทิศทางตรงข้ามกัน ในเวลาเดียวกัน

1.4 การเคลื่อนไหวของมือและร่างกายควรน้อยที่สุด

1.5 ไม่ควรเคลื่อนไหวต้านแรงโน้มถ่วง กรณีที่จำเป็นต้องใช้น้อยที่สุด

1.6 ควรเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องแบบเส้นโค้งสม่ำเสมอ

1.7 ควรจัดเรียงให้ง่ายและเป็นธรรมชาติ

1.8 งานควรจัดให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับสายตา

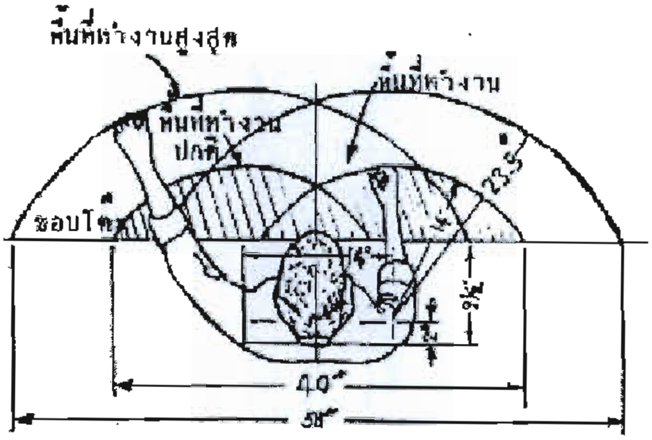
1.9 ควรเคลื่อนที่อย่างอิสระ

2. หลักการจัดสถานที่ทำงาน (Arrangement of the workplace)

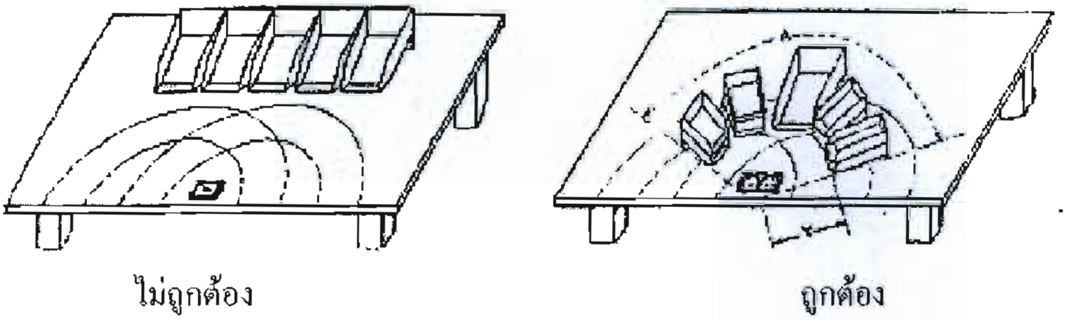
การจัดสถานที่ทำงานให้สะอาด มีระเบียบ ช่วยให้คนอยากเข้ามานั่งทำงาน เมื่อต้องการค้นหาสิ่งใดก็สามารถหาเจอได้ในเวลารวดเร็ว เมื่อมีสิ่งใดหายไปก็สามารถรู้ได้ทันที นอกจากนี้ สถานที่ทำงานที่จัดไว้ดีแล้วช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วและเมื่อยล้าน้อย หลักการจัดสถานที่ทำงานดีมีดังนี้

2.1 ควรมีสถานที่ทำงานแน่นอนในการเก็บเครื่องมือและวัสดุ

2.2 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ควบคุมควรอยู่ใกล้ตัวผู้ใช้มากที่สุด แสดงดังภาพที่ 2-2 และภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-2 ขนาดของพื้นที่ทำงานปกติและสูงสุด



ภาพที่ 2-3 การจัดผังสถานที่ทำงานที่ไม่ถูกต้องและถูกต้อง

2.3 ในภาชนะบรรจุชิ้นส่วน ที่สามารถทำให้ชิ้นส่วนเลื่อนลงมาอยู่ใกล้ตัวผู้ใช้เอง โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง

2.4 ชิ้นงานที่ประกอบเสร็จแล้ว ควรใช้วิธีปล่อยลงข้างล่าง

2.5 ควรจัดวางเครื่องมือและวัสดุไว้ตามลำดับขั้นตอนการเคลื่อนไหว

2.6 พื้นที่ปฏิบัติงานควรมีแสงสว่างเพียงพอ

2.7 ความสูงของเก้าอี้และโต๊ะปฏิบัติงานควรมีขนาดที่เหมาะสม

3. หลักการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ (Design of tools and equipment)

เครื่องมือที่ได้รับการออกแบบที่ดีย่อมจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็ว งานที่ได้มีคุณภาพสูง ดังนั้นการออกแบบเครื่องมือจึงควรคำนึงถึงหลักการดังนี้

3.1 ใช้อุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกช่วยในการจับชิ้นงานแทนมือ

3.2 ควรรวมเครื่องมือที่ทำหน้าที่ 2 อย่างขึ้นไปอยู่ในอันเดียวกัน

3.3 กรณีที่มีการใช้นิ้วมือทั้ง 10 นิ้วทำงาน ให้เฉลี่ยตามความเหมาะสมของนิ้วมือ

3.4 ใช้อุปกรณ์ในการส่งถ่ายแรง

3.5 พวงมาลัยควรติดตั้งให้อยู่ในลักษณะที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกมากที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตนัยนาท นิ่มนวล (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานในสายการผลิตท่อในห้องเครื่องยนต์ จากการศึกษาข้อมูลพบว่าสายการผลิตไม่สามารถทำการผลิตได้ตามปริมาณที่ต้องการ และจะต้องทำงานล่วงเวลาอย่างมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นสูง จึงใช้เทคนิค ECRS ปรับปรุงกระบวนการทำงาน หลังจากปรับปรุงเวลาการทำงานแล้วก็นำข้อมูลดังกล่าวมาจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดรอบเวลางาน ผลจากการปรับปรุงทำให้ความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้น 37% โดยไม่ต้องทำงานล่วงเวลา

จักรกฤษณ์ ฮั่นยะลา (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา จากการศึกษาการทำงานของพนักงานและสอบถามหัวหน้างาน พบปัญหาประสิทธิภาพในการผลิตค่อนข้างต่ำการจัดงานอยู่ในลักษณะที่ทำงานไม่สะดวก งานอยู่ในตำแหน่งที่มีการเคลื่อนไหวแล้วเกิดความเมื่อยล้า ชิ้นส่วนต่าง ๆ ไม่สะดวกกับการหยิบใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล แล้วนำเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลามาแก้ปัญหา ได้แก่ การศึกษากระบวนการผลิตด้วยแผนผังการไหลและแผนภูมิกระบวนการผลิต แล้วทำการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานรวม ออกแบบวิธีการทำงานของพนักงานใหม่ ผลการปรับปรุงพบว่าสามารถลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตลงได้ 15.57% และการลดขั้นตอนการผลิตโดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำให้ขั้นตอนในกระบวนการผลิตลดลงจาก 116 ขั้นตอน เป็น 97 ขั้นตอน คิดเป็น 16.37%

ไชยา วรสิงห์ (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มภาพการผลิตโดยการศึกษาการทำงานที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนและอะไหล่เครื่องจักร จากการศึกษาวิธีการทำงานและกิจกรรมกลุ่ม ปัญหาที่พบ คือ ในขั้นตอนการทำงานของเครื่องกัดใช้เวลาในการเซทชิ้นงานนาน ไม่มีการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนและใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานไม่เหมาะสม ซึ่งก่อให้เกิดการเสียหายต่อชิ้นงาน ผู้ศึกษาจึงได้เก็บข้อมูลการผลิตเพื่อหาเวลามาตรฐานและวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่คำนวณได้ จัดประชุมหาสาเหตุของปัญหาโดยการระดมสมองและใช้เทคนิคทำไม ทำไม (Why - Why analysis) มาช่วย และจัดตั้งกลุ่มการทำงานคุณภาพ โดยมีการระบุหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจนและมีการประชุมติดตามการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง แนวทางแก้ไขกระบวนการผลิตทางกลุ่มได้ออกแบบอุปกรณ์จับยึดใหม่โดยเน้นการใช้งานที่สะดวกกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของชิ้นงานครบทุกทิศทาง กำหนดวิธีการทำงานที่ชัดเจนให้แก่พนักงานและจัดตั้งกลุ่มงานคุณภาพเพื่อคอยติดตาม และควบคุมเรื่องคุณภาพผลผลิต หลังการปรับปรุงพบว่าประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น 33.28% และของเสียในกระบวนการผลิตลดลงจากเดิม 3% เหลือ 0.5%

ธนวิชญ์ เพ็งเรือง (2553) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตเหล็กบานพับฝากระโปรงหลังของรถยนต์โตโยต้า รุ่นโคโลล่า จากการศึกษาข้อมูลพบว่าสายการผลิตไม่สามารถทำการผลิตได้ ตามปริมาณที่ต้องการและจะต้องทำงานล่วงเวลาอย่างมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นสูง ดังนั้น จึงใช้เทคนิค ECRS มาปรับปรุงกระบวนการทำงาน และหลังจากปรับปรุงเวลาการทำงานแล้ว ได้นำข้อมูลดังกล่าวมาจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดรอบเวลางาน ผลจากการปรับปรุงทำให้ ความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้น 67.07% โดยไม่ต้องทำงานล่วงเวลาอีก

เอกรัฐชัย ยวดยิ่ง (2555) ได้ทำการศึกษาวิจัยการใช้เทคนิคการศึกษางานสำหรับการเพิ่มผลิตภาพการผลิตพาเลทเหล็ก ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตพาเลทเหล็ก โดยหลังจากจับเวลาการทำงานโดยตรงเพื่อหาเวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการพบว่ากระบวนการ ที่มีเวลามาตรฐานการทำงานมากที่สุดหรือเป็นจุดคอขวดในระบบการผลิตพาเลทเหล็ก คือ กระบวนการเชื่อมเต็ม จากนั้นได้ค้นหาปัญหาและทำการปรับปรุงแก้ไขด้วยการกำจัดความสูญเปล่าเพื่อลดเวลามาตรฐานการผลิตในกระบวนการเชื่อมเต็มแนว โดยการเพิ่มอุปกรณ์จับชิ้นงานขณะที่พนักงานปฏิบัติงานเชื่อมเต็มแนว พร้อมทั้งอบรมพนักงาน เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจและสร้างความมั่นใจแก่พนักงานมากขึ้น ผลจากการปรับปรุง สามารถลดเวลามาตรฐานการผลิตพาเลทเหล็กต่อชิ้นลงจากเวลาเดิม 10.95% ผลิตภาพกระบวนการผลิตขึ้น 28.77% และส่งผลให้รายได้เพิ่มขึ้น 1,965,600 บาทต่อปี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

รายละเอียดของบทนี้จะกล่าวถึงสภาพโดยทั่วไปของบริษัท ประเภทผลิตภัณฑ์ของบริษัท ขั้นตอนการผลิตของหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ซึ่งจะช่วยทำให้เข้าใจงานของบริษัทกรณีศึกษา ตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูล สำหรับวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา

ที่อยู่: นิคมอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์น อินดัสเตรียล ปาร์ค

60/ 7 หมู่ 3 ตำบลมาบยางพร อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง 21140

ก่อตั้งเมื่อ: 28 ธันวาคม พ.ศ. 2537

เงินทุนจดทะเบียน: 700 ล้านบาท

สินค้าหลัก: ชิ้นส่วนยานยนต์ทุบขึ้นรูปร้อน ได้แก่ Connecting rod & Cap, crankshaft, Timing gear, Pulley, Knuckle, Shaft, Yoke, Cam shaft, Bridge fork bot

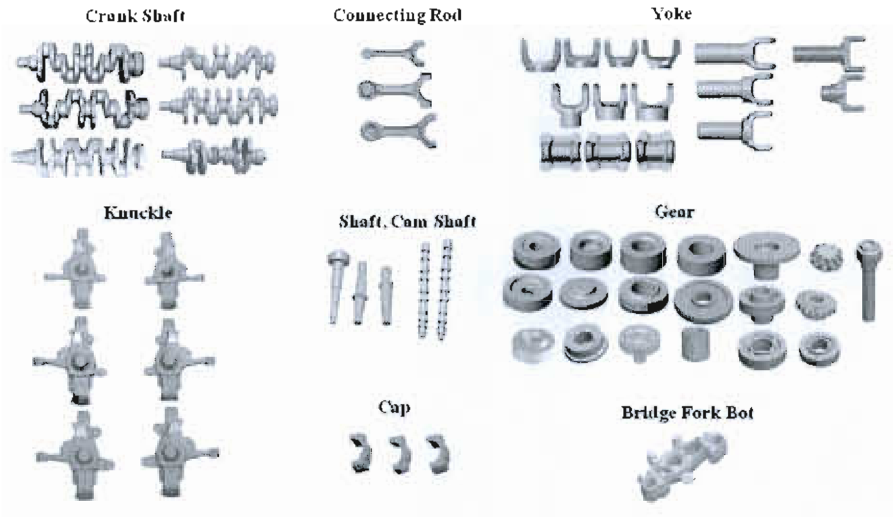
จำนวนพนักงาน: 288 คน

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทชั้นนำด้านการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ย้ายฐานการผลิตมาจากประเทศญี่ปุ่น ผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์และเครื่องยนต์ จากนั้นก็ส่งต่อไปยังบริษัท Machining ทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อแปรรูปต่อ ปัจจุบันมีสายการผลิตทุบขึ้นรูปทั้งหมด 10 สายการผลิต มีความสามารถในทุบขึ้นรูป 2,000 ตัน/ เดือน (750,000 ชิ้น) และมีสายการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จทั้งหมด 6 สาย

ผลิตภัณฑ์ของบริษัท

ปัจจุบันบริษัทได้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ให้กับบริษัทลูกค้าจำนวนมากแบ่งตามประเภทผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 3-1

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

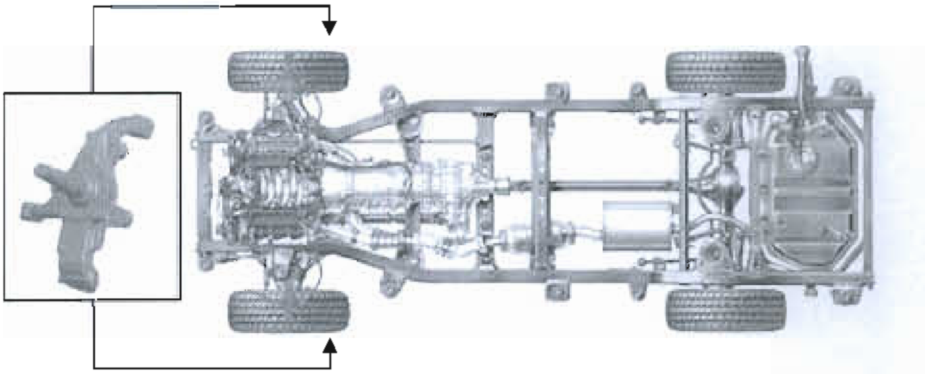


ภาพที่ 3-1 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท

จากผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายของทางบริษัท ทำให้สายงานผลิตและกระบวนการผลิตแตกต่างกันออกไป โดยในการศึกษาวิจัยนี้จะมุ่งเน้นปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409, KN410 เนื่องจากพบว่า ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จนี้ ยังมีปัญหาในกระบวนการผลิตอยู่ คือ ปัญหาพนักงานลาออกบ่อยเนื่องจากการทำงานมีความยากลำบาก ไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน สถานที่ปฏิบัติงานไม่เหมาะสม และมีปัญหาการรองานระหว่างสถานีงาน

ข้อมูลของผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

1. ตำแหน่งของหัวต่อแกนล้อหน้า ในรถยนต์



ภาพที่ 3-2 ตำแหน่งของหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

365509

2. ขั้นตอนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

2.1 กระบวนการตรวจรับวัตถุดิบ (Incoming raw material inspection) หน่วยงานวางแผนการผลิต จะทำการตรวจสอบชนิด ของ Steel bar, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ว่าตรงกับใบส่งของหรือไม่ หน่วยงานควบคุมคุณภาพ ตรวจสอบรายละเอียดใน Mill sheet ว่า Steel bar มีคุณสมบัติทางเคมี (Material chemical components) ตรงตามคุณลักษณะที่กำหนดหรือไม่ จากนั้นส่ง Steel bar เก็บที่หน่วยงานสโตร์

2.2 กระบวนการเบิกหรือคืนวัตถุดิบ (Raw material requesting) หน่วยงานทุบขึ้นรูปเขียนใบขอเบิก-ขอคืน Steel bar (กรณีขอเบิกใช้และขอคืน) จากหน่วยงานสโตร์โดยระบุรายละเอียดดังนี้ Part no. ที่จะทำการผลิต, ชื่อวัตถุดิบ, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง, จำนวนมัดที่จะเบิกใช้หรือคืน

2.3 กระบวนการตัด (Cutting) เป็นการนำ Steel bar มาตัดด้วยเครื่องเลื่อย (Circular saw) เพื่อให้ได้ขนาดของแท่งบิลเลตตามที่ส่วนงานออกแบบได้ออกแบบไว้ ซึ่งในการตัดชิ้นงานนี้มีผลโดยตรงกับการตีชิ้นงานว่าสามารถตีได้เต็มแม่พิมพ์หรือไม่ เนื่องจากหากตัดสั้นเกินไป ก็จะไม่สามารถตีชิ้นงานให้เต็มแบบได้ แต่หากตัดยาวเกินไปก็จะทำให้สูญเสียวัตถุดิบมากเกินไป

2.4 กระบวนการให้ความร้อน (Heating) อุ่นชิ้นงานให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการโดยนำชิ้นงานที่ผ่านการตัดจากเลื่อย ผ่านเข้าไปในเตา เพื่อเผาให้อุณหภูมิชิ้นงานอยู่ที่ประมาณ 1,200-1,250°C และให้ชิ้นงานทั้งชิ้นมีอุณหภูมิเท่ากันทั้งหมด เนื่องจากหากอุณหภูมิของชิ้นงานไม่เท่ากัน จะทำให้การตีชิ้นงาน ไม่ได้รูปร่างอย่างที่ต้องการหรืออาจจะทำให้ต้องใช้แรงตีมากกว่าที่ได้ออกแบบไว้ และต้องควบคุมไม่ให้อุณหภูมิของบิลเลตสูงเกินที่กำหนดเนื่องจากจะทำให้โครงสร้างของเหล็กเปลี่ยนไป

2.5 กระบวนการตีขึ้นรูป (Forging) การตีขึ้นรูปชิ้นงานร้อนนี้ โดยทั่วไปมีขั้นตอนการตีขึ้นรูป ดังนี้

2.5.1 การตีย่น (Upsetting) หรือการดัดชิ้นงาน (Bending) เพื่อไล่สเกลออกจากบิลเลต และเปลี่ยนรูปร่างของบิลเลตให้การไหลของเหล็กในขั้นตอนต่อไปง่ายขึ้น

2.5.2 การตีขึ้นรูปขั้นต้น (Block process) เป็นการตีขึ้นรูปชิ้นงานเพื่อให้ได้รูปร่างและขนาดคร่าว ๆ และเป็นขั้นตอนที่ต้องการการใช้แรงในการตีสูงที่สุด

2.5.3 การตีขึ้นรูปชิ้นงานสำเร็จ (Finish process) เป็นการตีขึ้นรูปชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดใกล้เคียงกับแบบตามที่ได้กำหนดไว้

หลังจากที่ชิ้นงานได้ผ่านการตีขึ้นรูปแล้ว จะทำการฉีดพ่นน้ำแกรไฟต์เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิของแม่พิมพ์ และยังทำหน้าที่เสมือนสารหล่อลื่น เพื่อเป็นการลดความเสียดทานในการตีขึ้นรูปชิ้นงานครั้งต่อไป

2.5.4 การตัดขอบชิ้นงาน (Trimming process) ชิ้นงานที่ได้ผ่านการตีขึ้นรูปชิ้นงานมาแล้วจะมีขอบของชิ้นงาน (Flash) ที่เกิดจากการไหลของวัสดุขณะตีขึ้นรูปล้นออกมาจากแม่พิมพ์ และจะต้องทำการตัดออก (Trimming) ก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการต่อไป

2.6 กระบวนการเย็นตัว (Cooling) หลังจากชิ้นงานผ่านการตัดขอบก็จะไหลไปตามสายพานโดยมีพัดลมเป่าเพื่อให้ชิ้นงานเย็นตัวเร็วขึ้น ป้องกันรอยกระแทกที่จะเกิดขึ้นตอนหล่นลงไปในถัง

2.7 กระบวนการชุบแข็งและอบคืนตัว (Heat treatment: Quenching & Tempering) ชิ้นงานที่ผ่านการตีขึ้นรูปร้อน จะต้องทำการเผาชิ้นงานตั้งต้น โดยให้เหล็กที่ถูกเผาที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงซึ่งจะทำให้ชิ้นงานมีขนาดเกรนที่โต และคุณสมบัติเชิงกลที่ดีจะเสียไป (ทนแรงดึงแรงกระแทกได้น้อยลง) จึงจะต้องนำไปปรับปรุงก่อนการใช้งาน โดยการนำไปผ่านการอบชุบความร้อน ขั้นตอนแรกของการอบชุบความร้อนในเหล็ก คือ การให้ความร้อนกับเหล็กจนถึงอุณหภูมิหนึ่งซึ่งเหนือกว่าอุณหภูมิวิกฤต เพื่อให้เกิดเฟสออสเตนไนท์ จากนั้นทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว ที่เรียกว่า Quenching โดยการจุ่มลงในน้ำมัน ภายใต้อัตราการเย็นตัวที่เร็ว ทำให้ได้โครงสร้างชนิดหนึ่งที่เรียกว่า มาร์เทนไซด์ ซึ่งมีความแข็งสูงและมีความเครียดและความเปราะ ดังนั้น จึงต้องอบอ่อนเพื่อคลายความเครียด ที่เรียกว่า Tempering โดยการให้อุณหภูมิกับชิ้นงานอีกครั้ง แต่ไม่ให้เปลี่ยนเฟสของโครงสร้าง จากนั้นปล่อยให้เย็นตัว

2.8 กระบวนการขัดผิวโดยการใช้เครื่องยิงเม็ดเหล็ก (Shot blast) เนื่องจากในขณะทำการตีขึ้นรูปร้อน ชิ้นงานจะเกิดการทำปฏิกิริยากับอากาศ จนทำให้เกิดสเกลที่ผิวของชิ้นงานทำให้ไม่สามารถทำการตรวจสอบรอยตำหนิ ที่อยู่บนชิ้นงานโดยง่าย จึงต้องทำการขัดผิวก่อนการขัดผิวด้วยเครื่องยิงเม็ดเหล็ก ใช้แรงดันจากปั๊มลมเป็นแรงขับเคลื่อนเม็ดเหล็กให้ไปกระทบผิวของชิ้นงาน ทำให้ขัดผิวได้รวดเร็ว เข้าถึงทุกซอกทุกมุม เราสามารถเลือกให้ผิวของชิ้นงานหยาบหรือละเอียดได้ตามต้องการโดยการเลือกขนาดของเม็ดเหล็กที่ใช้

2.9 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1^{st} Magnetic flux) เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ เป็น Safety part ดังนั้นจึงห้ามไม่ให้มีรอยร้าวเกิดขึ้นที่ชิ้นงาน กระบวนการนี้ใช้วิธีการทำให้ชิ้นงานเป็นแม่เหล็กจากนั้นราดน้ำที่มีผงเหล็กลงบนชิ้นงาน ตรงไหนที่มีรอยร้าว

ก็จะมีผงเหล็กไปกองติดอยู่ จากนั้นก็ส่องหารอยร้าวด้วยการใช้แสง Black light ทำเครื่องหมายหากเจอรอยร้าว เสร็จแล้วทำการสลายแม่เหล็กจากชิ้นงาน

2.10 กระบวนการตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair) ขั้นตอนนี้จะทำการตรวจเช็คในส่วนของรอยกระแทก รอยสเกล เนื้อไม่เต็ม รอยร้าวจากกระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 หากพบก็ทำการเจียรด้วยหินเจียรมือ

2.11 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux) หลังจากซ่อมรอยร้าวจากกระบวนการที่ 10 แล้วก็ทำการตรวจสอบรอยร้าวบนชิ้นงานอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีรอยร้าวเหลืออยู่บนชิ้นงาน ซึ่งวิธีการเหมือนกันกับกระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1

2.12 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding) กระบวนการนี้เป็นการตรวจเช็คชิ้นงานโดยใช้เกจและจิ๊ก เพื่อตรวจดูว่าชิ้นงานมีการบิดงอ เสียรูป แตกต่างไปจากแบบที่ลูกค้ากำหนดหรือไม่ โดยรูปแบบการจับยึดชิ้นงานบนจิ๊กนั้นอ้างอิงมาจากการจับยึดชิ้นงานบนเครื่อง Machining ของลูกค้า เมื่อตรวจสอบขนาดเรียบร้อยก็ทำการเจียรในจุดเช็คความแข็งตรงบริเวณ Spindle

2.13 กระบวนการตรวจความแข็ง (Hardness check) เนื่องจากความแข็งของชิ้นงานเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะหากความแข็งน้อยกว่าหรือเกินไปจากสเปคที่กำหนดไว้ก็จะส่งผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงาน กระบวนการนี้เริ่มจากการผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องกด Brinell จากนั้นใช้ Microscope ส่องดูรอยกดที่ชิ้นงานเพื่ออ่านค่าความแข็ง

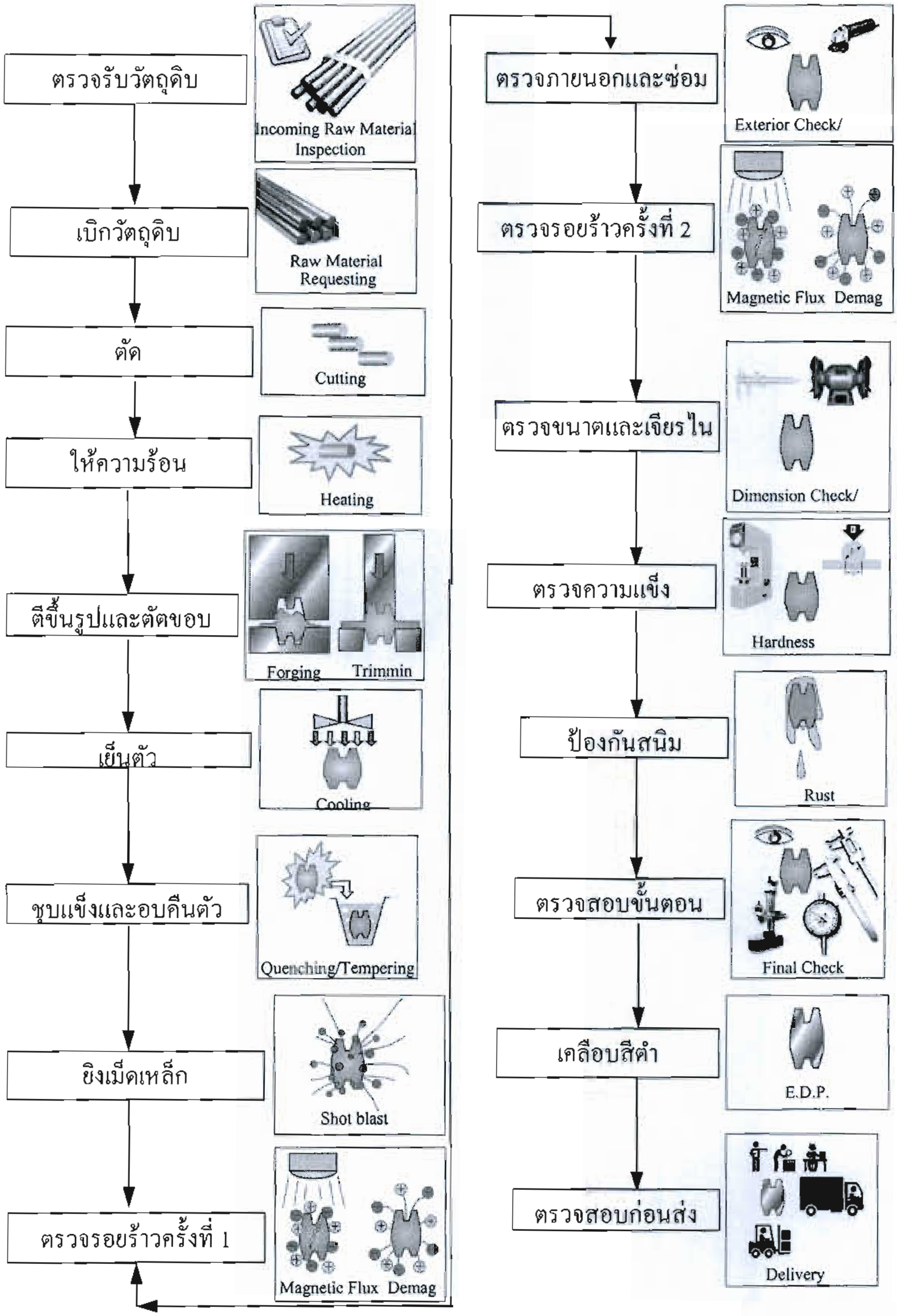
2.14 กระบวนการป้องกันสนิม (Rust protection) ชิ้นงานจะไหลไปตามสายพานผ่านถังสารเคลือบและตกลงในถังเก็บ

2.15 กระบวนการตรวจสอบขั้นตอนสุดท้าย (Final check) เป็นการตรวจสอบและทดสอบผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้ายก่อนทำการจัดส่งให้ลูกค้า เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุด โดยรายละเอียดของการตรวจสอบต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบและความต้องการของลูกค้าการตรวจสอบชิ้นงานโดยมากเป็นการตรวจดูขนาด (Size & Shape) และรอยตำหนิ (Defects) บนชิ้นงาน

2.16 กระบวนการเคลือบสีดำด้วยระบบไฟฟ้า (Electro deposition paint: EDP) เป็นระบบการเคลือบผิวเพื่อป้องกันสนิมบนชิ้นงานโลหะ โดยชิ้นงานจะถูกส่งลำเลียงลงในบ่อสีเพื่อทำการชุบโดยใช้กระแสไฟฟ้าเป็นสื่อนำ ซึ่งจะทำให้สียึดเกาะกับผิวชิ้นงานได้ดี และสามารถควบคุมความหนาของสีได้ อีกทั้งยังสามารถเข้าสู่ซอกมุมทุกส่วนของชิ้นงาน

2.17 กระบวนการตรวจสอบก่อนส่งมอบ (Delivery check) เป็นการตรวจเช็คด้วยสายตา โดยรายละเอียดในการตรวจเช็คมีดังนี้ สนิมที่ชิ้นงานต้องไม่มี, การเขียน Tag ถูกต้อง, วิธีการบรรจุและจำนวนบรรจุชิ้นงานต่อ Pallet ตรงตาม Packing standard, หมายเลขชิ้นงาน ชื่อชิ้นงานถูกต้อง, จำนวนการส่งและใบ Invoice ให้ถูกต้องตามใบสั่งซื้อของลูกค้า

จากขั้นตอนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ แสดงดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนในการผลิตหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

การศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบัน

จากการศึกษากระบวนการผลิตหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ และข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของบริษัท ทำให้ทราบว่ามีปัญหาประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างต่ำเกิดขึ้นที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ (Finishing line no.3) ซึ่งอยู่ในขั้นตอนที่ 9 ถึงขั้นตอนที่ 13 ของการผลิตดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.3.2 รับผิดชอบโดยแผนก Heat treatment โดยกระบวนการดังกล่าวประกอบไปด้วยสถานีงานย่อย 5 สถานี คือ

สถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1^{st} Magnetic flux)

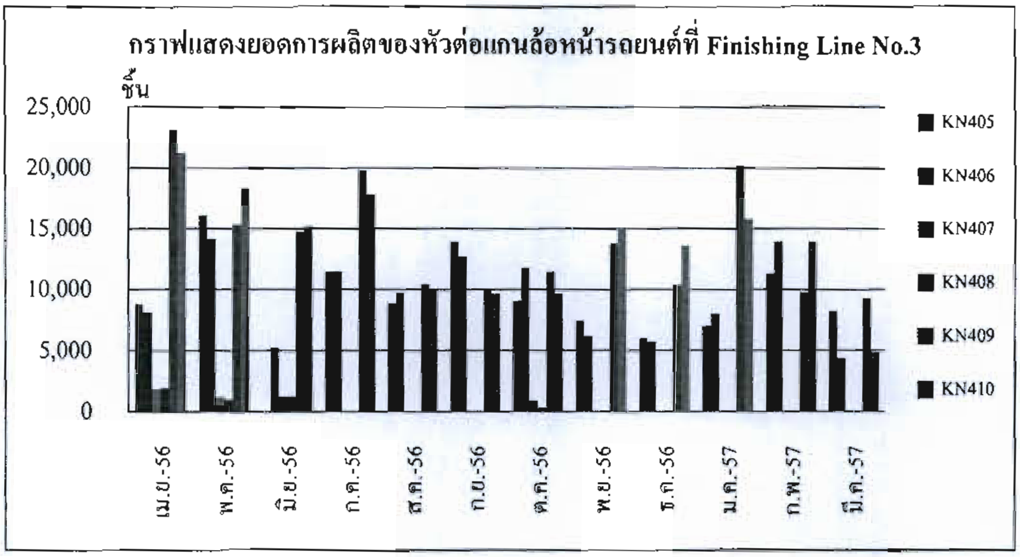
สถานีงานที่ 2 กระบวนการตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)

สถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2^{nd} Magnetic flux)

สถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)

สถานีงานที่ 5 กระบวนการตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust protection)

ปัญหาที่พบ คือ ยอดการผลิตไม่ได้ตามแผนที่ฝ่ายวางแผนการผลิตได้กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 1-3 โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 และ KN410 ซึ่งเป็นรุ่นที่มีความต้องการของลูกค้าสูงที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3-4 ซึ่งสาเหตุเนื่องจากการทำงานที่สายการผลิตนี้มีความยากลำบาก มีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมาก โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 7.3 กิโลกรัมต่อชิ้น พนักงานต้องออกแรงและใช้ส่วนของร่างกายมาก ทำให้เกิดปัญหาพนักงานลาออกบ่อย เมื่อรับพนักงานใหม่เข้ามาก็จะประสบปัญหาขาดทักษะในการทำงาน อีกทั้งที่สายการผลิตนี้ยังไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต เกิดปัญหาการรองานระหว่างสถานีงานย่อย



ภาพที่ 3-4 การผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ช่วงเดือนเมษายน 2556 - มีนาคม 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา

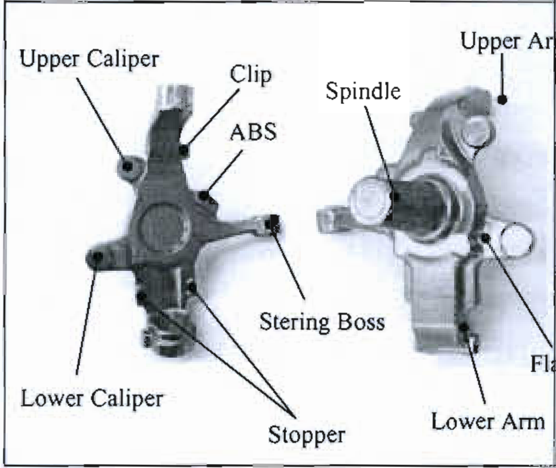
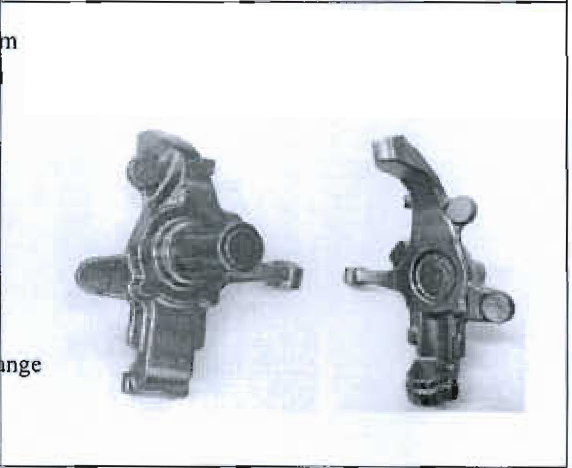
จากปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรว่าควรจะทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ (Finishing line no.3) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409, KN410 โดยสรุปขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. การศึกษากระบวนการและขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์
2. เก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล
4. กำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไขและตั้งเป้าหมาย
5. เสนอแนวทางการแก้ปัญหา
6. ดำเนินการแก้ไข
7. เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน
8. สรุปผลการดำเนินงาน

โดยขั้นตอนการดำเนินงานขั้นตอนที่ 4 ถึงขั้นตอนที่ 7 จะแสดงไว้ในบทที่ 4 และขั้นตอนการดำเนินงานขั้นตอนที่ 8 จะแสดงไว้ในบทที่ 5 ต่อไป

การศึกษากระบวนการและขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

ต่อไปจะกล่าวถึงลักษณะของชิ้นงานและขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409, KN410 และจุดที่ต้องควบคุมต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการตรวจสอบจนจบกระบวนการ

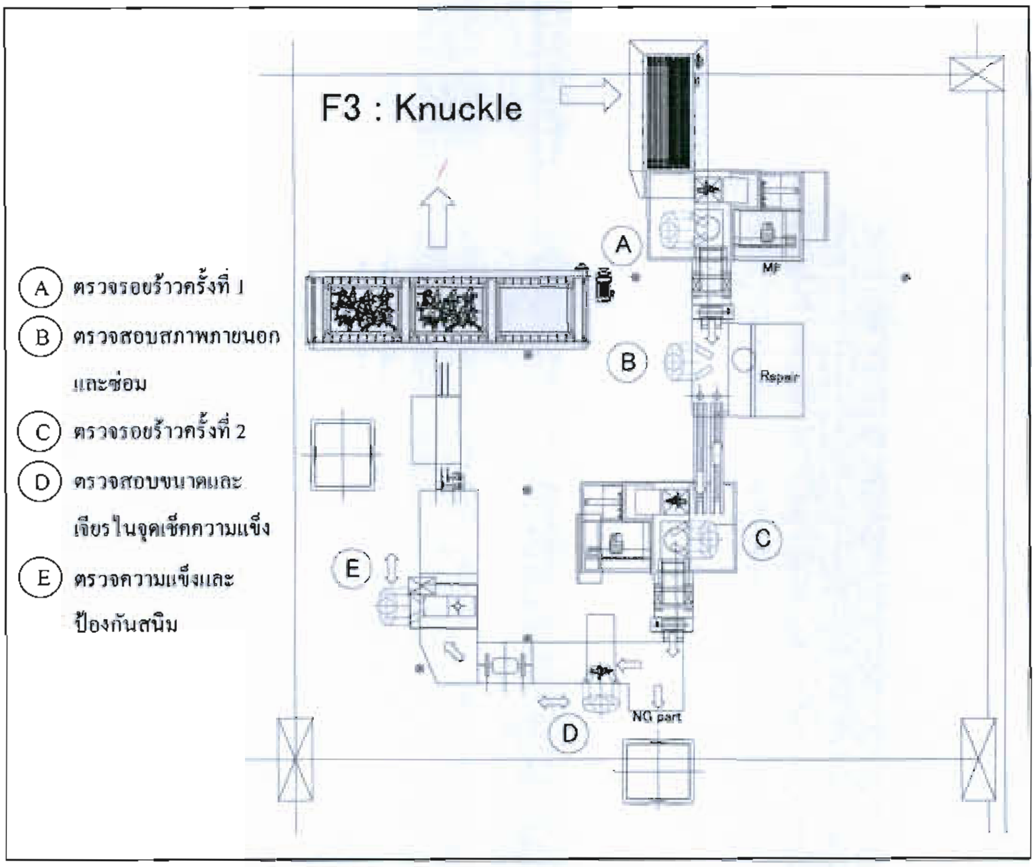
Knuckle รุ่น 410	Knuckle รุ่น KN09
	

ภาพที่ 3-5 ลักษณะของชิ้นงานหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 และ KN410

ผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์เป็นชิ้นส่วนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบบังคับเลี้ยวในรถยนต์ ดังภาพที่ 3-5 มีน้ำหนักเฉลี่ย 7.3 กิโลกรัม/ ชิ้น โดยหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN410 จะอยู่ล้อหน้าด้านซ้าย และหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 จะอยู่ล้อหน้าด้านขวา

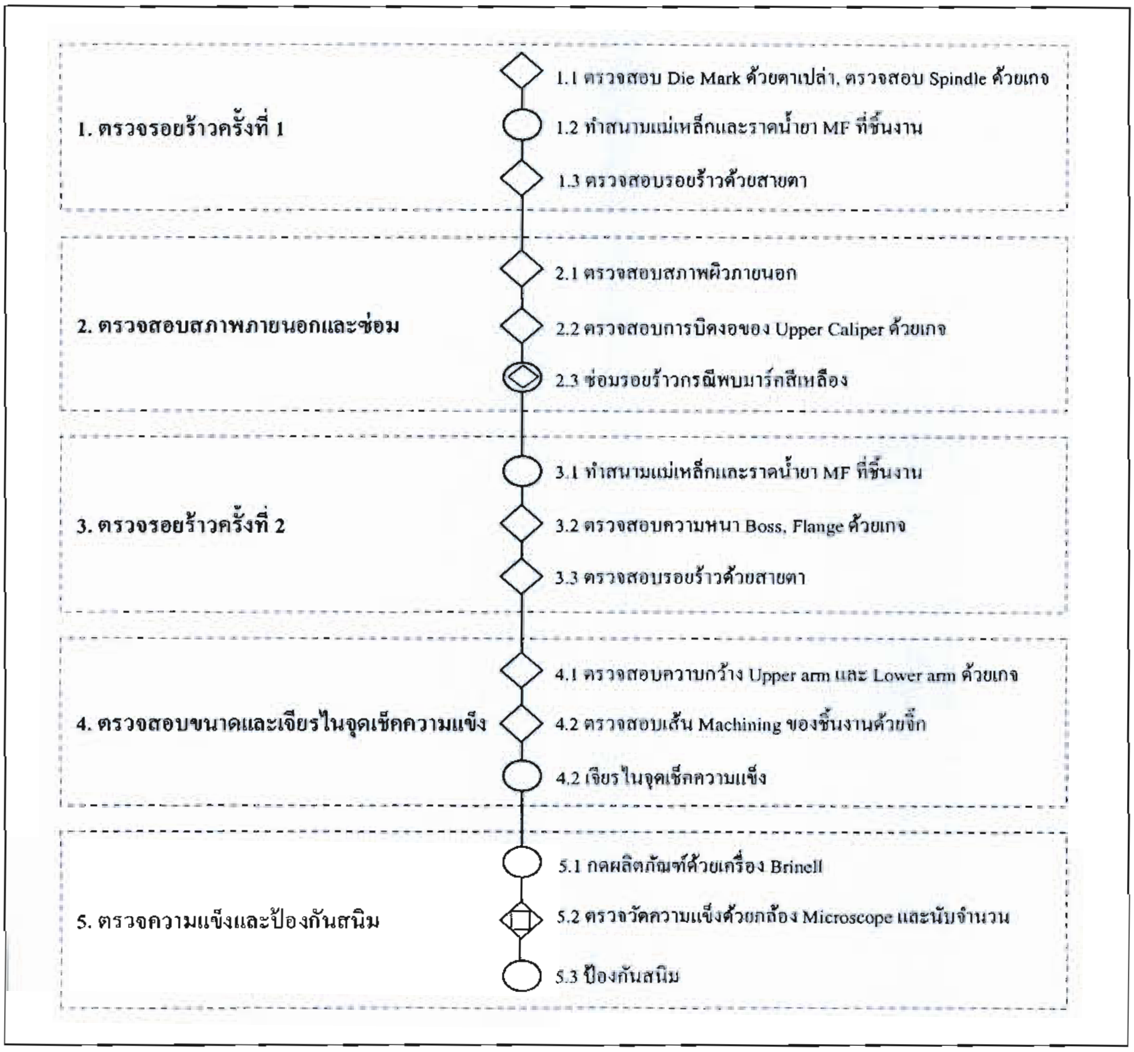
จากนั้นทำการศึกษาในส่วนของลักษณะของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จของหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการ โดยการเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานและเขียนแผนผังสถานีงานและการไหลของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ แสดงดังภาพที่ 3-6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ภาพที่ 3-7 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ และภาพที่ 3-8 เพื่อศึกษาถึงภาพรวมของสายการผลิตว่ากระบวนการต่าง ๆ ประกอบด้วยขั้นตอนใดบ้างและกระบวนการแต่ละกระบวนการต้องผ่านกระบวนการอะไรบ้างก่อนหลัง ในส่วนของขั้นตอนปลีกย่อยต่าง ๆ ของแต่ละกระบวนการจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

1. แผนผังสถานีงานและการไหลของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์



ภาพที่ 3-6 แผนผังสถานีงานและการไหลของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

2. แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์



สัญลักษณ์แผนภูมิการไหล

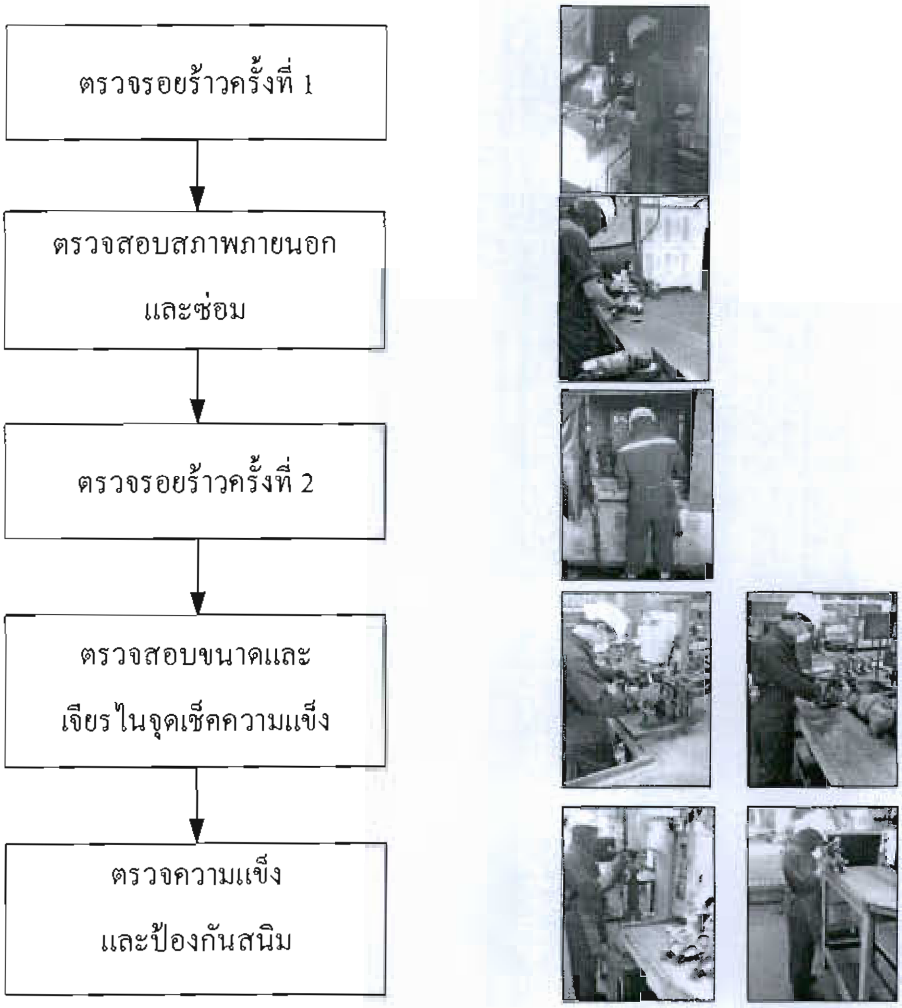
FLOW CHART SYMBOLS ARE AXEN FROM JIS 28206

(COMBINATIONS OF SYMBOLS CAM BE USED TO SHOW HULIIPLE OPERATION PROCESS)

○	กรรมวิธี PROCESS	□	ตรวจสอบปริมาณ QUALITY		เส้นคร่อมกันไม่ตัดกัน CROSSING LINES XITH NO INTERSECTION
⇨	การขนส่ง HANDLING	◇	ตรวจสอบคุณภาพ QUALITY INSP.	~	เส้นแบ่งแยกเขตการปฏิบัติงาน OPERATION ZONE DIYIDER
▽	การเก็บ STORAGE	—	การไหลของกรรมวิธี PROCESS FLOW		
	การปฏิบัติงานร่วม - คือในระหว่างกรรมวิธีเป็นงานหลักจะมีการตรวจสอบคุณภาพไปด้วย HULTIPE OPERATION - - MAINLY PROCESSING PLUS QUALITY CHECK				
	การปฏิงานร่วม - คือการตรวจสอบคุณภาพเป็นงานหลักและจะมีการนับจำนวนไปด้วย HULTIPLE OPERATION - - MAINLY QUALITY CHECK PLUS COUNTING				
	การปฏิบัติงานร่วม - คือในระหว่างกรรมวิธีเป็นงานหลักจะมีการนับจำนวนไปด้วย HULTIPLE OPERATION - - MAINLY PROCESSING PLUS COUNTING				

ภาพที่ 3-7 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

3. แผนภาพแสดงขั้นตอนในการผลิตของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์



ภาพที่ 3-8 แผนภาพขั้นตอนในการผลิตของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์

จากภาพที่ 3-6 ถึง ภาพที่ 3-8 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ซึ่งสามารถทราบถึงสถานะต่าง ๆ ของแต่ละกระบวนการ และนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้นในสายการผลิต เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ในบทถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการดำเนินการวิจัยเพื่อหาแนวทางใน

การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และผลของการดำเนินการหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตว่าผลที่ได้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้มากขึ้น

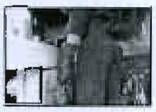
ส่วนหัวข้อถัดไปจะเป็นการอธิบายขั้นตอนการทำงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละสถานีของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์โดยละเอียด ซึ่งขั้นตอนการทำงานในการตรวจสอบหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 และ KN410 จะเหมือนกัน

4. ขั้นตอนการทำงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละสถานีงานของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ โดยละเอียด

สถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux) ใช้พนักงาน 1 คน รายละเอียดในการปฏิบัติงานและจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อย ดังภาพที่ 3-9

เนื้อหางาน **Work content**	**หมุดหลัก** **Linchpin**	**ชื่อเครื่องมือ** **Jig, Fixture, Tools**	**ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch**
1. การตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า และการตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ 1.1 ใช้มือซ้ายลากงานออกจาก Hopper Conveyor ใช้มือขวา (ถือปากกาตลอด) เขียนมาร์คที่ Die mark (กรณีมาร์คหายให้แยกชิ้นงานส่ง QC หรือพบมาร์คอื่นปนในผลิตภัณฑ์ ให้แยกงานออกและแจ้งหัวหน้างาน) 1.2 ใช้มือซ้ายหยิบเกจเช็คความยาว Spindle ใช้มือขวาและซ้ายจับเกจและวัดความยาว Spindle โดยเกจมี 2 ช่อง สำหรับเช็ค Spindle สั้นและยาวกว่ามาตรฐาน 1.3 ใช้มือซ้ายวางเกจเข้าที่เดิม (กรณี Spindle สั้นกว่ามาตรฐาน ให้แยกงานส่ง QC และกรณี Spindle ยาวเกินมาตรฐานให้ส่งซ่อมแซม และตรวจสอบใหม่) **จุดสิ้นสุด: วางเกจเช็ค Spindle**	ป้องกัน งานมาร์คอื่นปน ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3	Uni-paint marker (Blue) GAG KN407/408-3/7HT	 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3

ภาพที่ 3-9 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 1

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
2. การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 2.1 ใช้มือขวาหยิบงาน หลังทำเป็นแม่เหล็กออกจากฐานให้สนามแม่เหล็ก และวางบนจุดตรวจเช็ค (จานหมุน) 2.2 ใช้มือซ้ายหยิบชิ้นงาน วางบนฐานให้สนามแม่เหล็ก 2.3 ใช้มือขวากดสวิตซ์ เพื่อทำชิ้นงานให้เป็นแม่เหล็ก **จุดสิ้นสุด: ยกมือขวาขึ้นหลังจากกดสวิทซ์**	ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6		 ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6
3. การตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา 3.1 ใช้มือซ้ายหมุน จานหมุน และตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน (Spindle ชี้เอียงขึ้น , Boss ชี้ลง จานหมุน) 3.2 ใช้มือซ้ายหมุน จานหมุน, ใช้มือขวายกปลาย Boss ลอยขึ้นเล็กน้อย ให้ Caliper เอียงลงจานหมุน และตรวจสอบรอยร้าวด้านข้าง 3.3 ใช้มือซ้ายหมุน จานหมุน , ใช้มือขวายกปลาย Boss ให้ตั้งขึ้น ให้ Caliper ชี้ลงจานหมุน และตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle) 3.4 ใช้มือซ้ายหมุน จานหมุน , ใช้มือขวายกปลาย Boss ให้ ชี้เอียงลงจานหมุน , Caliper ชี้เอียงขึ้นด้านบน และตรวจสอบรอยร้าวด้านข้างของชิ้นงาน (ข้าง Boss และ Lower arm) 3.5 ใช้มือซ้ายดันชิ้นงาน ไปยังสายพานสลายแม่เหล็ก 3.6 กรณีพบรอยร้าว ให้ขีดมาร์คสีเหลืองรอบๆ รอยร้าวนั้น ก่อนส่งกระบวนการซ่อมแซม **จุดสิ้นสุด: ดึงมือซ้ายกลับหลังจากดันชิ้นงาน**	**มีผลต่อความปลอดภัยในรถยนต์** **ภาพประกอบที่ 7** ภาพประกอบที่ 8 ภาพประกอบที่ 9 ภาพประกอบที่ 10 ภาพประกอบที่ 11	Pencil Mitsubishi Yellow No.7600	 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8 ภาพประกอบที่ 9 ภาพประกอบที่ 10 ภาพประกอบที่ 11
4. กดสวิทช์ให้งานไหลลงจากสายพาน 4.1 ใช้มือซ้ายกดสวิทซ์ที่ตู้คอนโทรลเพื่อให้งานไหลจากสายพานลงถาดรับงาน **จุดสิ้นสุด: ดึงมือซ้ายกลับจากการกดสวิทซ์**	ภาพประกอบที่ 12		 ภาพประกอบที่ 12

ภาพที่ 3-9 (ต่อ)

สถานีงานที่ 2 กระบวนการตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair) ใช้พนักงาน 1 คน รายละเอียดในการปฏิบัติงานและจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อย แสดงดังภาพที่ 3-10

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
1. การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก 1.1 ใช้มือซ้ายดึงชิ้นงานจากสายพานสลายแม่เหล็ก, หมุนงาน 360° พร้อมกับตรวจสอบรอยร้าวของชิ้นงานด้านข้างและด้านล่าง 1.2 ใช้มือซ้ายพลิกชิ้นงานให้ Spindle ชี้ขึ้น ตรวจสอบดูสภาพผิวของชิ้นงานด้านบน **จุดสิ้นสุด: พลิกงานให้ Spindle หงายขึ้นด้านบน**	ภาพประกอบที่ 1 และ 2 ภาพประกอบที่ 3		 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3
2. การตรวจสอบการบิดงอของ Upper Caliper ด้วยเกจ 2.1 ใช้มือขวาหยิบเกจ และตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper, ใช้มือซ้ายประคองเกจให้แนบงาน 2.2 ใช้มือซ้ายดันชิ้นงานไปยัง Conveyor กระบวนการถัดไป **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือซ้ายจากงาน**	ป้องกันชิ้นงานเสียรูปเกินมาตรฐาน ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5	GAG KN4x2/4x4-6/1HT	 ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5
3. การซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลือง 3.1 ใช้มือขวาหยิบหินเจียร ใช้มือซ้ายเปิดสวิตซ์ 3.2 ใช้มือขวาเจียรซ่อมรอยร้าว 3.3 ใช้มือซ้ายปิดสวิตซ์ และใช้มือขวาวางหินเจียร (เมื่อไม่สามารถซ่อมแซมให้หายได้ ให้ทิ้งลงถัง NG) **จุดสิ้นสุด: ยกมือขวาออกจากหินเจียร**	กรณีตรวจพบชิ้นงานมีรอยร้าวจาก MF-1,MF-2,U-Fill, ครีบสูง, สเกล, อื่น ๆ ที่ Control Plan กำหนด ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8	หินเจียรมือ	 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8

ภาพที่ 3-10 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 2

สถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux) ใช้พนักงาน 1 คน รายละเอียดในการปฏิบัติงานและจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อย แสดงดังภาพที่ 3-11

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอน การทำงาน Sketch
1. การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 1.1 ใช้มือซ้ายหยิบงาน หลังทำเป็นแม่เหล็กออกจากฐาน ให้สนามแม่เหล็ก และวางบนจุดตรวจเช็ค (จานหมุน) 1.2 ใช้มือขวาหยิบชิ้นงานที่ไหลมาจาก Appearance & Repair process วางบนฐานให้สนามแม่เหล็ก 1.3 ใช้เท้าขวาเหยียบสวิตซ์ เพื่อทำชิ้นงานให้เป็นแม่เหล็ก **จุดสิ้นสุด: ยกเท้าขวาออกจากสวิทซ์**	ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3		 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3
2. การตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน (ด้าน Spindle) ด้วยสายตา และการตรวจสอบความหนาด้วยเกจ 2.1 ใช้มือซ้ายยกปลาย Boss ลอยขึ้นเล็กน้อย ให้ Caliper เอียงลงจานหมุน 2.2 ใช้มือขวาหยิบเกจและตรวจสอบความหนาของ Boss 2.3 ใช้มือซ้ายดัน Spindle ให้ Boss เอียงลงจานหมุน 2.4 ใช้มือขวาพลิกอีกด้านของเกจและตรวจสอบความหนาของ Flange 2.5 ใช้มือขวาวางเกจลงข้างจานหมุน **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือขวาจากเกจ**	มีผลต่อความปลอดภัยในรถยนต์ ป้องกันชิ้นงานเสียรูปเกินมาตรฐาน ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7	GAG KN405/408-1/176HT	 ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7

ภาพที่ 3-11 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 3

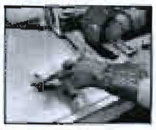
เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก **Linchpin**	ชื่อเครื่องมือ **Jig, Fixture, Tools**	ภาพแสดงขั้นตอน การทำงาน **Sketch**
3. การตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle) 3.1 ใช้มือซ้ายยกชิ้นงาน ให้ Caliper ชี้ลงจานหมุน, Boss ชี้ขึ้น และตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน 3.2 ใช้มือสองข้างพลิกชิ้นงานให้ Spindle ชี้ลงจานหมุน ตรวจสอบรอยร้าวของชิ้นงานพร้อมกับมาร์คที่ Stopper, ABS, Lower Arm 3.3 ใช้มือซ้ายหมุนจานหมุนตามเข็มนาฬิกา 360° พร้อมตรวจสอบรอยร้าว และใช้มือซ้ายยกให้ Upper Arm ชี้ขึ้น มาร์คที่ Upper Arm 3.4 ใช้มือขวาดันชิ้นงาน ไปยังสายพานสลายแม่เหล็ก 3.5 กรณีพบรอยร้าว ให้ขีดมาร์คสีเหลืองรอบ ๆ รอยร้าวนั้น และส่งต่อไปยัง กระบวนการซ่อมแซม **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือขวาจากงาน**	**มีผลต่อความปลอดภัยในรถยนต์** **ภาพประกอบที่ 8, 9** **ภาพประกอบที่ 10** **ภาพประกอบที่ 11** **ภาพประกอบที่ 12**	Uni-paint marker (Blue) Pencil Mitsubishi Yellow No.7600	 **ภาพประกอบที่ 8** **ภาพประกอบที่ 9** **ภาพประกอบที่ 10** **ภาพประกอบที่ 11** **ภาพประกอบที่ 12**

ภาพที่ 3-11 (ต่อ)

สถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding) ใช้พนักงาน 1 คน รายละเอียดในการปฏิบัติงานและจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อย แสดงดังภาพที่ 3-12

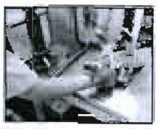
เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
1. การตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ 1.1 ใช้มือขวาหยิบตะขอลากชิ้นงานที่มาจากสายพานสลายแม่เหล็ก หรือใช้มือซ้ายลากงาน 1.2 ใช้มือซ้ายจับชิ้นงานและใช้มือขวาหยิบเกจตรวจสอบความกว้างระหว่าง Upper arm และ Lower arm ของชิ้นงาน 1.3 ใช้มือขวาวางเกจ **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือขวาจากเกจ**	**ตรวจสอบงานแคบ หรือกว้างเกินมาตรฐาน** ภาพประกอบที่ 1, 2 ภาพประกอบที่ 3 ภาพประกอบที่ 4	GAG KN405/410-2/11HT	 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3 ภาพประกอบที่ 4
2. การตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig 2.1 ใช้มือซ้ายและขวา ยกชิ้นงานเข้า Jig 2.2 ใช้เท้าขวาเหยียบสวิตซ์ เพื่อล็อคชิ้นงาน 2.3 ใช้มือซ้ายบิดเกจ ตรวจสอบ Lower Caliper หรือใช้มือขวาบิดเกจ ตรวจสอบ Lower Caliper 2.4 ใช้มือซ้ายดันเกจ ตรวจสอบ Boss หรือใช้มือขวาดันเกจ ตรวจสอบ Boss 2.5 ใช้มือขวาดันเกจ ตรวจสอบ Upper Arm หรือใช้มือซ้ายดันเกจ ตรวจสอบ Upper Arm 2.6 ใช้เท้าขวาเหยียบสวิตซ์ เพื่อคลายชิ้นงาน 2.7 ใช้มือซ้ายและขวา ยกชิ้นงานออกจาก Jig และใช้มือซ้ายดันชิ้นงานไปยัง Process grinding **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือจากงาน**	ตรวจสอบงานแคบ หรือกว้างเกินมาตรฐาน, ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 สำหรับ KN409 ภาพประกอบที่ 7 สำหรับ KN410 สำหรับ KN409 ภาพประกอบที่ 8 สำหรับ KN410 สำหรับ KN409 ภาพประกอบที่ 9 สำหรับ KN410 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 10		 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8 ภาพประกอบที่ 9 ภาพประกอบที่ 10

ภาพที่ 3-12 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 4

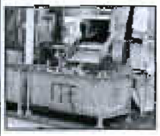
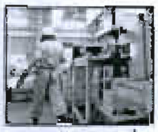
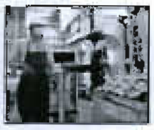
เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
3. การเจียรไนจุดเช็คความแข็ง 3.1 ใช้มือซ้ายและมือขวาจับชิ้นงาน 3.2 วางชิ้นงานให้ Boss ชี้ขึ้นด้านบน, แนวแกนของ Spindle ชี้ไปทางขวามือ หรือ วางชิ้นงานให้ Boss ชี้ลงด้านล่าง, แนวแกนของ Spindle ชี้ไปทางขวามือ 3.3 ใช้นิ้วมือขวากดบริเวณด้านหลัง Spindle, ดัน Spindle เข้าหาหินเจียรแท่น ใช้มือซ้ายประคองชิ้นงาน 3.4 ใช้มือซ้ายและขวา ยกงานออกจากตำแหน่ง ใช้มือซ้ายดันชิ้นงานไปยังจุดกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือซ้ายจากงาน	มีผลกับการอ่านค่าความแข็งด้วยกล้อง ภาพประกอบที่ 11 สำหรับ KN410 สำหรับ KN409 ภาพประกอบที่ 12 ภาพประกอบที่ 13	Grinding M/C	 ภาพประกอบที่ 11 ภาพประกอบที่ 12  ภาพประกอบที่ 13
4. เดินไปที่จุดเจียรไน และกลับมาที่จุดเดิม 4.1 หลังจากตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig ได้งานจำนวนหนึ่งก็เดินไปยัง Grinding M/C จุดสิ้นสุด: เตรียมเอื้อมมือไปหยิบชิ้นงาน 4.2 หลังจากเจียรไนจุดเช็คความแข็งเสร็จ ก็เดินกลับมาที่จุดตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ จุดสิ้นสุด: เตรียมเอื้อมมือไปหยิบชิ้นงานที่มาจากสายพาน	ภาพประกอบที่ 14 ภาพประกอบที่ 15		 ภาพประกอบที่ 14 ภาพประกอบที่ 15

ภาพที่ 3-12 (ต่อ)

สถานีงานที่ 5 กระบวนการตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust Protection) ใช้พนักงาน 1 คน รายละเอียดในการปฏิบัติงานและจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อย แสดงดังภาพที่ 3-13

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
1. การกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell 1.1 ใช้มือขวายกชิ้นงาน ใช้มือซ้ายประคองวาง Spindle บน V-Block ให้ผิวงานด้านที่เจียรไนหงายขึ้น เล็งให้พอดีกับหัวบอล 1.2 ใช้เท้าขวาเหยียบสวิตช์ หัวบอลจะค่อย ๆ กดลงมา ที่ชิ้นงาน 1.3 ใช้มือซ้ายและขวายกชิ้นงานวางบนโต๊ะตรวจวัดความแข็ง **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือซ้ายจากชิ้นงาน**	มีผลกับการอ่านค่าความแข็งด้วยกล้อง ภาพประกอบที่ 1, 2 ภาพประกอบที่ 3 ภาพประกอบที่ 4	Brinell M/C	 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3 ภาพประกอบที่ 4
2. การตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Mieroscope และนับจำนวน 2.1 ใช้มือซ้ายหยิบชิ้นงาน วาง Spindle บนแท่นวาง 2.2 ใช้มือขวาจับกล้องวัดความแข็ง ให้กล้องตั้งฉากกับผิวหน้าเจียรไน, ส่องกล้องด้วยตาข้างที่ถนัด อ่านค่าความแข็งที่วัดได้ 2.3 ใช้มือซ้ายดันชิ้นงานลงไปใน Conveyor จุ่มน้ำมัน 2.4 ใช้มือซ้ายกด Counter นับจำนวนตามค่าความแข็งที่อ่านได้ 2.5 ให้ทิ้งชิ้นงานลงถัง NC กรณีที่อ่านค่าความแข็งได้น้อยกว่า 3.50 HRC และ กรณีที่อ่านค่าความแข็งได้มากกว่า 3.75 HRC **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือจาก Counter**	มีผลต่อความปลอดภัยในรถยนต์ ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8	Hardness of Microscope	 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8

ภาพที่ 3-13 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 5

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
3. การป้องกันสนิม 3.1 ใช้มือซ้ายดันชิ้นงานลงไปใน Conveyor จุ่มน้ำมัน ชิ้นงานจะไหลผ่านอ่างน้ำมัน จากนั้นไหลลงถังเก็บ **จุดสิ้นสุด: เป็นส่วนหนึ่งของงานตรวจวัดความแข็ง ด้วย กล้อง Microscope**	มีผลกับลูกค้าไม่รับชิ้นงาน, ร้องเรียน, ภาพประกอบที่ 7, 9		 ภาพประกอบที่ 9
4. เดินไป-กลับ ระหว่างจุดตรวจวัดความแข็งกับจุดกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell 4.1 หลังจากกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell เสร็จก็เดินไปที่จุดตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope **จุดสิ้นสุด: เตรียมหยิบกล้อง Microscope** 4.2 หลังจากตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope เสร็จก็เดินไปที่จุดกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell **จุดสิ้นสุด: เตรียมยื่นมือไปหยิบงาน**	ภาพประกอบที่ 10 ภาพประกอบที่ 11		 ภาพประกอบที่ 10  ภาพประกอบที่ 11
5. เดินไป-กลับ เพื่อจัดเรียงงานในถัง 5.1 หลังจากชิ้นงานที่ผ่านการจุ่มน้ำมันกันสนิมหล่นลงถัง ชิ้นงานจะทับกันไม่เป็นระเบียบทำให้ปริมาณที่บรรจุไม่ได้ตามปริมาณที่กำหนด ดังนั้นพนักงานจึงต้องเดินไปจัดเรียงงานเป็นระยะ ๆ **จุดสิ้นสุด: เดินกลับมาที่จุดตรวจวัดความแข็ง**			

ภาพที่ 3-13 (ต่อ)

เก็บรวบรวมข้อมูล (ก่อนการปรับปรุง)

1. จับเวลาในการทำงานในแต่ละสถานีงาน

เพื่อป้องกันไม่ให้พนักงานเกิดความวิตกกังวลจนเวลาที่จับมานั้นเร็วไปหรือช้าไป ดังนั้นจึงทำความเข้าใจและอธิบายถึงเหตุผลในการจับเวลาดังกล่าวแก่พนักงานก่อน ในการศึกษาหาเวลามาตรฐานทำการศึกษาด้วยวิธีการจับเวลาของ บริษัท Maytag โดยการกำหนดรอบในการจับเวลาเบื้องต้น ดังนี้

1.1 ถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลามา 10 ค่า

1.2 ถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาที ให้จับเวลามา 5 ค่า

ทำการสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด ดังตารางที่ 3-1 แล้วทดลองจับเวลาพบว่างานย่อยแต่ละงานมีวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ดังนั้น การจับเวลาเบื้องต้นจึงต้องจับที่ 10 ค่า และจับเวลาเพิ่มเติมอีกจำนวนหนึ่งตามความเหมาะสมของแต่ละตัวอย่าง พร้อมคำนวณค่าเฉลี่ย ซึ่งจะเป็นตัวแทนของผลการจับเวลาในการทำงาน เพื่อหาเวลามาตรฐานในการทำงานต่อไป โดยสามารถสรุปผลของการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดได้ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-1 การสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1. ตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่าและตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ 2. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 3. ตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา 4. กดสวิทซ์ให้งานไหลลงจากสายพาน
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1. ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก 2. ตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจ 3. ซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลือง
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 2. ตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน (ด้าน Spindle) ด้วยสายตา และตรวจสอบความหนาด้วยเกจ 3. ตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle)
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)	1. ตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ 2. ตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วยจิ๊ก 3. เจียรในจุดเช็คความแข็ง 4. เดินไปที่จุดเจียรใน และกลับมาที่จุดตรวจสอบความกว้าง
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust protection)	1. กดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell 2. ตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope นับจำนวนและป้องกันสนิม 3. เดินไป-กลับ ระหว่างจุดตรวจวัดความแข็งกับจุดกดผลิตภัณฑ์ 4. เดินไป-กลับ เพื่อจัดเรียงงานในถัง

2. คำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา

เนื่องจากขั้นตอนงานย่อยแต่ละขั้นตอนใช้เวลาในการทำงานค่อนข้างแตกต่างกัน และการทำงานที่ไม่ค่อยสม่ำเสมอของพนักงาน รวมทั้งความน่าเชื่อถือของข้อมูล ดังนั้น จึงต้องพิจารณาความเหมาะสม ของขนาดตัวอย่างที่จับมา ซึ่งในการศึกษาได้ใช้วิธีการพิจารณาความเหมาะสมของขนาดตัวอย่าง โดยใช้ตารางของ Maytag ประยุกต์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และให้โอกาสคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5%

2.1 ตัวอย่างแสดงการหาจำนวนรอบในการจับเวลาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 โดยค่าการจับเวลาแสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ค่าการจับเวลาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409

งานย่อย	**เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
งานย่อย 1	9.37	9.79	8.07	9.60	7.72	8.88	9.45	8.98	10.73	7.82
งานย่อย 2	3.57	4.04	3.30	3.47	3.22	3.11	3.12	3.29	3.88	3.78
งานย่อย 3	8.12	7.49	7.49	8.40	8.01	9.02	7.27	7.86	7.95	7.56
งานย่อย 4	3.70	3.82	4.10	3.80	3.30	3.90	3.75	3.72	3.92	3.60

หาค่า R (range) หรือพิสัย ซึ่งคือ ค่าสูงสุด (H) - ค่าต่ำสุดของกลุ่ม (L)

หาค่า $\bar{X}$ ซึ่งได้จากผลรวมของตัวเลขในกลุ่มหารด้วย 10

คำนวณค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ และอ่านค่า N ได้ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ และจำนวนรอบในการจับเวลาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409

งานย่อย	**H**	**L**	**R**	$\bar{X}$	$\frac{R}{\bar{X}}$	**N**
1	10.73	7.72	3.01	9.04	0.33	19
2	4.04	3.11	0.93	3.48	0.27	12
3	9.02	7.27	1.75	7.92	0.22	8
4	4.10	3.30	0.80	3.76	0.21	8

เลือกค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ ของงานย่อย 1 ดูค่า N จากตารางที่ 3-4 จะได้ค่า N ระหว่าง 17 และ 20 เมื่อเทียบบัญญัติไตรยางค์จะได้ N = 19 ดังนั้น ต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มอีก 9 ค่า โดยเก็บทำการเก็บทั้งงานย่อย 1, 2 และ 3 เนื่องจากเป็นงานย่อยประจำที่ต่อเนื่องกัน ส่วนงานย่อย 4 เป็นงานย่อยครั้งคราวซึ่งต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนานพอสมควร และพบว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกเวลามาแล้วเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5% ผู้ศึกษาจึงไม่ทำการเก็บข้อมูลเวลางานย่อย 4 เพิ่ม

เนื่องจากค่า N ที่ได้จากตารางเป็นเพียงค่าประมาณ ดังนั้น เมื่อทำการเก็บข้อมูลจนครบ 19 ค่าแล้ว ต้องทำการทดสอบว่าค่าความแม่นยำเป็นไปตามต้องการ

ตารางที่ 3-4 การหาค่า N จาก $\frac{R}{\bar{x}}$

$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม	
	5	**10**		**5**	**10**		**5**	**10**
0.10	3	2	0.42	52	30	0.74	062	93
0.12	4	2	0.44	57	33	0.76	171	98
0.14	6	3	0.46	63	36	0.78	180	103
0.16	8	4	0.48	68	39	0.80	190	108
0.18	10	6	0.50	74	42	0.82	199	113
0.20	12	7	0.52	80	46	0.84	209	119
0.22	14	8	0.54	86	49	0.86	218	125
0.24	17	10	0.56	93	53	0.88	229	131
0.26	20	11	0.58	10	57	0.90	239	138
0.28	23	13	0.60	107	61	0.92	250	143
0.30	27	15	0.62	114	65	0.94	261	149
0.32	30	17	0.64	121	69	0.96	273	156
0.34	34	2	0.66	129	74	0.98	284	162
0.36	38	22	0.68	137	78	1.00	296	169
0.38	43	24	0.70	145	83			
0.40	47	27	0.72	153	88			

จากการเก็บข้อมูลการจับเวลาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 เพิ่มเติมมาอีก 10 ค่า รวมกับข้อมูลเดิมเป็น 20 ค่า ก็ทำการตรวจสอบดูว่าจำนวนข้อมูลที่เก็บมามีเพียงพอหรือไม่ โดยค่าการจับเวลาแสดงดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ค่าการจับเวลาเพิ่มของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409

งานย่อย	**เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
งานย่อย 1	9.37	9.79	8.07	9.60	7.72	8.88	9.45	8.98	10.73	7.82
	9.02	7.87	8.93	8.60	9.93	10.28	9.26	9.74	10.25	9.90
งานย่อย 2	3.57	4.04	3.30	3.47	3.22	3.11	3.12	3.29	3.88	3.78
	4.22	3.16	3.43	3.15	3.88	4.05	3.20	4.29	3.90	3.42
งานย่อย 3	8.12	7.49	7.49	8.40	8.01	9.02	7.27	7.86	7.95	7.56
	7.27	8.18	7.38	7.18	9.66	9.93	9.28	8.95	9.39	9.68

หาค่า R (range) ของกลุ่มย่อย (Subgroup)

หาค่า $\bar{R}$ ของข้อมูลจากสูตร $\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$

หาค่า $\bar{x}$ จากสูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

คำนวณค่า $\frac{\bar{R}}{\bar{x}}$ และอ่านค่า N ได้ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ค่า $\frac{\bar{R}}{\bar{x}}$ และจำนวนรอบในการจับเวลาหลังจากเก็บข้อมูลเวลาเพิ่มของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409

งานย่อย	**R1**	**R2**	$\bar{R}$	$\bar{x}$	$\frac{\bar{R}}{\bar{x}}$	**N**
1	3.01	2.41	2.71	9.21	0.29	14
2	0.93	1.14	1.04	3.57	0.29	14
3	1.75	2.75	2.25	8.30	0.27	12

เลือกค่า $\frac{\bar{R}}{\bar{x}}$ ของงานย่อย 1, 2 ดูค่า N จากตารางที่ 3-4 จะได้ค่า N ระหว่าง 13 และ 15 เมื่อเทียบบัญญัติไตรยางค์จะได้ N = 14 ดังนั้น แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกเวลามาเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5% แล้ว

และเพื่อให้มั่นใจยิ่งขึ้นว่าข้อมูลเวลาที่เก็บมานั้นพอเพียงกับการศึกษาหรือไม่ สามารถคำนวณหาค่าความแม่นยำของข้อมูลที่เก็บมาทั้งหมด โดยใช้สูตร

$$\text{rel.acc.} = 2 \times \frac{\bar{R}}{\bar{x}} \times \frac{1}{d_2\sqrt{N}} \times 100\% \qquad (3\text{-}1)$$

สำหรับค่า d_2 ขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลของกลุ่ม ถ้าข้อมูลของกลุ่ม = 5, d_2 = 2.236 ถ้าข้อมูลของกลุ่ม = 10, d_2 = 3.078 และหากค่า rel.acc. มีค่าไม่เกิน ± 5% ก็มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นพอเพียงสำหรับการศึกษาแล้ว

แสดงคำนวณหาค่าความแม่นยำของข้อมูลที่เก็บมาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 ได้ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ค่าความแม่นยำของข้อมูลที่เก็บมาของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409

งานย่อย	$\frac{\bar{R}}{\bar{x}}$	$\frac{1}{d_2\sqrt{N}}$	rel.acc.
1	0.2943	0.07265	4.28%
2	0.2896	0.07265	4.21%
3	0.2710	0.07265	3.94%
4	0.2127	0.10274	4.37%

ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 3-7 พบว่างานย่อยทั้ง 4 งาน มีค่าความคลาดเคลื่อนภายใน ± 5% ตามที่ต้องการ

สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดดังตารางที่ 3-8, ตารางที่ 3-9 และแสดงรายละเอียดการบันทึกเวลาทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409, KN410 ของแต่ละกระบวนการในตารางภาคผนวก ก-2 ถึง ตารางภาคผนวก ก-11

ตารางที่ 3-8 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย	จำนวนครั้งในการจับเวลา	จำนวนตัวอย่างที่ต้องจับเวลา	ความแม่นยำ	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ความบ่อยต่อวัฏจักร	ค่าเฉลี่ยต่อวัฏจักร (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1	20	14	4.28%	9.21	1/1	9.21
		2	20	14	4.21%	3.57	1/1	3.57
		3	20	12	3.94%	8.30	1/1	8.30
		4	10	8	4.37%	3.76	1/5	0.75
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1	15	11	4.20%	6.56	1/1	6.56
		2	15	14	4.93%	4.88	1/1	4.88
		3	60	48	4.43%	10.63	1/2	5.31
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1	15	3	2.70%	4.37	1/1	4.37
		2	15	14	4.97%	5.69	1/1	5.69
		3	15	8	3.52%	9.57	1/1	9.57
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension Check & Hardness check point grinding)	1	20	15	4.29%	3.81	1/1	3.81
		2	20	6	2.61%	7.24	1/1	7.24
		3	20	17	4.58%	4.02	1/1	4.02
		4	10	7	3.92%	5.82	1/5	1.16
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust protection)	1	10	4	3.26%	6.93	1/1	6.93
		2	10	6	3.60%	7.25	1/1	7.25
		3	10	6	4.00%	8.73	1/5	1.75
		4	10	9	4.80%	17.64	1/10	1.76

ตารางที่ 3-9 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN410

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย	จำนวนครั้งในการจับเวลา	จำนวนตัวอย่างที่ต้องจับเวลา	ความแม่นยำ	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ความบ่อยต่อวัฏจักร	ค่าเฉลี่ยต่อวัฏจักร (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1^{st} Magnetic Flux)	1	15	6	3.19%	8.39	1/1	8.39
		2	15	12	4.48%	3.33	1/1	3.33
		3	15	6	3.16%	7.49	1/1	7.49
		4	10	8	4.96%	3.49	1/5	0.70
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1	15	9	3.74%	6.98	1/1	6.98
		2	15	12	4.52%	4.90	1/1	4.90
		3	60	38	3.91%	9.78	1/2	4.89
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2^{nd} Magnetic flux)	1	10	5	3.59%	5.61	1/1	5.61
		2	10	5	3.50%	5.63	1/1	5.63
		3	10	2	2.23%	8.21	1/1	8.21
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)	1	10	10	4.92%	4.68	1/1	4.68
		2	10	3	2.57%	7.44	1/1	7.44
		3	10	8	4.44%	4.35	1/1	4.35
		4	10	7	3.80%	7.13	1/5	1.43
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust protection)	1	10	5	3.55%	6.31	1/1	6.31
		2	10	7	4.04%	6.00	1/1	6.00
		3	10	5	3.48%	7.96	1/5	1.59
		4	10	10	4.90%	22.15	1/10	2.21

3. ประเมินค่าอัตราความเร็ว (Determining rating factor)

สำหรับการประเมินค่าอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงานขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้จับเวลา โดยจะถูกกระทำพร้อมกับการจับเวลา และอาศัยหลักการประเมินตามระบบการประเมินประสิทธิภาพของ Westinghouse system of rating โดยพิจารณาองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

3.1 ทักษะหรือ Skill คือ ความชำนาญในงานที่ทำ

3.2 ความพยายาม หรือ Effort คือ ความตั้งใจในการทำงาน

3.3 สภาพเงื่อนไขในการทำงานหรือ Condition คือ สภาพแวดล้อม โดยทั่วไปในการทำงาน

3.4 ความสม่ำเสมอหรือ Consistency คือ การรักษาความเร็ว หรือจังหวะ หรือระดับของผลงานในการทำงาน

ในระบบการประเมินนี้เป็นกระบวนการซึ่งผู้ศึกษาเวลาใช้เปรียบเทียบการทำงานของคนงานซึ่งกำลัง ถูกศึกษาอยู่กับระดับการทำงานปกติในความรู้สึกของผู้ทำการศึกษา

ตัวอย่างการประเมินค่าอัตราเร็ว (Rating) (สถานีงานที่ 1)

เนื่องจากสภาพการทำงานจริงผู้ปฏิบัติงานอาจมีทักษะความชำนาญในงานที่ทำ แต่ขาดความตั้งใจในการทำงานซึ่งส่งผลให้ระดับความเร็วหรือความสม่ำเสมอของงานไม่เป็นปกติ พนักงานที่ไม่ตั้งใจทำงานจะทำงานได้ช้ากว่าปกติจึงจำเป็นต้องมีการประเมินประสิทธิภาพ ดังแสดงในตารางที่ 3-10 สามารถหาค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพได้จากตารางภาคผนวก ข-1

ตารางที่ 3-10 ตัวอย่างผลการประเมินค่าอัตราเร็ว ของสถานีงานที่ 1 (งานย่อย 1 ผลิตภัณฑ์ KN409)

สถานีงานที่ 1	**ผลการประเมินค่าอัตราความเร็ว**				**ผลรวม**	**% Rating**
	ความชำนาญ	**ความพยายาม**	**สภาพแวดล้อม**	**ความสม่ำเสมอ**		
งานย่อย 1	0.03	-0.04	-0.03	0.00	-0.04	96

และสามารถสรุปผลการประเมินค่าอัตราเร็วในการทำงานของงานย่อยทั้งหมดของทุกสถานีงานได้ดังตารางที่ 3-11 และตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-11 ผลการประเมินค่าอัตราเร็วในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย	ผลรวมการประเมินค่าอัตราความเร็ว	% Rating
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1	-0.04	96
		2	-0.04	96
		3	-0.08	92
		4	-0.05	95
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1	0.01	101
		2	0.00	100
		3	-0.04	96
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1	0.03	103
		2	-0.02	98
		3	-0.05	95
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)	1	0.11	111
		2	0.02	102
		3	0.05	105
		4	0.30	130
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust potection)	1	-0.07	93
		2	-0.08	92
		3	-0.02	98
		4	0.00	100

ตารางที่ 3-12 ผลการประเมินค่าอัตราเร็วในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย	ผลรวมการประเมินค่าอัตราความเร็ว	% Rating
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1	0.05	105
		2	0.02	102
		3	0.03	103
		4	-0.02	98
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1	-0.05	95
		2	0.00	100
		3	0.05	105
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1	-0.02	98
		2	0.00	100
		3	0.11	111
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension Check & Hardness check point grinding)	1	-0.08	92
		2	-0.01	99
		3	-0.02	98
		4	0.01	101
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust protection)	1	0.02	102
		2	0.11	111
		3	0.09	109
		4	-0.21	79

4. กำหนดค่าเวลาเผื่อ (Allowance)

โดยค่าเผื่อที่กำหนดเพื่อใช้ในการหาเวลามาตรฐานนั้นได้ใช้หลักการกำหนดค่าเผื่อของ IOL ซึ่งกำหนดเป็นร้อยละของเวลาปกติ โดยสามารถสรุปผลเวลาเผื่อได้ในตารางที่ 3-13 และตารางที่ 3-14 และดูรายละเอียดทั้งหมดของการกำหนดเวลาเผื่อได้ใน (ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 3-13 สรุปผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อแปรเปลี่ยน	เวลาเผื่อความล่าช้า	รวม
		ส่วนตัว	การล้า			
1	1	5	4	21	12.5	42.5
	2	5	4	22	12.5	43.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
	4	5	4	14	12.5	35.5
2	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	20	12.5	41.5
3	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
4	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	27	12.5	48.5
	3	5	4	18	12.5	39.5
	4	5	4	13	12.5	34.5
5	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	13	12.5	34.5
	4	5	4	14	12.5	35.5

ตารางที่ 3-14 สรุปผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อ	เวลาเผื่อ	รวม
		ส่วนตัว	การล้า	แปรเปลี่ยน	ความล่าช้า	
1	1	5	4	21	12.5	42.5
	2	5	4	22	12.5	43.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
	4	5	4	14	12.5	35.5
2	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	20	12.5	41.5
3	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
4	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	27	12.5	48.5
	3	5	4	18	12.5	39.5
	4	5	4	13	12.5	34.5
5	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	13	12.5	34.5
	4	5	4	14	12.5	35.5

5. คำนวณหาเวลามาตรฐาน

ในการคำนวณหาเวลามาตรฐานนั้นหาได้จากการนำเอาเวลาปกติรวมกับเวลาเผื่อ (ดังแสดงในตัวอย่างการคำนวณ) จากผลการศึกษาที่ได้เวลาเฉลี่ย ค่าปรับอัตราความเร็ว และเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถที่จะทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานได้ดังต่อไปนี้

5.1 ตัวอย่างการคำนวณหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 1 และงานย่อยที่ 2 สถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 ผลิตภัณฑ์ KN409

5.1.1 ผลจากการศึกษา

เวลาเฉลี่ยที่ศึกษา (ก)	= 9.21 วินาที
ค่าปรับอัตราความเร็ว (เปอร์เซ็นต์ Rating)	= 96%
เวลาเผื่อ (เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ)	= 42.5%
เวลาเฉลี่ยที่ศึกษา (ข)	= 3.57 วินาที
ค่าปรับอัตราความเร็ว (เปอร์เซ็นต์ Rating)	= 96%
เวลาเผื่อ (เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ)	= 43.5%

5.1.2 คำนวณหาเวลาปกติ

เวลาปกติ	= เวลาตัวแทน x ค่าปรับอัตราความเร็ว
เวลาปกติ ก.	= 9.21 x 0.96 = 8.84 วินาที
เวลาปกติ ข.	= 3.57 x 0.96 = 3.43 วินาที

5.1.3 คำนวณหาเวลาเผื่อ

เวลาเผื่อ	= เวลาปกติ x เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ
เวลาเผื่อ ก.	= 8.84 x 0.425 = 3.76 วินาที
เวลาเผื่อ ข.	= 3.43 x 0.435 = 1.49 วินาที

5.1.4 คำนวณหาเวลามาตรฐาน

เวลามาตรฐาน	= เวลาปกติ + เวลาเผื่อ
เวลามาตรฐาน ก.	= 8.84 + 3.76 = 12.60 วินาที
เวลามาตรฐาน ข.	= 3.43 + 1.49 = 4.92 วินาที

จากตัวอย่างสามารถสรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของแต่ละสถานีงานได้ดังตารางที่ 3-15 และตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-15 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409

สถานี	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ประสิทธิภาพเปอร์เซ็นต์ Rating	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	1	9.21	96	42.5	8.84	3.76	12.60
	2	3.57	96	43.5	3.43	1.49	4.92
	3	8.30	92	40.5	7.64	3.09	10.73
	4	0.75	95	35.5	0.71	0.25	0.96
2	1	6.56	101	43.5	6.63	2.88	9.51
	2	4.88	100	41.5	4.88	2.03	6.91
	3	5.31	96	41.5	5.10	2.12	7.22
3	1	4.37	103	44.5	4.50	2.00	6.50
	2	5.69	98	41.5	5.58	2.32	7.90
	3	9.57	95	40.5	9.09	3.68	12.77
4	1	3.81	111	43.5	4.23	1.84	6.07
	2	7.24	102	48.5	7.38	3.58	10.96
	3	4.02	105	39.5	4.22	1.67	5.89
	4	1.16	130	34.5	1.51	0.52	2.03
5	1	6.93	93	44.5	6.44	2.87	9.31
	2	7.25	92	41.5	6.67	2.77	9.44
	3	1.75	98	34.5	1.72	0.59	2.31
	4	1.76	100	35.5	1.76	0.62	2.38

ตารางที่ 3-16 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410

สถานี	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ประสิทธิภาพเปอร์เซ็นต์ Rating	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	1	8.39	105	42.5	8.81	3.74	12.55
	2	3.33	102	43.5	3.40	1.48	4.88
	3	7.49	103	40.5	7.71	3.12	10.83
	4	0.70	98	35.5	0.69	0.24	0.93
2	1	6.98	95	43.5	6.63	2.88	9.51
	2	4.90	100	41.5	4.90	2.03	6.93
	3	4.89	105	41.5	5.13	2.13	7.26
3	1	5.61	98	44.5	5.50	2.45	7.95
	2	5.63	100	41.5	5.63	2.34	7.97
	3	8.21	111	40.5	9.11	3.69	12.80
4	1	4.68	92	43.5	4.31	1.87	6.18
	2	7.44	99	48.5	7.37	3.57	10.94
	3	4.35	98	39.5	4.26	1.68	5.94
	4	1.43	101	34.5	1.44	0.50	1.94
5	1	6.31	102	44.5	6.44	2.86	9.30
	2	6.00	111	41.5	6.66	2.76	9.42
	3	1.59	109	34.5	1.73	0.60	2.33
	4	2.21	79	35.5	1.75	0.62	2.37

6. วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน

ในการวิเคราะห์วิธีการทำงานในปัจจุบันเป็นการศึกษาเพื่อช่วยให้ทราบถึงสภาพการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะช่วยในการบ่งชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องในการทำงานอย่างชัดเจนสำหรับประกอบการวิเคราะห์ตัดสินใจในการปรับปรุงเพื่อ

ขจัดข้อบกพร่องต่าง ๆ ในสายการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ ซึ่งปัจจุบันมีพนักงาน ทั้งหมด 5 คน สามารถเขียนขั้นตอน ได้ดังตารางที่ 3-17 และตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-17 เวลามาตรฐาน และจำนวนพนักงานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409

สถานีงาน	ส่วนของงานย่อย	เวลาทำงานมาตรฐาน (วินาที)	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)	จำนวนคนงาน
1	1	12.60	29.21	1
	2	4.92		
	3	10.73		
	4	0.96		
2	1	9.51	23.64	1
	2	6.91		
	3	7.22		
3	1	6.50	27.17	1
	2	7.90		
	3	12.77		
4	1	6.07	24.95	1
	2	10.96		
	3	5.89		
	4	2.03		
5	1	9.31	23.44	1
	2	9.44		
	3	2.31		
	4	2.38		

ตารางที่ 3-18 เวลามาตรฐาน และจำนวนพนักงานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410

สถานีงาน	ส่วนของงานย่อย	เวลาทำงานมาตรฐาน (วินาที)	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)	จำนวนคนงาน
1	1	12.55	29.19	1
	2	4.88		
	3	10.83		
	4	0.93		
2	1	9.51	23.70	1
	2	6.93		
	3	7.26		
3	1	7.95	28.72	1
	2	7.97		
	3	12.80		
4	1	6.18	25.00	1
	2	10.94		
	3	5.94		
	4	1.94		
5	1	9.30	23.42	1
	2	9.42		
	3	2.33		
	4	2.37		

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น คือ KN409 และ KN410 มีรูปร่างที่คล้ายคลึงกัน แตกต่างเพียงตำแหน่งที่ประกอบในรถยนต์ คือ KN409 อยู่ด้านล้อขวา KN410 อยู่ด้านล้อซ้าย ซึ่งรายละเอียดของการตรวจสอบในแต่ละสถานีจะเหมือนกัน เพราะฉะนั้นเวลามาตรฐานที่ได้จึงควรจะเท่าหรือใกล้เคียงกัน จากข้อมูลพบว่าเวลามาตรฐานของการตรวจสอบมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการศึกษา ผู้วิจัยจึงทำการหาค่าเฉลี่ยเวลามาตรฐานของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 รุ่น ในแต่ละสถานีงาน ได้ผลดังตารางที่ 3-19

ตารางที่ 3-19 เวลามาตรฐานเฉลี่ยของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 และ KN410

สถานีงาน	กระบวนการ	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1	29.20
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม	23.67
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2	27.95
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง	24.98
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม	23.43

ผลรวมเวลามาตรฐานทั้งหมด = 129.23 วินาที

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์การทำงาน จับเวลาการทำงาน ให้เวลาเผื่อ ก็จะได้เวลามาตรฐาน เราก็จะ ทราบว่าควรจะปรับปรุงในส่วนไหนของสายการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงและทำการปรับปรุงการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ เพื่อให้ได้ถึงอัตราผลิตภาพ (Productivity) ตามเป้าหมายและในการวัดประสิทธิภาพการทำงานก่อนปรับปรุงควรมีการวัดประสิทธิภาพสมดุลของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ เพราะมีความแตกต่างของเวลาการดรวจสอบในแต่ละสถานีงานอยู่ โดยสามารถหาได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพสายการตรวจสอบ} = \frac{\sum \text{เวลาตรวจสอบ} \times 100\%}{n \times \text{เวลาตรวจสอสูงสุด}}$$

โดยที่ $\sum$ เวลาทำงาน คือ เวลาการตรวจสอบรวมทุกสถานีงาน

n คือ จำนวนสถานีในสายการตรวจสอบ

เวลาตรวจสูงสุด คือ เวลาของสถานีที่ใช้เวลาสูงสุดในสายการตรวจสอบ

$$\text{ประสิทธิภาพสายการตรวจสอบ} = \frac{129.23 \times 100\%}{5 \times 29.20} = 88.48\%$$

จากนั้นคำนวณหาแทคไทม์ (Takt time) หรือความเร็วในการตรวจสอบ เพื่อจะได้เช็คว่าเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานที่เก็บข้อมูลมานั้น คือ จังหวะการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ต่อชิ้นที่เป็นไปตามจังหวะที่ฝ่ายวางแผนการผลิตต้องการหรือไม่ ในการคำนวณหาแทคไทม์ สามารถหาได้ดังนี้

$$\text{แทคไทม์} = \frac{\text{เวลาในการผลิตที่มีอยู่ (Available production time)}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน (Total daily quantity required)}}$$

โดยบริษัทกรณีศึกษา มีการทำงาน 2 กะ ๆ ละ 640 นาที หรือเท่ากับ 1,280 นาที ต่อวัน ซึ่งรวมเวลาการทำงานล่วงเวลาแล้วในวันทำงานปกติแต่ละวัน ในแต่ละกะจะมีช่วงเวลาประชุม 30 นาที, รอรถโฟล์คลิฟท์ยกงาน 50 นาที, เวลาพัก 20 นาที

ดังนั้นจะได้เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบทั้งวันเท่ากับ 1,280 – (30 x 2) – (50 x 2) – (20 x 2) = 1,080 นาที หรือ = 64,800 วินาที และความต้องการชิ้นงานที่ฝ่ายวางแผนการผลิตต้องการ คือ 1,300 ชิ้นต่อกะ หรือ 2,600 ชิ้นต่อวัน

$$\text{แทคไทม์} = \frac{64{,}800}{2{,}600} = 24.92 \text{ วินาทีต่อชิ้น}$$

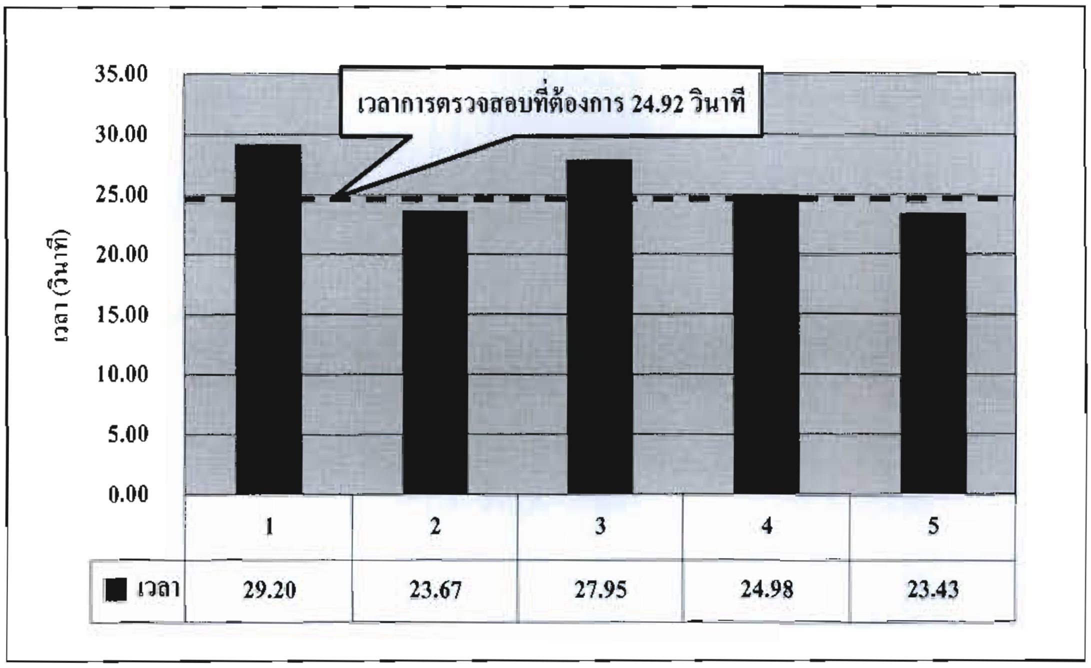
ซึ่งนั่นหมายความว่า การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของฝ่ายวางแผนการผลิตที่ 2,600 ชิ้นต่อวันได้ พนักงานต้องทำการตรวจสอบออกมาให้ได้ 1 ชิ้นในทุก ๆ 24.92 วินาทีนั่นเอง

จากนั้นนำค่าแทคไทม์ ที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับรอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีว่า มีสถานีงานใดบ้างที่พนักงานใช้เวลาเกินกว่าแทคไทม์ ที่ต้องการ ได้ผลดังตารางที่ 3-20

ตารางที่ 3-20 เปรียบเทียบระหว่างเวลาทำงานจริงกับเวลาทำงานที่ต้องการ (หน่วย: วินาที)

หัวข้อ	สถานีการตรวจสอบ				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
เวลาการตรวจสอบจริง	29.20	23.67	27.95	24.98	23.43
เวลาการตรวจสอบที่ต้องการ	24.92	24.92	24.92	24.92	24.92
ผลต่างของเวลา	4.28	-1.25	3.03	0.06	-1.49

จากตารางที่ 3-20 สามารถที่จะแสดงในรูปแบบกราฟดังภาพที่ 3-14 เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบที่ชัดเจนระหว่างเวลาการตรวจสอบในแต่ละสถานีงานกับเป้าหมายเวลาที่ต้องการ ซึ่งจะได้นำไปวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงานในแต่ละสถานีงานต่อไป



ภาพที่ 3-14 กราฟเปรียบเทียบเวลาการตรวจสอบกับเวลาที่ต้องการ (ก่อนการปรับปรุง)

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จของผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ เป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง ชิ้นงานทุกชิ้นต้องผ่านการตรวจสอบตั้งแต่สถานีงานที่ 1 ถึงสถานีงานที่ 5 การสรุปผลข้อมูลเวลามาตรฐานได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3-32 และจากการพิจารณาที่ผลต่างของเวลาการตรวจสอบจริงกับเวลาที่ต้องการ โดยกราฟแท่งดังภาพที่ 3-34 จะเห็นได้ว่ามีสถานีงานที่เกิดจุดคอขวด (Bottle neck) สมควรที่จะต้องปรับปรุงหลัก ๆ อยู่ 3 สถานีงาน คือ สถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 สถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 และสถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง ซึ่งมีเวลามาตรฐานที่เกินจากเวลาที่ต้องการ คือ 24.92 วินาที

จากภาพที่ 3-14 สถานีงานที่ 1 เป็นจุดกำหนดอัตราการผลิต ซึ่งจะได้ผลผลิตน้อยกว่าแผนงานที่วางไว้ โดยอัตราการผลิตจริงที่ได้จากการตรวจสอบต่อวัน หาได้ดังนี้

$$\text{ผลผลิตมาตรฐานก่อนการปรับปรุง} = \frac{\text{เวลาทั้งหมดที่มีในการทำงาน}}{\text{เวลามาตรฐานในการผลิตต่อชิ้น}} = \frac{64{,}800}{29.20} = 2{,}219 \text{ ชิ้นต่อวัน}$$

จากผลผลิตมาตรฐานที่ต่ำกว่าความต้องการชิ้นงานที่ฝ่ายวางแผนการผลิตต้องการ บริษัทกรณีศึกษาต้องให้พนักงานทำงานล่วงเวลาในวันเสาร์และวันอาทิตย์เป็นประจำ เพื่อให้ทันต่อ

ความต้องการของลูกค้า ซึ่งจากปัญหานี้ทำให้พนักงานเกิดความเหนื่อยล้าเนื่องจากต้องทำงานเกือบทุกวัน และบริษัทก็ต้องรับภาระต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการที่ต้องจ่ายค่าล่วงเวลา ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรับปรุงแสดงในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4
การดำเนินงานและผลการวิจัย

ในการศึกษากระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ที่ Finishing line no.3 โดยกระบวนการดังกล่าวมี 5 สถานีงาน คือ

สถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1

สถานีงานที่ 2 กระบวนการตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม

สถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2

สถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง

สถานีงานที่ 5 กระบวนการตรวจความแข็งและป้องกันสนิม

จากผลการรวบรวมข้อมูลและจับเวลาในการทำงานในบทที่ 3 ทำให้ทราบถึงการใช้เวลาในการทำงานในแต่ละกระบวนการของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 KN410 และสามารถบ่งบอกได้ว่า สถานีงานที่ 1 สถานีงานที่ 3 และสถานีงานที่ 4 ใช้เวลาในการตรวจสอบเกินจากเวลาการตรวจสอบที่ต้องการ คือ 24.92 วินาที ทำให้เกิดจุดคอขวด (Bottle neck) สมควรที่จะต้องปรับปรุง

กำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไขและตั้งเป้าหมาย

เลือกกระบวนการที่ใช้เวลาในการตรวจสอบต่อชิ้นที่มากที่สุดหรือมีผลทำให้เกิดจุดคอขวด (Bottle neck) มาเป็นประเด็นปัญหาที่จะดำเนินการแก้ไขและตั้งเป้าหมายการแก้ไข ของแต่ละสถานีงาน มีรายละเอียดดังนี้

1. สถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 เป็นกระบวนการที่ใช้มือข้างเดียวในการยกชิ้นงานซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อชิ้น 7.3 กิโลกรัมทำให้เกิดความเมื่อยล้าและเวลาในการตรวจสอบต่อชิ้นมากที่สุด โดยใช้เวลาเท่ากับ 29.20 วินาทีต่อชิ้น ส่งผลให้เกิดจุดคอขวด (Bottle neck) ที่กระบวนการนี้ เพราะฉะนั้นกระบวนการตรวจสอบที่สถานีงานที่ 1 จึงเป็นประเด็นปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไขเพื่อให้พนักงานทำงานสะดวกสบายขึ้นและเกิดการสมดุลในสายการผลิต โดยต้องลดเวลาการผลิตต่อชิ้นลง 14.66% จากเวลาเดิม 29.20 วินาที เพื่อให้เท่ากับแทคไทม์ (24.92 วินาที)

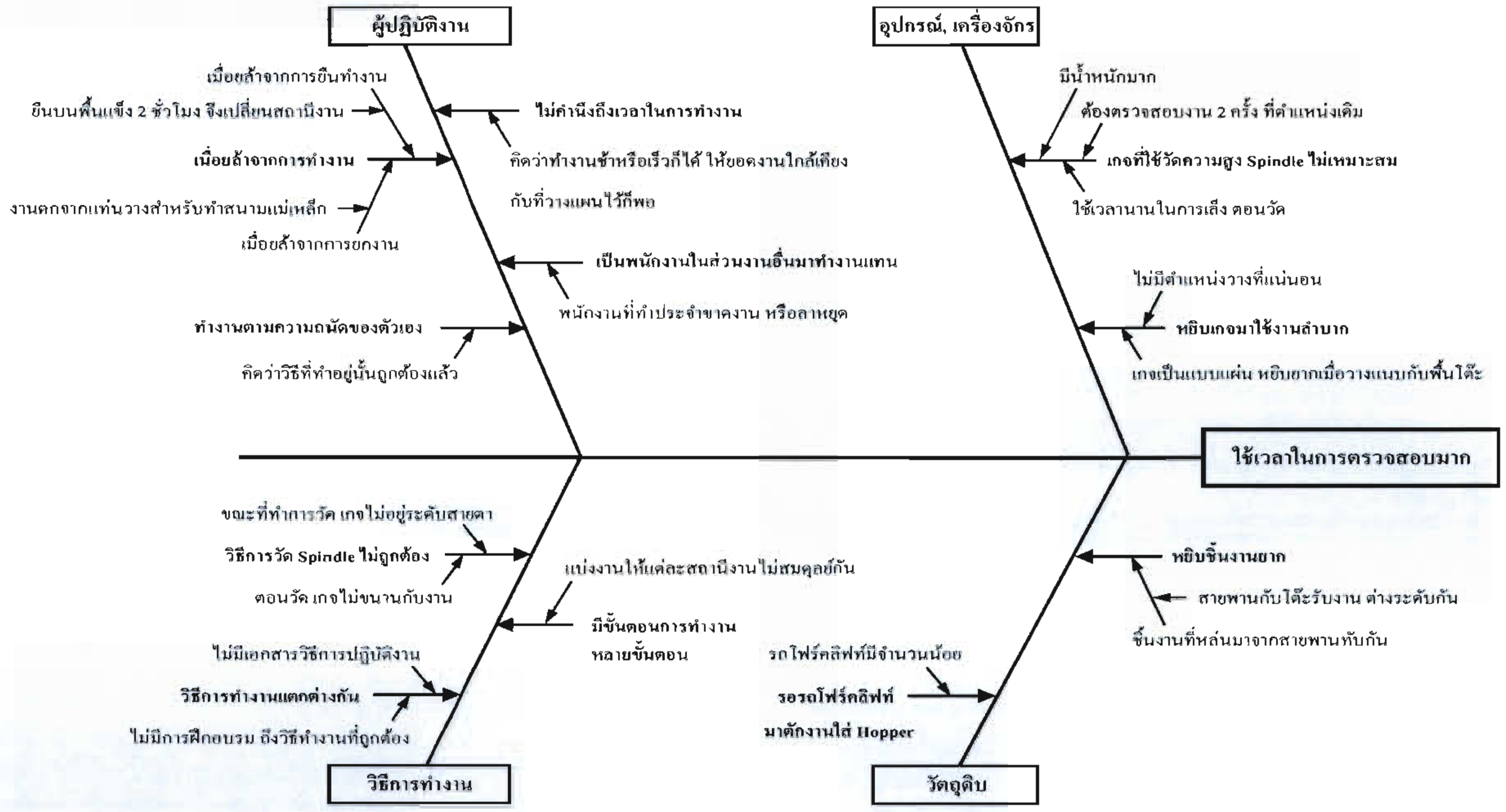
2. สถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 เป็นอีกกระบวนการที่ใช้มือข้างเดียวในการยกชิ้นงานซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อชิ้น 7.3 กิโลกรัมทำให้เกิดความเมื่อยล้าและเวลาใน

การตรวจสอบต่อชิ้นมาก รองลงมาจากสถานีงานที่ 1 โดยใช้เวลาเท่ากับ 27.95 วินาทีต่อชิ้น ส่งผลให้เกิดจุดคอขวด (Bottle neck) ที่กระบวนการนี้เช่นกัน เพราะฉะนั้นกระบวนการตรวจสอบที่สถานีงานที่ 3 จึงเป็นประเด็นปัญหา ที่จะต้องทำการแก้ไขเพื่อให้พนักงานทำงานสะดวกสบายขึ้นและเกิดการสมดุลในสายการผลิต โดยต้องลดเวลาการผลิตต่อชิ้นลง 13.1% จากเวลาเดิม 27.95 วินาที เพื่อให้เท่ากับแทคไทม์ (24.92 วินาที)

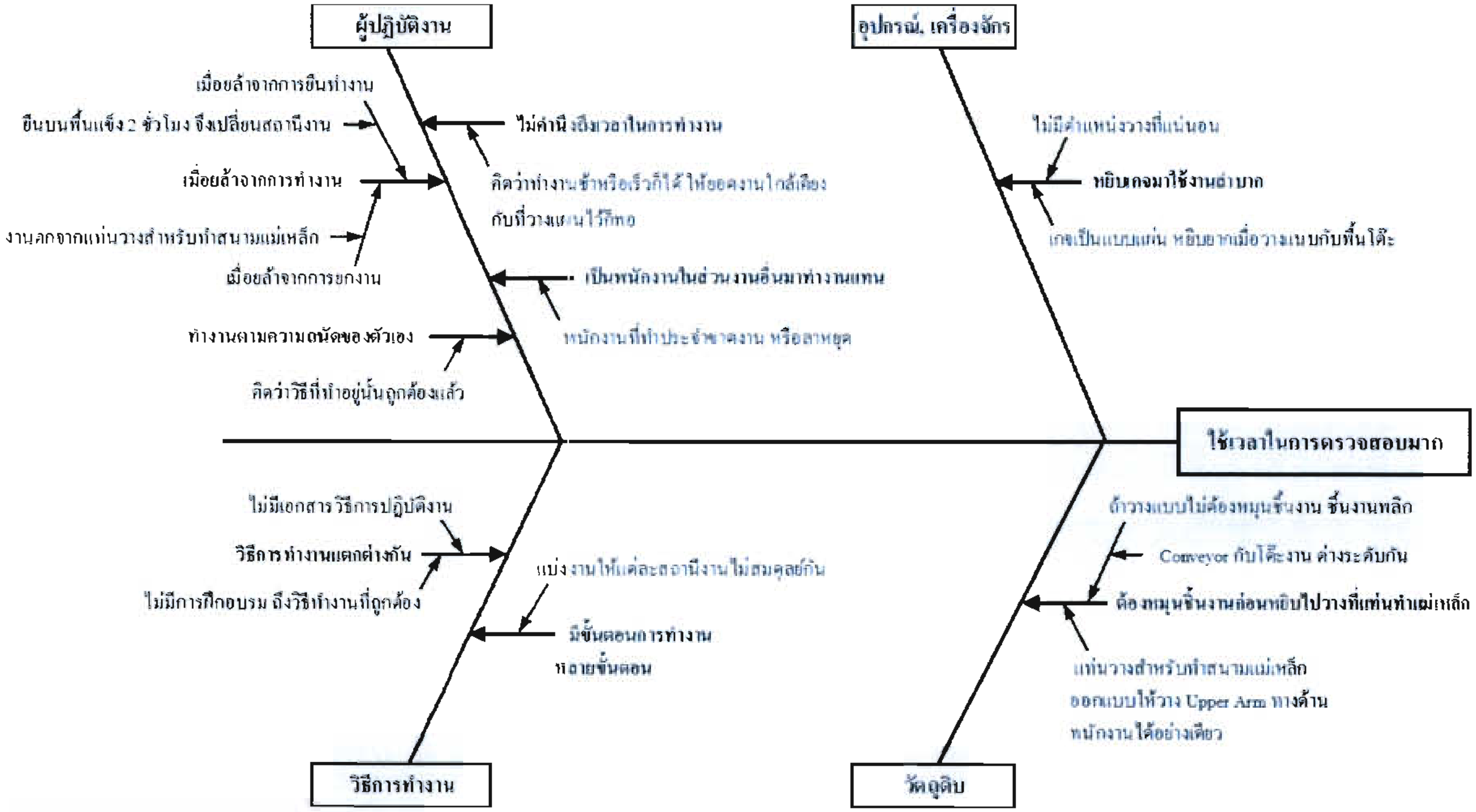
3. สถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง กระบวนการนี้ พนักงานต้องทำงานโดยการยกชิ้นงาน และเดินไป-มา ระหว่างจุดตรวจสอบขนาดและจุดเจียรใน ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเมื่อยล้า ทำให้เวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานสูงกว่าเวลาที่ต้องการ เพราะฉะนั้นกระบวนการตรวจสอบที่สถานีงานที่ 4 จึงเป็นประเด็นปัญหา ที่จะต้องทำการแก้ไขเพื่อให้พนักงานทำงานสะดวกสบายขึ้นและเกิดการสมดุลในสายการผลิตเช่นเดียวกัน โดยต้องลดเวลาการผลิตต่อชิ้นลง 0.24% จากเวลาเดิม 24.98 วินาที เพื่อให้เท่ากับแทคไทม์ (24.92 วินาที)

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผล

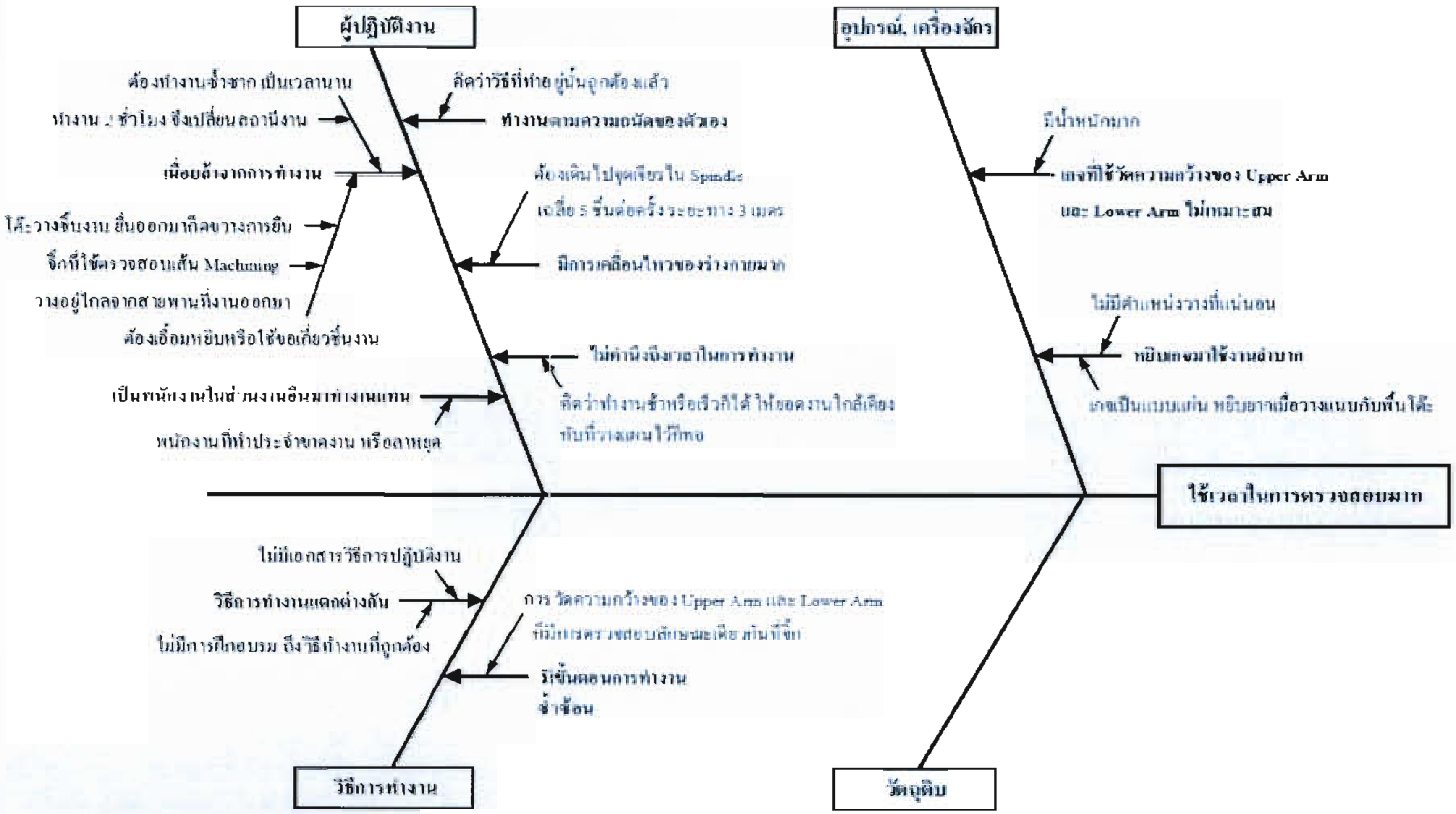
จากการศึกษาสภาพการทำงานปัจจุบันนั้นพบว่าปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ คือ ใช้เวลาในการตรวจสอบมาก จึงได้ทำการระดมสมองในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยใช้แผนผังสาเหตุและผล ซึ่งในขั้นแรกนั้นทำการสอบถามพนักงานที่ทำงานจริง ว่าอะไรคือ สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ส่วนในขั้นที่ 2 นั้นทำการระดมสมองจากหัวหน้างานและผู้เกี่ยวข้องเพื่อหาสาเหตุของปัญหาของกลุ่มงาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4-1 ถึง ภาพที่ 4-3 จากนั้นหาแนวทางการแก้ไขในแต่ละสาเหตุของปัญหาโดยแสดงในตารางที่ 4-1 ถึง ตารางที่ 4-3



ภาพที่ 4-1 แผนผังสาเหตุและผลแสดงการวิเคราะห์ปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากสถานีงานที่ 1



ภาพที่ 4-2 แผนผังสาเหตุและผลแสดงการวิเคราะห์ปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากสถานีงานที่ 3



ภาพที่ 4-3 แผนผังสาเหตุและผลแสดงการวิเคราะห์ปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากสถานีงานที่ 4

ตารางที่ 4-1 แนวทางการปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 1

ต้นเหตุของปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ/ มูลเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ด้านอุปกรณ์, เครื่องจักร	1. เกจที่ใช้วัดความสูง Spindle ไม่เหมาะสม	1.1 เกจมีน้ำหนักมาก (0.90 กิโลกรัม)	1.1.1 ลดความหนาของเกจจาก 5 mm. เป็น 3 mm.
		1.2 ตรวจสอบ 2 ครั้ง จึงตัดสินใจได้ว่างานดีหรือเสีย	1.2.1 ออกแบบเกจใหม่
		1.3 ตอนเสียบเกจที่ Spindle ต้องเสียเวลาในการเล็ง	1.3.1 ออกแบบให้เกจมีไกด์
	2. หยิบเกจมาใช้งานลำบาก	2.1 ไม่มีตำแหน่งวางที่แน่นอน	2.1.1 กำหนดตำแหน่งของการวาง
		2.2 เกจเป็นแบบแผ่น หยิบยากเมื่อวางแนบกับพื้นโต๊ะ	2.2.1 ออกแบบเกจใหม่ให้สามารถวางตั้งได้
ด้านวัตถุดิบ	3. หยิบชิ้นงานยาก	3.1 ชิ้นงานที่หล่นมาจากสายพานทับกันเนื่องจากสายพานกับโต๊ะรับงาน ต่างระดับกัน	3.1.1 ทำแผ่น Plate รับชิ้นงานให้งานไหลลงง่ายไม่ทับกัน
	4. รอรถโฟร์คลิฟท์มาตักงานใส่	4.1 รถโฟร์คลิฟท์มีจำนวนน้อย	4.1.1 พิจารณาซื้อรถโฟร์คลิฟท์ และรับคนขับเพิ่ม
ด้านผู้ปฏิบัติงาน	5. เมื่อยล้าจากการยืนทำงานเป็นเวลานาน	5.1 ยืนบนพื้นแข็ง 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนสถานีงาน	5.1.1 ทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง
			5.1.2 ยืนบนพื้นนิ่ม โดยใช้แผ่นไม้หรือยางรอง
	6. เมื่อยล้าจากการยกงาน	6.1 งานตกจากแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กหลังจากราดน้ำยา MF เสร็จและถูกดันออกมา ทำให้ต้องใช้แรงมากขึ้นในการยกชิ้นงานไปที่จานหมุน	6.1.1 ออกแบบแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กใหม่ ล็อคชิ้นงานไม่ให้ตก
	7. ไม่คำนึงถึงเวลาในการทำงาน	7.1 คิดว่าทำงานช้าหรือเร็วก็ได้ ให้ยอดงานใกล้เคียงกับที่วางแผนไว้ก็พอ	7.1.1 จัดให้มีการอบรมทำความเข้าใจแก่พนักงาน
	8. เป็นพนักงานในส่วนงานอื่นมาทำงานแทน	8.1 พนักงานที่ทำประจำขาดงาน หรือลาหยุด	8.1.1 จัดให้มีการอบรมและสอนงานก่อนปฏิบัติงานจากหัวหน้างาน

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ต้นเหตุของปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ/ มูลเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ด้านผู้ปฏิบัติงาน	9. ทำงานตามความถนัดของตัวเอง	9.1 คิดว่าวิธีที่ทำอยู่นั้นถูกต้องแล้ว	9.1.1 จัดให้มีการอบรมทำความเข้าใจแก่พนักงาน
ด้านวิธีการทำงาน	10. วิธีการทำงานแตกต่างกัน	10.1 ไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน	10.1.1 จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน
		10.2 ไม่มีการฝึกอบรม ถึงวิธีทำงานที่ถูกต้อง	10.2.1 ฝึกอบรมถึงวิธีทำงานที่ถูกต้อง และให้ปฏิบัติงานตามเอกสารวิธีการปฏิบัติงาน
	11. มีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน	11.1 แบ่งงานให้แต่ละสถานีงานไม่สมดุลกัน	11.1.1 พิจารณาแบ่งงานย่อยให้แต่ละสถานีใหม่
	12. วิธีการวัด Spindle ไม่ถูกต้อง	12.1 ขณะที่ทำการวัด เกจไม่อยู่ระดับสายตา	12.1.1 ออกแบบเกจใหม่ ให้สามารถวัดโดยไม่ต้องอยู่ระดับเดียวกับสายตาก็ได้
		12.2 ขณะที่ทำการวัด เกจไม่ขนานกับงาน	12.2.1 ออกแบบเกจใหม่ ให้มีฐานกว้างขึ้น เพื่อให้ขนานกับชิ้นงานตอนวัด Spindle

ตารางที่ 4-2 แนวทางการปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 3

ต้นเหตุของปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ/ มูลเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ด้านอุปกรณ์, เครื่องจักร	1. หยิบเกจวัดความหนาของ Flange และ Boss มาใช้งานลำบาก	1.1 ไม่มีตำแหน่งวางที่แน่นอน	1.1 กำหนดตำแหน่งของการวาง
		1.2 เกจเป็นแบบแผ่น หยิบยากเมื่อวางแนบกับพื้นโต๊ะ	1.2.1 ออกแบบเกจใหม่ ให้มีฐานตั้งได้
ด้านวัตถุดิบ	2. ต้องหมุนชิ้นงานก่อนหยิบไปวางที่แท่นทำแม่เหล็ก	2.1 ถ้าวางแบบไม่ต้องหมุนชิ้นงาน ชิ้นงานพลิก เพราะ Conveyor กับโต๊ะงานต่างระดับกัน	2.1.1 ปรับระดับของ Conveyor หรือทำแผ่น Plate รับชิ้นงานไม่ให้งานพลิก
		2.2 แท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กออกแบบให้วาง Upper arm ทางด้านพนักงานได้อย่างเดียว	2.2.1 ออกแบบแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กใหม่
ด้านผู้ปฏิบัติงาน	3. เมื่อยล้าจากการยืนทำงานเป็นเวลานาน	3.1 ยืนบนพื้นแข็ง 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนสถานีงาน	3.1.1 ทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง
			3.1.2 ยืนบนพื้นนิ่ม โดยใช้แผ่นไม้หรือยางรอง
	4. เมื่อยล้าจากการยกงาน	4.1 งานตกจากแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กหลังจากราดน้ำยา MF เสร็จและถูกดันออกมา ทำให้ต้องใช้แรงมากขึ้นในการยกชิ้นงานไปที่จานหมุน	4.1.1 ออกแบบแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กใหม่ ล็อคชิ้นงานไม่ให้ตก
	5. ไม่คำนึงถึงเวลาในการทำงาน	5.1 คิดว่าทำงานช้าหรือเร็วก็ได้ ให้ยอดงานใกล้เคียงกับที่วางแผนไว้ก็พอ	5.1.1 จัดให้มีการอบรมทำความเข้าใจแก่พนักงาน
	6. เป็นพนักงานในส่วนงานอื่นมาทำงานแทน	6.1 พนักงานที่ทำประจำขาดงาน หรือลาหยุด	6.1.1 จัดให้มีการอบรมและสอนงานก่อนปฏิบัติงานจากหัวหน้างาน
	7. ทำงานตามความถนัดของตัวเอง	7.1 คิดว่าวิธีที่ทำอยู่นั้นถูกต้องแล้ว	7.1.1 จัดให้มีการอบรมทำความเข้าใจแก่พนักงาน

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ต้นเหตุของปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ/ มูลเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ด้านวิธีการทำงาน	8. วิธีการทำงานแตกต่างกัน	8.1 ไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน	8.1.1 จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน
		8.2 ไม่มีการฝึกอบรม ถึงวิธีทำงานที่ถูกต้อง	8.2.1 ฝึกอบรมถึงวิธีทำงานที่ถูกต้อง และให้ปฏิบัติงานตามเอกสารวิธีการปฏิบัติงาน
	9. มีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน	9.1 แบ่งงานให้แต่ละสถานีงานไม่สมดุลกัน	9.1.1 พิจารณาแบ่งงานย่อยให้แต่ละสถานีใหม่

ตารางที่ 4-3 แนวทางการปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 4

ต้นเหตุของปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ/มูลเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ด้านอุปกรณ์, เครื่องจักร	1. เกจที่ใช้วัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm ไม่เหมาะสม	1.1 เกจมีน้ำหนักมาก (0.85 กิโลกรัม)	1.1.1 ลดความหนาของเกจจาก 5 mm. เป็น 3 mm.
	2. หยิบเกจมาใช้งานลำบาก	2.1 ไม่มีตำแหน่งวางที่แน่นอน	2.1.1 กำหนดตำแหน่งของการวาง
		2.2 เกจเป็นแบบแผ่น หยิบยากเมื่อวางแนบกับพื้นโต๊ะ	2.2.1 ออกแบบเกจใหม่ให้สามารถวางตั้งได้
ด้านผู้ปฏิบัติงาน	3. เมื่อยล้าจากการทำงาน	3.1 ต้องยืนทำงานซ้ำซากเป็นเวลานานถึง 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนสถานีงาน	3.1.1 ทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง
		3.2 ต้องเอื้อมหยิบหรือใช้ขอเกี่ยวชิ้นงานเนื่องจากโต๊ะวางชิ้นงาน ยื่นออกมากีดขวางการยืน และจิ๊กที่ใช้ตรวจสอบเส้น Machining วางอยู่ไกลจากสายพานที่งานออกมา	3.2.1 ตัดโต๊ะส่วนที่ยื่นออกมา หรือใช้ Conveyor รับงาน และขยับ Jig ให้ใกล้กับจุดที่งานออกมา
	4. ไม่คำนึงถึงเวลาในการทำงาน	4.1 คิดว่าทำงานช้าหรือเร็วก็ได้ ให้ยอดงานใกล้เคียงกับที่วางแผนไว้ก็พอ	4.1.1 จัดให้มีการอบรมทำความเข้าใจแก่พนักงาน
	5. เป็นพนักงานในส่วนงานอื่นมาทำงานแทน	5.1 พนักงานที่ทำประจำขาดงาน หรือลาหยุด	5.1.1 จัดให้มีการอบรมและสอนงานก่อนปฏิบัติงานจากหัวหน้างาน
	6. ทำงานตามความถนัดของตัวเอง	6.1 คิดว่าวิธีที่ทำอยู่นั้นถูกต้องแล้ว	6.1.1 จัดให้มีการอบรมทำความเข้าใจแก่พนักงาน
	7. มีการเคลื่อนไหวของร่างกายมาก	7.1 ต้องเดินไปจุดเจียรใน Spindle เฉลี่ย 5 ชิ้นต่อครั้ง ระยะทาง 3 เมตร	7.1.1 พิจารณาปรับเปลี่ยน Lay out ใหม่ ขยับให้สถานีงานที่ 4 กับจุดเจียรใกล้กันมากขึ้น

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ต้นเหตุของปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ/มูลเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ด้านวิธีการทำงาน	8. วิธีการทำงานแตกต่างกัน	8.1 ไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน	8.1.1 จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน
		8.2 ไม่มีการฝึกอบรม ถึงวิธีทำงานที่ถูกต้อง	8.2.1 ฝึกอบรมถึงวิธีทำงานที่ถูกต้อง และให้ปฏิบัติงานตามเอกสารวิธีการปฏิบัติงาน
	9. มีขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน	9.1 การวัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm ก็มีการตรวจสอบลักษณะเดียวกันที่จิ๊ก	9.1.1 ยกเลิกขั้นตอนการใช้เกจที่วัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm โดยใช้การตรวจสอบที่จิ๊ก

การปรับปรุงและตรวจสอบผลการแก้ไข

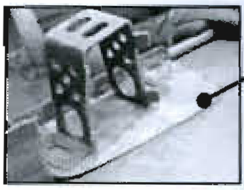
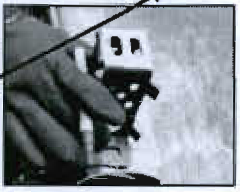
หลังจากที่ได้ทำการระดมสมองว่าอะไร คือ สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาโดยใช้แผนผังสาเหตุและผลดังภาพที่ 4-1-ภาพที่ 4-3 พร้อมทั้งหาแนวทางการแก้ไขในแต่ละสาเหตุของปัญหาดังกล่าวตามตารางที่ 4-1 ถึง 4-3 จากนั้นได้ทำการเลือกแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ที่จะนำมาทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 1, 3 และ 4 โดยพิจารณาถึงความสามารถในการอำนวยผลและความสามารถนำไปปฏิบัติ มีรายละเอียดดังนี้

1. การปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 1

1.1 ปัญหาด้านอุปกรณ์, เครื่องจักร

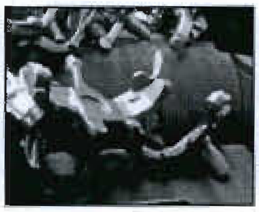
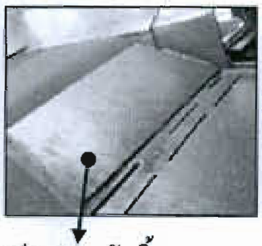
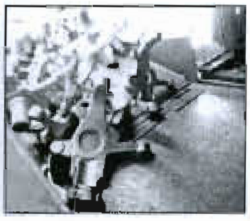
ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- เกจหนา 5 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 0.90 กิโลกรัม - ตรวจสอบ 2 ครั้ง จึงตัดสินใจได้ว่างานดีหรือเสีย - ตอนเสียบเกจที่ Spindle ต้องเสียเวลาในการเล็ง แสดงการใช้เกจวัดความสูงของ Spindle	- เกจหนา 3 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 0.26 กิโลกรัม - ตรวจสอบครั้งเดียว ตัดสินใจได้ว่างานดีหรือเสีย - มีไกด์ตอนเสียบเกจ ไม่ต้องเสียเวลาในการเล็ง

ภาพที่ 4-4 เกจที่ใช้วัดความสูง Spindle ไม่เหมาะสมของสถานีงานที่ 1

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ไม่มีตำแหน่งวางที่แน่นอน - เกจเป็นแบบแผ่น หยิบยากเมื่อวางแนบกับพื้นโต๊ะ แสดงตำแหน่งการวางเกจที่ไม่แน่นอนและหยิบใช้งานยาก	- ทำที่สำหรับวางเกจ เพื่อกำหนดตำแหน่งการวางจุดเดิมทุกครั้ง - เกจแบบใหม่วางตั้งได้ หยิบง่าย ที่วางเกจ   แสดงเกจวางตั้ง และวางที่ตำแหน่งเดิม

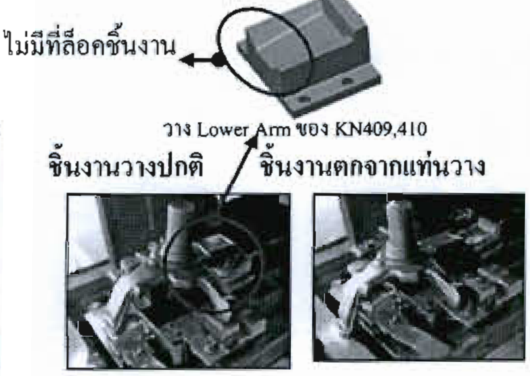
ภาพที่ 4-5 การหยิบเกจมาใช้งานลำบากของสถานีงานที่ 1

1.2 ปัญหาด้านวัตถุดิบ

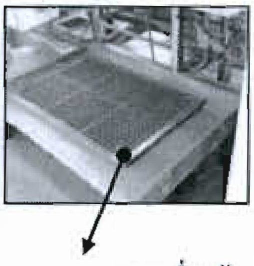
ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ชิ้นงานหล่นทับกันเนื่องจากสายพานกับโต๊ะงานต่างระดับกัน	- ทำแผ่น Plate รับชิ้นงานให้งานไหลลงง่ายไม่ทับกัน
	 
แสดงชิ้นงานตกจากสายพานและทับกัน	แผ่น Plate รับชิ้นงาน

ภาพที่ 4-6 การหยิบชิ้นงานที่หล่นมาจากสายพานยากของสถานีงานที่ 1

1.3 ปัญหาด้านผู้ปฏิบัติงาน

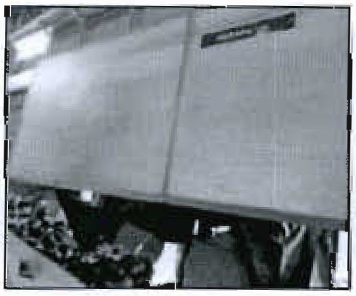
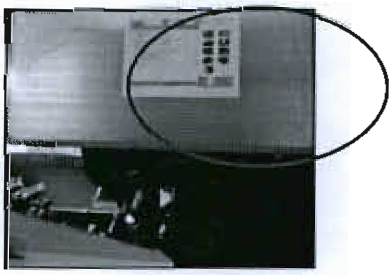
ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ชิ้นงานหล่นจากตำแหน่งที่วางหลังจากราดน้ำยา MF เสร็จและถูกดันออกมา	- ออกแบบแท่นทองแดงใหม่ ให้มีส่วนที่ล็อคไม่ให้ชิ้นงานหล่น
	
แสดงตำแหน่งของชิ้นงานบนแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็ก	

ภาพที่ 4-7 การเมื่อยล้าจากการใช้แรงมากขึ้นในการยกงานที่หล่นจากแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็กของสถานีงานที่ 1

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ยืนทำงานบนพื้นแข็ง 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนสถานีงาน แสดงการยืนทำงานบนพื้นแข็ง	- ทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง - ยืนบนแผ่นยาง เพื่อลดอาการเมื่อยล้า  ยางลดอาการเมื่อยล้า

ภาพที่ 4-8 การยืนทำงานของพนักงานที่สถานีงานที่ 1

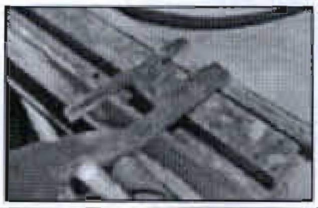
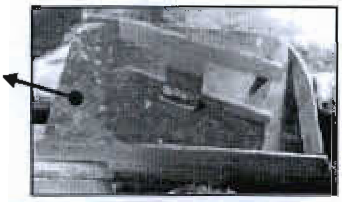
1.4 ปัญหาด้านวิธีการทำงาน

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน 	- จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน 

ภาพที่ 4-9 เอกสารวิธีการปฏบัติงานบริเวณที่ปฏิบัติงานที่สถานีงานที่ 1

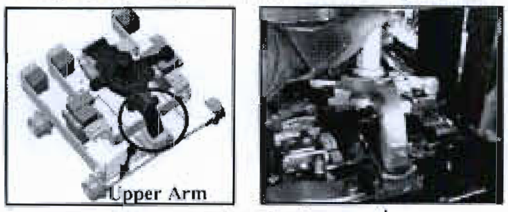
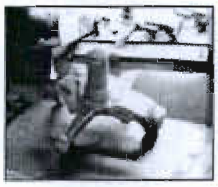
2. การปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 3

2.1 ปัญหาด้านอุปกรณ์, เครื่องจักร

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ไม่มีตำแหน่งวางที่แน่นอน - เกจเป็นแบบแผ่น หยิบยากเมื่อวางแนบกับพื้นโต๊ะ - เกจหนา 5 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 0.18 กิโลกรัม 	- ทำที่สำหรับวางเกจ เพื่อกำหนดตำแหน่งการวาง - ออกแบบเกจใหม่, วางตั้งได้ทำให้หยิบใช้งานง่าย - เกจหนา 3 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 0.11 กิโลกรัม ที่วางเกจ 

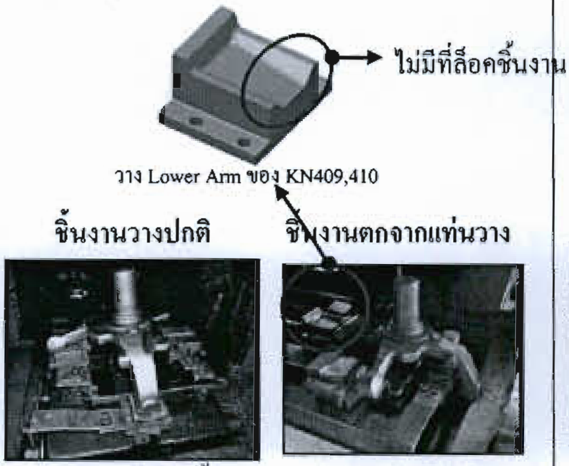
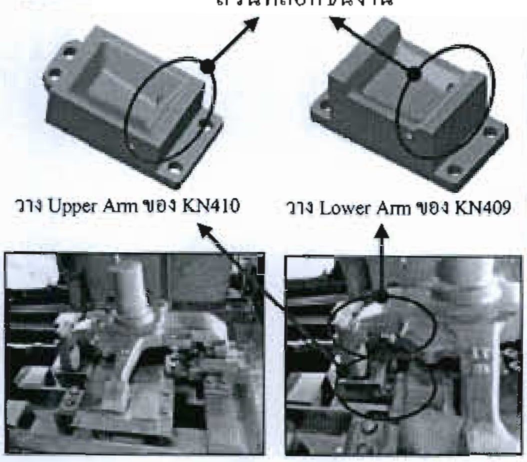
ภาพที่ 4-10 ตำแหน่งการวางและการหยิบเกจวัดความหนามาใช้งานที่สถานีงานที่ 3

2.2 ปัญหาด้านวัตถุดิบ

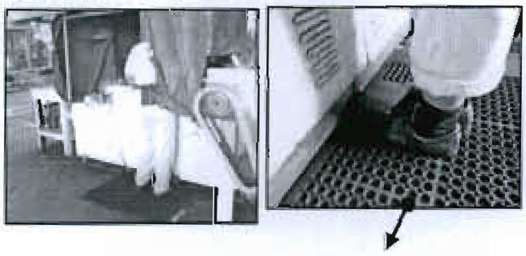
ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- Conveyor กับโต๊ะงาน ต่างระดับกันถ้าวางแบบไม่ต้องหมุนชิ้นงาน ชิ้นงานพลิก - แท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กออกแบบให้วาง Upper arm ทางด้านพนักงานได้อย่างเดียว วางชิ้นงานแบบต้องหมุนก่อนยก ชิ้นงานพลิกถ้าวางชิ้นงานแบบไม่ต้องหมุนก่อนยก  แสดงการวาง KN410 บนแท่นทำแม่เหล็ก	- ออกแบบแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กใหม่ ทำให้ไม่ต้องหมุนชิ้นงาน  วางชิ้นงานแบบไม่ต้องหมุนก่อนยก แสดงการวาง KN410 บนแท่นทำแม่เหล็ก

ภาพที่ 4-11 ปัญหาต้องหมุนชิ้นงาน KN410 ก่อนยกไปวางที่แท่นทำสนามแม่เหล็กที่สถานีงานที่ 3

2.3 ปัญหาด้านผู้ปฏิบัติงาน

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ชิ้นงานหล่นจากตำแหน่งที่วางหลังจากราดน้ำยา MF เสร็จและถูกดันออกมา  แสดงตำแหน่งของชิ้นงานบนแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็ก	- ออกแบบแท่นทองแดงใหม่ ให้มีส่วนที่ล็อคไม่ให้ชิ้นงานหล่น 

ภาพที่ 4-12 ชิ้นงานบนแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กที่สถานีงานที่ 3

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ยืนทำงานบนพื้นแข็ง 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนสถานีงาน แสดงการยืนทำงานบนพื้นแข็ง	- ทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง - ยืนบนแผ่นยาง เพื่อลดอาการเมื่อยล้า  ยางลดอาการเมื่อยล้า

ภาพที่ 4-13 การยืนทำงานของพนักงานที่สถานีงานที่ 3

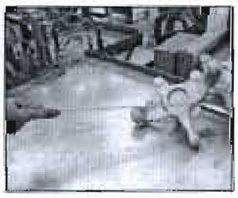
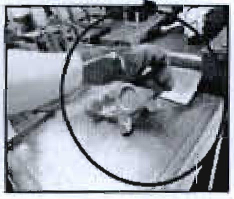
2.4 ปัญหาด้านวิธีการทำงาน

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน 	- จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน

ภาพที่ 4-14 เอกสารวิธีการปฏิบัติงานบริเวณที่ปฏิบัติงานที่สถานีงานที่ 3

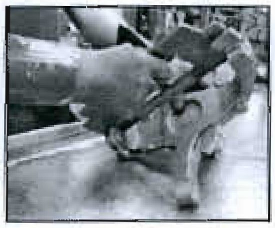
3. การปรับปรุงปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 4

3.1 ปัญหาด้านผู้ปฏิบัติงาน

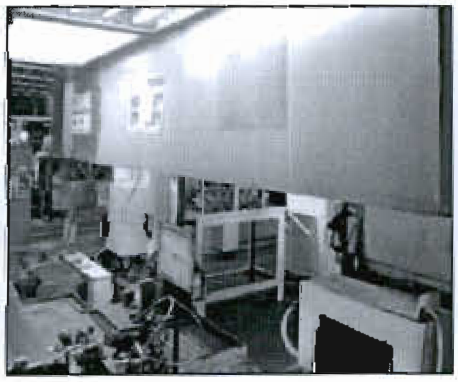
ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ทำงาน 2 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง - ต้องเอื้อมหยิบหรือใช้ขอเกี่ยวชิ้นงานเนื่องจากโต๊ะวางชิ้นงาน ยื่นออกมากีดขวางการยืน และจิ๊กที่ใช้ตรวจสอบเส้น Machining วางอยู่ไกลจากสายพานที่งานออกมา 	- ทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง - ตัดโต๊ะส่วนที่ยื่นออกมารับงาน และขยับจิ๊กให้ใกล้กับจุดที่งานออกมา ส่วนของโต๊ะที่ตัดออก ไม่ต้องใช้ขอเกี่ยว 

ภาพที่ 4-15 ปัญหาพนักงานเมื่อยล้าจากการทำงานที่สถานีงานที่ 4

3.2 ปัญหาด้านวิธีการทำงาน

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- การวัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ ก็มีการตรวจสอบลักษณะเดียวกันที่จิ๊ก  การตรวจสอบด้วยเกจ การตรวจสอบด้วยจิ๊ก	- ยกเลิกเกจวัดความกว้าง ใช้การตรวจสอบที่จิ๊กอย่างเดียว เพราะการตรวจสอบด้วยจิ๊กนั้น อ้างอิงการจับยึดที่เครื่องจักรของลูกค้า มีความถูกต้องในการตรวจสอบมากกว่า

ภาพที่ 4-16 การวัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจและจิ๊กที่สถานีงานที่ 4

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- ไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน 	- จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน

ภาพที่ 4-17 เอกสารวิธีการปฏิบัติงานบริเวณที่ปฏิบัติงานที่สถานีงานที่ 4

การตรวจสอบผลการปรับปรุง

หลังจากปรับปรุงแก้ไขปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากโดยการปรับปรุงสถานที่ทำงานใหม่ ปรับเปลี่ยนการทำงานของพนักงานแต่ละคนให้ตรงตามวิธีการทำงานที่ถูกต้องตามเอกสารวิธีการปฏิบัติงาน ตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมแล้ว พบว่าการทำงานของพนักงานในระยะแรกนั้นยังเกิดความล่าช้าไปบ้าง เนื่องจากพนักงานยังไม่คุ้นเคยกับอุปกรณ์และสิ่งใหม่ ๆ ที่เปลี่ยนไป แต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งพบว่าการทำงานเริ่มดีขึ้นเรื่อย ๆ พนักงานทำงานได้สะดวกและเร็วขึ้น ส่งผลให้เวลาในการตรวจสอบในจุดที่เกิดปัญหานั้นลดลง เมื่อทำการปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วได้ศึกษาการทำงานของพนักงานอีกครั้งในสถานีงานที่ทำการปรับปรุง คือ สถานีงานที่ 1, 3 และ 4 โดยเลือกจับเวลาเฉพาะงานย่อยที่ได้ทำการปรับปรุง สามารถสรุปงานย่อยที่ต้องจับเวลาใหม่ได้ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 การสรุปงานย่อยของสถานีงานที่ต้องจับเวลา (หลังการปรับปรุง)

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1^{st} Magnetic flux)	1. ตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่าและตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ 2. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2^{nd} Magnetic flux)	1. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)	2. ตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วยจิ๊ก 4. เดินไปที่จุดเจียรใน และกลับมาที่จุดตรวจสอบความกว้าง

หลังจากทำการสรุปงานย่อยของแต่ละสถานีงานที่ต้องจับเวลาแล้ว จับเวลาเบื้องต้นที่ 10 ค่า หาจำนวนรอบในการจับเวลา และจับเวลาเพิ่มเติมอีกจำนวนหนึ่งตามความเหมาะสมของแต่ละตัวอย่าง พร้อมคำนวณค่าเฉลี่ย จากนั้นคำนวณค่าความแม่นยำของข้อมูลที่เก็บ สามารถสรุปผลของการจับเวลาในการทำงานได้ดังตารางที่ 4-5 และ ตารางที่ 4-6 และแสดงรายละเอียดการบันทึกเวลาทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409, KN410 ของแต่ละกระบวนการ ในตารางภาคผนวก ก-12 - ตารางภาคผนวก ก-17

ตารางที่ 4-5 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง)

สถานที่	กระบวนการ	งานย่อย	จำนวนครั้งในการจับเวลา	จำนวนตัวอย่างที่ต้องจับเวลา	ความแม่นยำ	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ความบ่อยต่อวัฏจักร	ค่าเฉลี่ยต่อวัฏจักร (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1	15	9	3.78%	5.70	1/1	5.70
		2	15	11	4.19%	3.02	1/1	3.02
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1	15	3	2.22%	4.57	1/1	4.57
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรไนจุดเช็คความแข็ง (Dimension check& Hardness cheek point grinding)	2	10	8	4.42%	8.84	1/1	8.84
		4	10	8	4.26%	4.95	1/3	1.65

ตารางที่ 4-6 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง)

สถานที่	กระบวนการ	งานย่อย	จำนวนครั้งในการจับเวลา	จำนวนตัวอย่างที่ต้องจับเวลา	ความแม่นยำ	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ความบ่อยต่อวัฏจักร	ค่าเฉลี่ยต่อวัฏจักร (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1	15	6	3.00%	5.52	1/1	5.52
		2	15	6	3.02%	3.97	1/1	3.97
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1	15	3	1.38%	3.92	1/1	3.92
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรไนจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)	2	10	4	3.29%	9.54	1/1	9.54
		4	10	2	2.09%	5.70	1/3	1.90

เมื่อได้ค่าเฉลี่ยเวลาทำงานของงานย่อย ก็ทำการประเมินค่าอัตราความเร็วในการทำงาน กำหนดเวลาเผื่อและคำนวณหาเวลามาตรฐาน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4-7 และ ตารางที่ 4-8 และดูรายละเอียดทั้งหมดของการประเมินค่าอัตราความเร็วในตารางภาคผนวก ข-13 และ ตารางภาคผนวก ข-14 การกำหนดเวลาเผื่อได้ในตารางภาคผนวก ข-15 - ตารางภาคผนวก ข-18

ตารางที่ 4-7 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง)

สถานี	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ประสิทธิภาพเปอร์เซ็นต์ Rating	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	1	5.70	103	42.5	5.87	2.49	8.36
	2	3.02	106	43.5	3.20	1.39	4.59
3	1	4.57	87	42.5	3.98	1.69	5.67
4	2	8.84	97	48.5	8.57	4.16	12.73
	4	1.65	109	34.5	1.80	0.62	2.42

ตารางที่ 4-8 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง)

สถาน	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ประสิทธิภาพเปอร์เซ็นต์ Rating	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	1	5.52	106	42.5	5.85	2.49	8.34
	2	3.97	80	43.5	3.18	1.38	4.56
3	1	3.92	100	42.5	3.92	1.67	5.59
4	2	9.54	89	48.5	8.49	4.12	12.61
	4	1.90	94	34.5	1.79	0.62	2.41

วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน

ผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีงานที่ 1, 3 และ 4 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-9 และตารางที่ 4-10 และทำการหาค่าเฉลี่ยเวลามาตรฐานของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 รุ่น ในแต่ละสถานีงาน ได้ผลดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-9 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (ก่อน-หลังการปรับปรุง)

สถานีงาน	ส่วนของงานย่อย	เวลาทำงานมาตรฐาน (วินาที)		เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	1	12.60	8.36	29.21	24.64
	2	4.92	4.59		
	3	10.73	10.73		
	4	0.96	0.96		
3	1	6.50	5.67	27.17	26.34
	2	7.90	**7.90**		
	3	12.77	**12.77**		
4	1	6.07	**ลดขั้นตอน**	24.95	21.04
	2	10.96	**12.73**		
	3	5.89	**5.89**		
	4	2.03	2.42		

ตารางที่ 4-10 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (ก่อน-หลังการปรับปรุง)

สถานีงาน	ส่วนของงานย่อย	เวลาทำงานมาตรฐาน (วินาที)		เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	1	12.55	8.34	29.19	24.66
	2	4.88	4.56		
	3	10.83	10.83		
	4	0.93	0.93		
3	1	7.95	5.59	27.17	26.36
	2	7.97	7.97		
	3	12.80	12.80		
4	1	6.18	ลดขั้นตอน	25.00	20.96
	2	10.94	12.61		
	3	5.94	5.94		
	4	1.94	2.41		

ตารางที่ 4-11 เวลามาตรฐานเฉลี่ยของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 และ KN410

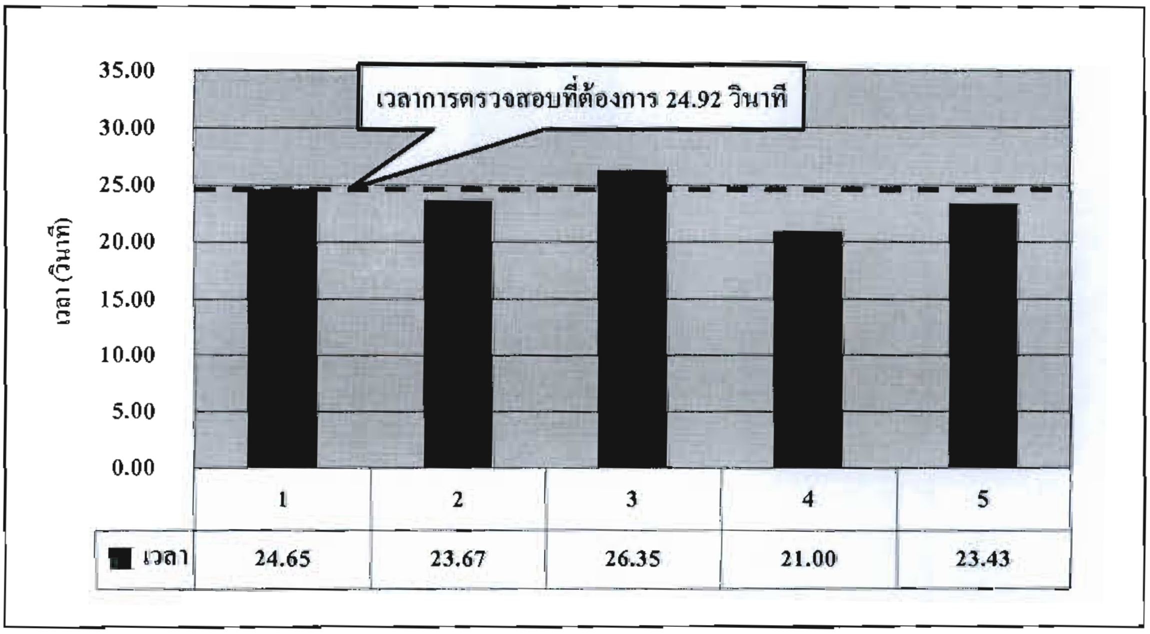
สถานีงาน	กระบวนการ	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1	29.20	24.65
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม	23.67	23.67
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2	27.95	26.35
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง	24.98	21.00
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม	23.43	23.43
ผลรวมเวลามาตรฐานทั้งหมด		129.23	119.10

เมื่อได้รอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีหลังการปรับปรุงแล้ว ก็นำค่า ไปเปรียบเทียบกับแทคไทม์ว่าพนักงานใช้เวลาเกินกว่าแทคไทม์หรือไม่ ดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบระหว่างเวลาทำงานจริงกับเวลาทำงานที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง) (หน่วย: วินาที)

หัวข้อ	สถานีการตรวจสอบ				
	1	2	3	4	5
เวลาการตรวจสอบจริง (หลังการปรับปรุง)	24.65	23.67	26.35	21.00	23.43
เวลาการตรวจสอบที่ต้องการ	24.92	24.92	24.92	24.92	24.92
ผลต่างของเวลา	-0.27	-1.25	1.43	-3.92	-1.49

จากตารางที่ 4-12 สามารถที่จะแสดงในรูปแบบกราฟดังภาพที่ 4-4 เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบที่ชัดเจนระหว่างเวลาการตรวจสอบหลังจากการปรับปรุงในแต่ละสถานีงานกับเป้าหมายเวลาที่ต้องการ ซึ่งจะได้นำไปวิเคราะห์ต่อไป



ภาพที่ 4-18 กราฟเปรียบเทียบเวลาการตรวจสอบกับเวลาที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง)

การสรุปผลข้อมูลเวลามาตรฐานได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4-12 และจากการพิจารณาที่ผลต่างของเวลาการตรวจสอบจริงกับเวลาที่ต้องการ โดยกราฟแท่งแสดงดังภาพที่ 4-18 จะเห็นได้ว่าหลังจากที่ได้ปรับปรุงการทำงาน ที่ 3 สถานีงาน คือ สถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 สถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 และสถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง พบว่าที่สถานีงานที่ 3 ยังมีเวลามาตรฐานที่เกินจากเวลาที่ต้องการ คือ 24.92 วินาที ต้องทำการปรับปรุงโดยพิจารณาแบ่งงานย่อยของสถานีงานที่ 3 ให้สถานีงานอื่นทำเพื่อแก้ปัญหาจุดคอขวดที่ยังเกิดขึ้น

พิจารณาแบ่งงานย่อยให้แต่ละสถานีงานใหม่

หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลเวลามาตรฐาน และพบว่าเวลาการทำงานของสถานีงานที่ 3 ยังเกินจากเวลาที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงได้ทำการพิจารณาร่วมกับหัวหน้างาน พนักงานและผู้เกี่ยวข้องอีกครั้ง ในการแก้ปัญหาดังกล่าว จากการระดมสมองจึงมีความเห็นว่าควรลดขั้นตอนงานย่อยของสถานีงานที่ 3 ในส่วนของการตรวจสอบความหนาของ Flange และ Boss ด้วยเกจ โดยแบ่งไปให้สถานีงานอื่นทำ โดยได้ข้อสรุปและการดำเนินการดังนี้

1. การตรวจสอบความหนาของ Flange และ Boss ด้วยเกจ ที่สถานีงานที่ 3 เป็นกระบวนการตรวจสอบที่ต้องหมุนชิ้นงาน ปัจจุบันตรวจสอบบนจานหมุน พนักงานไม่ต้องออกแรงในการหมุนชิ้นงาน ดังนั้นสถานีที่เหมาะสำหรับขั้นตอนนี้จึงมีเฉพาะ สถานีงานที่ 1 กับสถานีงานที่ 3 ดังนั้น จึงเปลี่ยนการตรวจสอบความหนาด้วยเกจมาตรวจสอบที่สถานีงานที่ 1

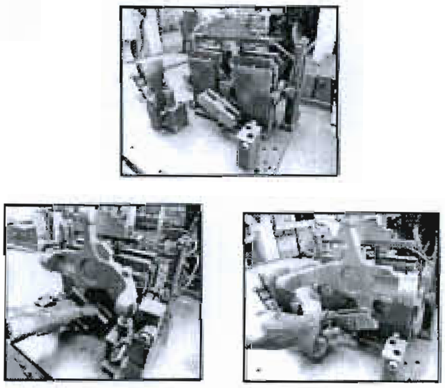
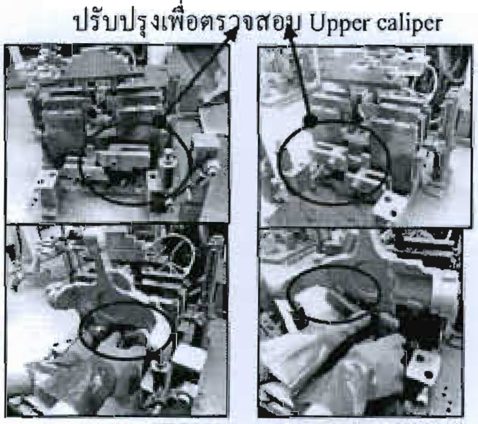
2. เมื่อเปลี่ยนงานย่อยการตรวจสอบความหนาด้วยเกจมาที่สถานีงานที่ 1 จะทำให้เวลามาตรฐานรวมของสถานีงานที่ 1 เกินจากเวลาที่ต้องการ ดังนั้น จึงต้องเปลี่ยนการตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่า และตรวจสอบ Spindle ให้สถานีงานที่ 2 ทำเพราะที่สถานีงานที่ 2 มีการตรวจสอบสภาพผิวภายนอกซึ่งเป็นงานที่ต่อเนื่องกันอยู่แล้ว และการย้ายงานย่อย 2 งานนี้มาตรวจสอบที่สถานีงานที่ 2 มีความเหมาะสมมากกว่าเพราะมีแสงสว่างเพียงพอ ง่ายแก่การตรวจสอบของพนักงาน

3. ถ้าทำการตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่า และตรวจสอบ Spindle ที่สถานีงานที่ 2 จะทำให้เวลามาตรฐานรวมของสถานีงานที่ 2 เกินจากเวลาที่ต้องการ เกิดจุดคอขวดใหม่ขึ้นที่สถานีงานนี้ จึงต้องลดงานย่อยที่ทำอยู่เดิมลง ซึ่งการตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจสามารถปรับปรุงรวมเข้าด้วยกันกับจิ๊กตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานที่สถานีงานที่ 4 ได้ โดยที่เวลาการตรวจสอบของสถานีงานที่ 4 ไม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการตรวจสอบการบิดงอของ Upper

caliper ทำพร้อมกันกับการตรวจสอบ Lower caliper เป็นการทำงานที่มือซ้ายกับขวาเคลื่อนไหวพร้อมกัน การปรับปรุงของสถานีที่ 2 และ สถานีงานที่ 4 แสดงได้ดังภาพที่ 4-5 และภาพที่ 4-6

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- หลังจากตรวจสอบสภาพผิวภายนอก และซ่อมรอยร้าว กรณีพบมาร์คสีเหลืองเสร็จ ก็ตรวจสอบการบิดงอของ Upper Caliper ด้วยเกจ แสดงการตรวจสอบ Upper caliper ด้วยเกจ	- ยกเลิกการตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจที่สถานีงานที่ 2 และปรับปรุงจิ๊กที่สถานีงานที่ 4 ให้สามารถตรวจสอบ Upper caliper ได้

ภาพที่ 4-19 การตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจ ที่สถานีงานที่ 2

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
- การตรวจสอบ Caliper ด้วยจิ๊ก ตรวจสอบเฉพาะ Lower caliper และใช้มือข้างเดียวในการตรวจสอบ  ตรวจสอบ KN409 ตรวจสอบ KN410	- การตรวจสอบ Caliper ด้วยจิ๊ก ตรวจสอบทั้ง Upper และ Lower caliper โดยใช้มือทั้งสองข้างพร้อมกันในการตรวจสอบ  ตรวจสอบ KN409 ตรวจสอบ KN410

ภาพที่ 4-20 การตรวจสอบการบิดงอของ Caliper ด้วย Jig ที่สถานีงานที่ 4

เพื่อให้พนักงานทำการตรวจสอบ และปฏิบัติงานถูกต้องตามที่ได้ปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยจึงแก้ไขรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละสถานีของกระบวนการตรวจสอบ โดยสถานีงานที่ต้องแก้ไขรายละเอียดประกอบด้วย

สถานีงานที่ 1 ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1

สถานีงานที่ 2 ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม

สถานีงานที่ 3 ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1

สถานีงานที่ 4 ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง

รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 4-5 ถึงภาพที่ 4-8 จากนั้นทำการสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด โดยงานย่อยของสถานีงานก่อนการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 4-13 และงานย่อยของสถานีงานหลังการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 4-14

เนื้อหางาน Work content	**หมุดหลัก Linchpin**	**ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools**	**ภาพแสดงขั้นตอน การทำงาน Sketch**
1. การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 1.1 ใช้มือขวาหยิบงาน หลังทำเป็นแม่เหล็กออกจากฐานให้สนามแม่เหล็ก และวางบนจุดตรวจเช็ค (จานหมุน) 1.2 ใช้มือซ้ายหยิบชิ้นงาน วางบนฐานให้สนามแม่เหล็ก 1.3 ใช้มือขวากดสวิตซ์ เพื่อทำชิ้นงานให้เป็นแม่เหล็ก **จุดสิ้นสุด: ยกมือขวาขึ้นหลังจากกดสวิทซ์**	ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3		 **ภาพประกอบที่ 1** **ภาพประกอบที่ 2** **ภาพประกอบที่ 3**

ภาพที่ 4-21 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอน การทำงาน Sketeh
2. การตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน (ด้าน Spindle) ด้วยสายตา และการตรวจสอบความหนาด้วยเกจ 2.1 ใช้มือซ้ายหมุน จานหมุน และตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน 2.2 ใช้มือขวาหยิบเกจและตรวจสอบความหนาของ Flange 2.3 ใช้มือซ้ายหมุน จานหมุน และใช้มือขวาพลิกอีกด้านของเกจและตรวจสอบความหนาของ Boss 2.4 ใช้มือขวาวางเกจลงตรงที่วางข้างจานหมุน **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือขวาจากเกจ**	มีผลต่อความปลอดภัยในรถยนต์ ตรวจสอบความหนาของชิ้นงาน ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7	Pencil Mitsubishi Yellow No.7600 GAG KN405/408-1/ 16HT	 **ภาพประกอบที่ 4** **ภาพประกอบที่ 5** **ภาพประกอบที่ 6** **ภาพประกอบที่ 7**
3. การตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle) 3.1 ใช้มือซ้ายยก Boss ขึ้นเพื่อพลิกเอา spindle ชี้ลงจานหมุนและตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างและด้านข้างของชิ้นงาน 3.2 ใช้มือซ้ายประคองให้ Boss ลงสัมผัสจานหมุน, จากนั้นใช้มือซ้ายดันชิ้นงาน ไปยังสายพานสลายแม่เหล็ก 3.3 กรณีพบรอยร้าว ให้ขีดมาร์คสีเหลือง รอบ ๆ รอยร้าวนั้น ก่อนส่งกระบวนการซ่อมแซม **จุดสิ้นสุด: ดึงมือซ้ายกลับหลังจากดันชิ้นงาน**	มีผลต่อความปลอดภัยในรถยนต์ ภาพประกอบที่ 8 ภาพประกอบที่ 9 ภาพประกอบที่ 10	Pencil Mitsubishi Yellow No.7600	 **ภาพประกอบที่ 8** **ภาพประกอบที่ 9** **ภาพประกอบที่ 10**
4. กดสวิทช์ให้งานไหลลงจากสายพาน 4.1 ใช้มือซ้ายกดสวิทช์ที่ตู้คอนโทรลเพื่อให้งานไหลจากสายพานลงถาดรับงาน **จุดสิ้นสุด: ดึงมือซ้ายกลับจากการกดสวิทช์**	ภาพประกอบที่ 11		 **ภาพประกอบที่ 11**

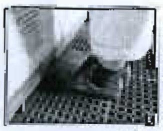
ภาพที่ 4-21 (ต่อ)

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig,Fixture,Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
1. การตรวจสอบสภาพผิวภายนอกด้านล่างของชิ้นงาน 1.1 ใช้มือซ้ายดึงชิ้นงานจากสายพานสลายแม่เหล็ก, หมุนงาน 360° พร้อมกับตรวจสอบรอยร้าวของชิ้นงานด้านข้างและด้านล่าง 1.2 ใช้มือซ้ายพลิกชิ้นงานให้ Spindle ชี้ขึ้น ตรวจสอบดูสภาพผิวของชิ้นงานด้านบน **จุดสิ้นสุด: กำลังจะยื่นมือไปหยิบเกจ**	ภาพประกอบที่ 1 และ 2 ภาพประกอบที่ 3		 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3
2. การตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่า และการตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ 2.1 ใช้มือขวาเขียนมาร์คที่หัว Spindle หลังจากเช็คสภาพ 2.2 ใช้มือขวาเขียนมาร์คที่ Die mark 2.3 กรณีมาร์คหายให้แยกชิ้นงานส่ง QC หรือพบมาร์คอื่นปนในผลิตภัณฑ์ ให้แยกงานออกและแจ้งหัวหน้างาน 2.4 ใช้มือขวาหยิบเกจเช็คความยาว Spindle และวัดความยาว Spindle 2.5 ใช้มือขวาเก็บเกจเข้าที่เดิม 2.6 กรณี Spindle สั้นกว่ามาตรฐาน ให้แยกงานส่ง QC และกรณี Spindle ยาวเกินมาตรฐานให้ซ่อมแซม และตรวจสอบใหม่ 2.7 ใช้มือซ้ายดันชิ้นงานไปยัง กระบวนการถัดไป **จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือซ้ายจากงาน**	ป้องกัน งานมาร์คอื่นปน ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8	GAG KN407/408/409/ 410-3/7HT	 ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7 ภาพประกอบที่ 8

ภาพที่ 4-22 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 2 กระบวนการรอยร้าวครั้งที่ 1 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig,Fixture,Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
3. การซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลือง 3.1 พบมาร์คสีเหลือง (ตรวจพบชิ้นงานร้าวจากกระบวนการตรวจสอบ รอยร้าว) หรือซ่อมแซมเพื่อตกแต่งชิ้นงานให้ได้รูปทรง และขนาด 3.2 ใช้มือขวาหยิบหินเจียร ใช้มือซ้ายเปิดสวิตซ์ เจียรในจุดที่ต้องการ 3.3 ใช้มือขวาวางหินเจียร 3.4 ตรวจสอบสภาพภายนอกหลังการเจียรในเมื่อชิ้นงาน OK ให้ส่งกระบวนการถัดไป ซ่อมแซมไม่ได้ให้ทิ้งถัง NG **จุดสิ้นสุด: ยกมือขวาออกจากหินเจียร**	กรณีตรวจพบชิ้นงานมีรอยร้าวจาก MF-1, MF-2, U-Fill, ครีบสูง, สเกล, อื่น ๆ ที่ Control Plan กำหนด ภาพประกอบที่ 9 ภาพประกอบที่ 10	หินเจียรมือ	 ภาพประกอบที่ 9 ภาพประกอบที่ 10

ภาพที่ 4-22 (ต่อ)

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
1. การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 1.1 ใช้มือซ้ายหยิบงาน หลังทำเป็นแม่เหล็กออกจากฐานให้สนามแม่เหล็ก และวางบนจุดตรวจเช็ค (จานหมุน) 1.2 ใช้มือขวาหยิบชิ้นงานที่ไหลมาจาก Appearance & Repair process วางบนฐานให้สนามแม่เหล็ก 1.3 ใช้เท้าขวาเหยียบสวิตซ์ เพื่อทำชิ้นงานให้เป็นแม่เหล็ก **จุดสิ้นสุด: ยกเท้าขวาออกจากสวิทซ์**	ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3		 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2  ภาพประกอบที่ 3

ภาพที่ 4-23 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
2. การตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา 2.1 ใช้มือซ้ายหมุน จานหมุน, ตรวจสอบรอยร้าวด้านบน และรอบ ๆ ตัวของชิ้นงาน พร้อมกับมาร์คที่ Upper arm 2.2 ใช้มือซ้ายและขวาพลิกชิ้นงานเอา Spindle ชี้ลงจานหมุน และตรวจสอบรอยร้าวด้านล่าง และด้านข้างของชิ้นงานพร้อมกับมาร์คที่ Stopper, ABS, Lower arm และ โคน Spindle ว่าผ่านการตรวจสอบแล้ว 2.3 ใช้มือขวาดันชิ้นงาน ไปยังสายพานสลายแม่เหล็ก 2.4 กรณีพบรอยร้าว ให้ขีดมาร์คสีเหลือง รอบ ๆ รอยร้าวนั้น จุดสิ้นสุด: **ปล่อยมือขวาจากงาน**	**มีผลต่อความปลอดภัยในรถยนต์** ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7	Pencil Mitsubishi Yellow No.7600 Uni-paint marker (Blue)	 **ภาพประกอบที่ 4** **ภาพประกอบที่ 5** **ภาพประกอบที่ 6** ภาพประกอบที่ 7

ภาพที่ 4-23 (ต่อ)

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
1. การตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig Lower arm ด้วยเกจ 1.1 ใช้มือซ้ายและขวา ยกชิ้นงานเข้า Jig (เช็คระยะ Machining) 1.2 ใช้เท้าขวาเหยียบสวิตซ์ เพื่อล็อคชิ้นงาน 1.3 ใช้มือซ้ายบิดเกจ ตรวจสอบ Lower caliper ใช้มือขวาบิดเกจ ตรวจสอบ Upper caliper 1.4 ใช้มือซ้ายบิดเกจ ตรวจสอบ Upper caliper ใช้มือขวาบิดเกจ ตรวจสอบ Lower caliper 1.5 ใช้มือซ้ายดันเกจ ตรวจสอบ Boss 1.6 ใช้มือขวาดันเกจ ตรวจสอบ Upper arm หรือใช้มือซ้ายดันเกจ ตรวจสอบ Upper arm 1.7 ใช้เท้าขวาเหยียบสวิตซ์ เพื่อคลายชิ้นงาน 1.8 ใช้มือซ้ายและขวา ยกชิ้นงานออกจาก Jig และใช้มือซ้ายดันชิ้นงานไปยัง Process grinding จุดสิ้นสุด: ปล่อยมือซ้ายจากงาน	ตรวจสอบงานแคบ หรือกว้างเกินมาตรฐาน ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 สำหรับ KN409 ภาพประกอบที่ 3 สำหรับ KN410 ภาพประกอบที่ 4 สำหรับ KN409, KN410 ภาพประกอบที่ 5 สำหรับ KN409 สำหรับ KN410 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7		 ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 ภาพประกอบที่ 3 ภาพประกอบที่ 4 ภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 ภาพประกอบที่ 7

ภาพที่ 2-24 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

เนื้อหางาน Work content	หมุดหลัก Linchpin	ชื่อเครื่องมือ Jig, Fixture, Tools	ภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน Sketch
2. การเจียรไนจุดเช็คความแข็ง 2.1 ใช้มือซ้ายและมือขวาจับชิ้นงาน 2.2 วางชิ้นงานให้ Boss ชี้ขึ้นด้านบน, แนวแกนของ Spindle ชี้ไปทางขวามือ หรือวางชิ้นงานให้ Boss ชี้ลงด้านล่าง, แนวแกนของ Spindle ชี้ไปทางขวามือ 2.3 ใช้นิ้วมือขวากดบริเวณด้านหลัง Spindle, ดัน Spindle เข้าหาหินเจียรแท่น ใช้มือซ้ายประคองชิ้นงาน 2.4 ใช้มือซ้ายและขวา ยกงานออกจากตำแหน่ง ใช้มือซ้าย ดันชิ้นงานไปยังจุดกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell **จุดสิ้นสุด:** ปล่อยมือซ้ายจากงาน	**มีผลกับการอ่านค่าความแข็งด้วยกล้อง** **ภาพประกอบที่ 8** สำหรับ KN410 สำหรับ KN409 **ภาพประกอบที่ 9** **ภาพประกอบที่ 10**	Grinding M/C	 **ภาพประกอบที่ 8** **ภาพประกอบที่ 9** **ภาพประกอบที่ 10**
3. เดินไปที่จุดเจียรไน และกลับมาที่จุดเดิม 3.1 หลังจากตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig ได้งานจำนวนหนึ่งก็เดินไปยัง Grinding M/C **จุดสิ้นสุด: เตรียมเอื้อมมือไปหยิบชิ้นงาน** 3.2 หลังจากเจียรไนจุดเช็คความแข็งเสร็จ ก็เดินกลับมาที่ จุดตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ **จุดสิ้นสุด: เตรียมเอื้อมมือไปหยิบชิ้นงานที่มาจากสายพาน**			

ภาพที่ 4-24 (ต่อ)

ตารางที่ 4-13 การสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด (ก่อนการปรับปรุง)

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1. ตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่าและตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ 2. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 3. ตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา 4. กดสวิทช์ให้งานไหลลงจากสายพาน
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1. ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก 2. ตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจ 3. ซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลือง
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 2. ตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน (ด้าน Spindle) ด้วยสายตา และตรวจสอบความหนาด้วยเกจ 3. ตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle)
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)	1. ตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ 2. ตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วยจิ๊ก 3. เจียรในจุดเช็คความแข็ง 4. เดินไปที่จุดเจียรใน และกลับมาที่จุดตรวจสอบความกว้าง
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust protection)	1. กดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell 2. ตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope นับจำนวนและป้องกันสนิม 3. เดินไป-กลับ ระหว่างจุดตรวจวัดความแข็งกับจุดกดผลิตภัณฑ์ 4. เดินไป-กลับ เพื่อจัดเรียงงานในถัง

ตารางที่ 4-14 การสรุปงานย่อยของสถานีงานทั้งหมด (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 2. ตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน (ด้าน Spindle) ด้วยสายตา และตรวจสอบความหนาด้วยเกจ 3. ตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน 4. กดสวิทช์ให้งานไหลลงจากสายพาน
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1. ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก 2. ตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่า และการตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ 3. ซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลือง
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	1. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 2. ตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง (Dimension check & Hardness check point grinding)	1. ตรวจสอบเส้น Machining, การบิดงอของ Upper caliper ของชิ้นงานด้วยจิ๊ก 2. เจียรในจุดเช็คความแข็ง 3. เดินไปที่จุดเจียรใน และกลับมาที่จุดตรวจสอบความกว้าง
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม (Hardness check & Rust protection)	1. กดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell 2. ตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope นับจำนวนและป้องกันสนิม 3. เดินไป-กลับ ระหว่างจุดตรวจวัดความแข็งกับจุดกดผลิตภัณฑ์ 4. เดินไป-กลับ เพื่อจัดเรียงงานในถัง

การตรวจสอบผลหลังจากการแบ่งงานย่อยให้สถานีงานใหม่

หลังจากแบ่งงานย่อยใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาใช้เวลาในการตรวจสอบมากของสถานีงานที่ 3 และทำการแก้ไขรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานแล้ว ได้อบรมพนักงานถึงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรับเปลี่ยน พร้อมทั้งบอกถึงวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงในส่วนต่าง ๆ ของแต่ละสถานีงาน เพื่อให้การทำงานของพนักงานแต่ละคนตรงตามวิธีการทำงานที่ถูกต้องตามเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อพนักงานทำงานผ่านไประยะหนึ่งจนคุ้นเคยกับวิธีการที่เปลี่ยนไปแล้ว ได้ศึกษาการทำงานของพนักงานอีกครั้งในสถานีงานที่ทำการปรับเปลี่ยนงานย่อย

คือ สถานีงานที่ 1, 2 และ 3 โดยเลือกจับเวลาเฉพาะงานย่อยที่ได้ทำการปรับปรุง สามารถสรุปงานย่อยที่ต้องจับเวลาใหม่ได้ดังตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 การสรุปงานย่อยของสถานีงานที่ต้องจับเวลา (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1. ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน 2. ตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน (ด้าน Spindle) ด้วยสายตา และตรวจสอบความหนาด้วยเกจ 3. ตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1. ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก 2. ตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่า และการตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	2. ตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา

หลังจากทำการสรุปงานย่อยของแต่ละสถานีงานที่ต้องจับเวลาแล้ว จับเวลาเบื้องต้นที่ 10 ค่า หาจำนวนรอบในการจับเวลา และจับเวลาเพิ่มเติมอีกจำนวนหนึ่งตามความเหมาะสมของแต่ละตัวอย่าง พร้อมคำนวณค่าเฉลี่ย จากนั้นคำนวณค่าความแม่นยำของข้อมูลที่เก็บ สามารถสรุปผลของการจับเวลาในการทำงานได้ดังตารางที่ 4-16 และ ตารางที่ 4-17 และแสดงรายละเอียดการบันทึกเวลาทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409, KN410 ของแต่ละกระบวนการในตารางภาคผนวก ก-18-ตารางภาคผนวก ก-23

ตารางที่ 4-16 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย	จำนวนครั้งในการจับเวลา	จำนวนตัวอย่างที่ต้องจับเวลา	ความแม่นยำ	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ความบ่อยต่อวัฏจักร	ค่าเฉลี่ยต่อวัฏจักร (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1	20	19	4.77%	5.03	1/1	5.03
		2	20	14	4.24%	5.74	1/1	5.74
		3	20	17	4.61%	4.16	1/1	4.16
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	1	20	4	2.25%	6.56	1/1	6.56
		2	20	15	4.36%	5.76	1/1	5.76
4	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	2	20	6	2.60%	9.36	1/1	9.36

ตารางที่ 4-17 สรุปผลการจับเวลาในการทำงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานีที่	กระบวนการ	งานย่อย	จำนวนครั้งในการจับเวลา	จำนวนตัวอย่างที่ต้องจับเวลา	ความแม่นยำ	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ความบ่อยต่อวัฏจักร	ค่าเฉลี่ยต่อวัฏจักร (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 (1st Magnetic flux)	1	20	19	4.79%	4.28	1/1	4.28
		2	20	9	3.31%	5.94	1/1	5.94
		3	20	10	3.52%	5.10	1/1	5.10
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม (Exterior check & Repair)	2	15	5	2.96%	5.37	1/1	5.37
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 (2nd Magnetic flux)	2	15	6	2.04%	9.56	1/1	9.56

เมื่อได้ค่าเฉลี่ยเวลาทำงานของงานย่อย ก็ทำการประเมินค่าอัตราความเร็วในการทำงาน กำหนดเวลาเผื่อและคำนวณหาเวลามาตรฐาน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4-18 และตารางที่ 4-19 และดูรายละเอียดทั้งหมดของการประเมินค่าอัตราความเร็วในตารางภาคผนวก ข-19 และตารางภาคผนวก ข-20 การกำหนดเวลาเผื่อได้ในตารางภาคผนวก ข-21 - ตารางภาคผนวก ข-24

ตารางที่ 4-18 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ประสิทธิภาพเปอร์เซ็นต์ **Rating**	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	1	5.03	89	45.5	4.48	2.04	6.52
	2	5.74	95	41.5	5.45	2.26	7.71
	3	4.16	122	42.5	5.08	2.16	7.24
2	2	5.76	91	41.5	5.24	2.17	7.41
3	2	9.36	120	39.5	11.23	4.44	15.67

ตารางที่ 4-19 สรุปผลการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ประสิทธิภาพเปอร์เซ็นต์ **Rating**	เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อ	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	1	4.28	105	45.5	4.49	2.04	6.53
	2	5.94	91	41.5	5.41	2.25	7.66
	3	5.10	101	42.5	5.15	2.19	7.34
2	2	5.37	96	41.5	5.16	2.14	7.30
3	2	9.56	119	39.5	11.38	4.50	15.88

วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

ผลที่ได้จากการแบ่งงานย่อยใหม่ของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ สถานีงานที่ 1, 2, 3 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-20 และตารางที่ 4-21 และทำการหาค่าเฉลี่ยเวลามาตรฐานของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 รุ่น ในแต่ละสถานีงาน ได้ผลดังตารางที่ 4-22

ตารางที่ 4-20 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานีงาน	ส่วนของงานย่อย	เวลาทำงานมาตรฐาน (วินาที)	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)
1	1	6.52	22.43
	2	7.71	
	3	7.24	
	4	0.96	
2	1	9.51	24.14
	2	7.41	
	3	7.22	
3	1	5.67	21.34
	2	15.67	

ตารางที่ 4-21 เวลามาตรฐานของงานย่อยและเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานีงาน	ส่วนของงานย่อย	เวลาทำงานมาตรฐาน (วินาที)	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)
1	1	6.53	22.46
	2	7.66	
	3	7.34	
	4	0.93	
2	1	9.51	24.07
	2	7.30	
	3	7.26	
3	1	5.59	21.47
	2	15.88	

ตารางที่ 4-22 เวลามาตรฐานเฉลี่ยของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 และ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

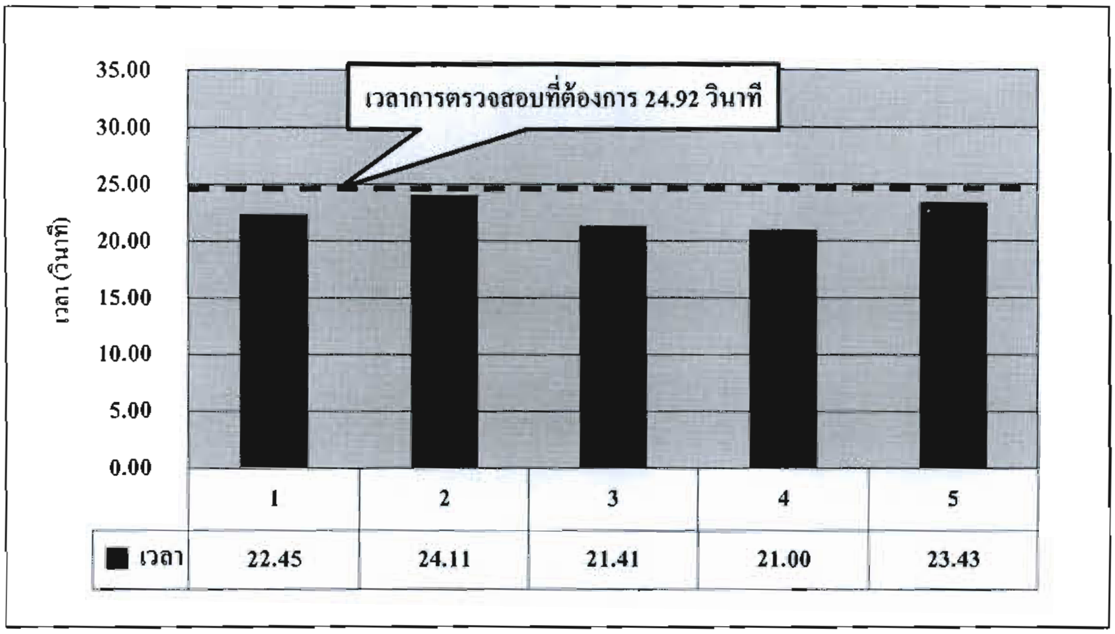
สถานีงาน	กระบวนการ	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)
1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1	22.45
2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม	24.11
3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2	21.41
4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง	21.00
5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม	23.43
	ผลรวมเวลามาตรฐานทั้งหมด	112.40

เมื่อได้รอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีหลังการปรับปรุงแล้ว ก็นำค่า ไปเปรียบเทียบกับแทคไทม์ว่าพนักงานใช้เวลาเกินกว่าแทคไทม์ที่ต้องการหรือไม่ ดังตารางที่ 4-23

ตารางที่ 4-23 เปรียบเทียบระหว่างเวลาทำงานจริงกับเวลาทำงานที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่) (หน่วย: วินาที)

หัวข้อ	สถานีการตรวจสอบ				
	1	2	3	4	5
เวลาการตรวจสอบจริง (หลังการปรับปรุง)	22.45	24.11	21.41	21.00	23.43
เวลาการตรวจสอบที่ต้องการ	24.92	24.92	24.92	24.92	24.92
ผลต่างของเวลา	-2.52	-0.81	-3.51	-3.92	-1.49

จากตารางที่ 4-23 สามารถที่จะแสดงในรูปแบบกราฟดังภาพที่ 4-11 เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบที่ชัดเจนระหว่างเวลาการตรวจสอบหลังจากการปรับปรุงและแบ่งงานย่อยใหม่ในแต่ละสถานีงานกับเป้าหมายเวลาที่ต้องการ



ภาพที่ 4-25 กราฟเปรียบเทียบเวลาการตรวจสอบกับเวลาที่ต้องการ (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่ ทำให้เวลาในการทำงานของแต่ละสถานีงานมีเวลาใกล้เคียงกันมากขึ้น และทุกสถานีงานใช้เวลาในการตรวจสอบไม่เกินจากเวลาที่ต้องการ

คำนวณหาประสิทธิภาพสมดุลของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่ โดยสามารถหาได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพสายการตรวจสอบ} = \frac{\sum \text{เวลาตรวจสอบ} \times 100\%}{n \times \text{เวลาตรวจสอบสูงสุด}}$$

โดยที่ $\sum$ เวลาทำงาน คือ เวลาการตรวจสอบรวมทุกสถานีงาน

n คือ จำนวนสถานีในสายการตรวจสอบ

เวลาตรวจสูงสุด คือ เวลาของสถานีที่ใช้เวลาสูงสุดในสายการตรวจสอบ

$$\text{ประสิทธิภาพสายการตรวจสอบ} = \frac{112.40 \times 100\%}{5 \times 24.11} = 93.24 \text{ เปอร์เซนต์}$$

ผลการปรับปรุง

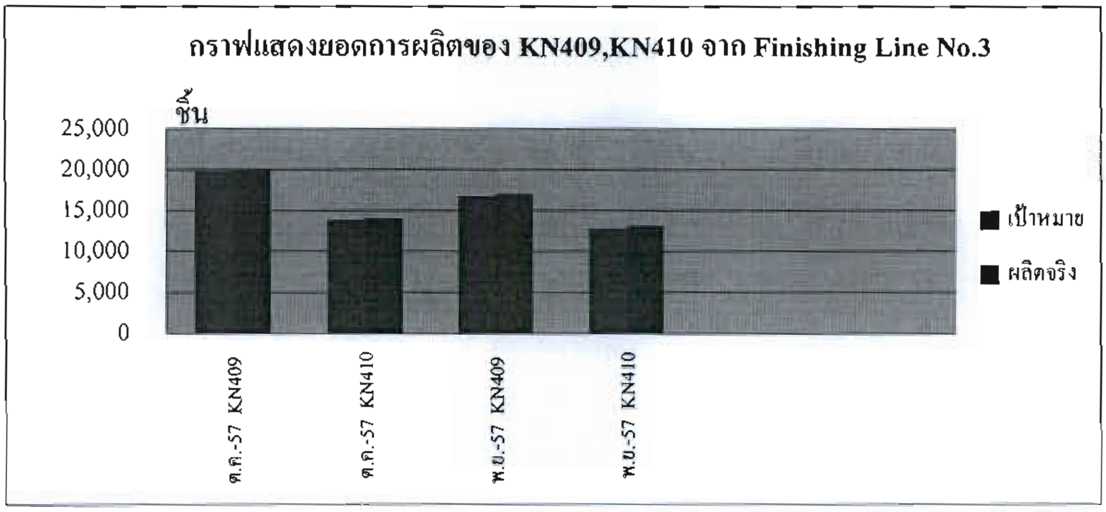
ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้เทคนิคการศึกษาการทำงานในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ซึ่งจากเดิมยังไม่มีเวลามาตรฐานใน

การทำงาน และการทำงานในแต่ละสถานีงานมีความยุ่งยาก สิ่งที่ได้ปรับปรุงไป คือ การปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ ปรับปรุงสถานที่ทำงานเพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้สะดวก จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและแบ่งงานย่อยของสถานีงานต่าง ๆ ใหม่ ทำให้ได้เวลามาตรฐานที่จะไว้อ้างอิงในการทำงานว่าในแต่ละกิจกรรมควรจะทำงานให้ได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการผลิต (Work instruction) ทำให้พนักงานที่ทำงานคนละกะได้มองเห็นภาพการทำงานที่เหมือนกัน การปฏิบัติเป็นในแนวเดียวกัน อีกประการหนึ่งที่โรงงานกรณีศึกษาได้จากการปรับปรุงนั้นก็คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์เพิ่มขึ้น 4.76% จากเดิม 88.48% เป็น 93.24% และยอดการผลิตได้ตามแผนที่ฝ่ายวางแผนการผลิตได้กำหนดไว้ จากภาพที่ 4-11 สถานีงานที่ 2 เป็นจุดกำหนดอัตราการผลิต ซึ่งจะได้ผลผลิตมากกว่าแผนงานที่วางไว้ โดยอัตราการผลิตหาได้ ดังนี้

$$\text{ผลผลิตมาตรฐานหลังการปรับปรุง} = \frac{\text{เวลาทั้งหมดที่มีในการทำงาน}}{\text{เวลามาตรฐานในการผลิตต่อชิ้น}} = \frac{64{,}800}{24.11} = 2{,}687 \text{ ชิ้นต่อวัน}$$

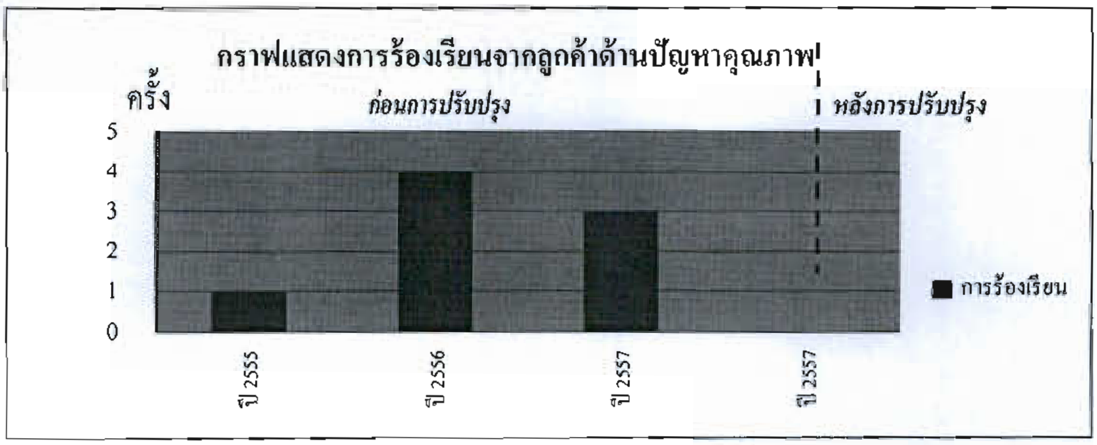
จากผลผลิตมาตรฐานที่ได้ คือ 2,687 ชิ้นต่อวัน ซึ่งมากกว่าแผนงานที่วางไว้ คือ 2,600 ชิ้นต่อวัน บริษัทกรณีศึกษาไม่ต้องให้พนักงานทำงานล่วงเวลาในวันเสาร์และอาทิตย์ ทำให้สามารถลดการเหนื่อยล้าของพนักงานและลดต้นทุนที่ต้องจ่ายในส่วนของค่าล่วงเวลาได้อีกด้วย

ทำการเก็บข้อมูลการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์หลังจากการปรับปรุง และเปรียบเทียบกับแผนที่ฝ่ายวางแผนการผลิตได้กำหนดไว้ พบว่าการผลิตที่สายการตรวจสอบนี้สามารถผลิตได้ตามที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 4-12



ภาพที่ 4-26 กราฟแสดงการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงเดือนธันวาคม 2555 - พฤศจิกายน 2556 ของบริษัทกรณีศึกษา

และเพื่อให้มั่นใจว่าการปรับปรุงไม่ส่งผลกระทบกับคุณภาพของชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบจาก Finishing line no.3 ผู้วิจัยจึงทำการเฝ้าติดตามและรวบรวมข้อมูลทั้งจากสายการตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษา และจากการร้องเรียนของลูกค้า ซึ่งพบว่าการปรับปรุงดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบใด ๆ กับคุณภาพของชิ้นงาน ผลการรวบรวมข้อมูลแสดงดังภาพที่ 4-13



ภาพที่ 4-27 จำนวนครั้งของการร้องเรียนจากลูกค้าเรื่องปัญหาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์หัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ช่วงปี 2555 ถึงปี 2557 ของบริษัทกรณีศึกษา

ในเบื้องต้นทางบริษัทกรณีศึกษาได้แจ้งทางวาจาให้ลูกค้าทราบถึงการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแล้ว และลูกค้าก็ยอมรับในส่วนที่ได้ปรับปรุง และทางบริษัทกรณีศึกษาจะดำเนินการส่งเอกสารให้ลูกค้าอนุมัติในลำดับต่อไป

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้ เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ที่ Finishing line no.3 โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษามี 2 รุ่น คือ KN409 และ KN410 การศึกษาเริ่มจากการศึกษาวิธีการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน พร้อมทั้งหาเวลามาตรฐานในการทำงาน จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาต่าง ๆ ของสายการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ซึ่งมีสถานีงานย่อยอยู่ 5 สถานีงาน พบว่าสถานีงานที่ 1 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1 สถานีงานที่ 3 กระบวนการตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2 สถานีงานที่ 4 กระบวนการตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง ใช้เวลาในการตรวจสอบเกินจากเวลาการตรวจสอบที่ต้องการ คือ 24.92 วินาที ทำให้เกิดจุดคอขวด (Bottle neck) จึงได้ทำการปรับปรุง โดยประยุกต์ใช้เทคนิค IE ซึ่งประกอบด้วย หลักการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ ในการปรับปรุงการทำงาน โดยการออกแบบจิ๊ก อุปกรณ์ในการทำงานใหม่ ให้สะดวกและง่าย ต่อการปฏิบัติงาน ปรับปรุงสถานที่ทำงานและวิธีการปฏิบัติงานให้พนักงานออกแรงและใช้ส่วนของร่างกายน้อยที่สุด ทำให้สามารถลดรอบเวลาในการผลิตลงได้ จากนั้นได้ทำการแบ่งงานย่อยให้แต่ละสถานีงานใหม่ให้เกิดความสมดุลมากขึ้น ผลการปรับปรุงโดยใช้วิธีลดเวลามาตรฐานควบคู่กับการแบ่งงานย่อยสายการตรวจสอบให้สมดุล ทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 21.09% เวลามาตรฐานในการทำงานลดลง 17.43% ทำให้ประสิทธิภาพของสายการตรวจสอบ เพิ่มขึ้นจาก 88.48% เป็น 93.24%

จากการวิเคราะห์ปัญหาและข้อจำกัดของสายการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ของ Finishing line no.3 เมื่อทำการดำเนินการปรับปรุง แก้ไขปัญหาดังกล่าว ตามแนวทางที่ได้นำเสนอในบทที่ 4 พบว่าสามารถปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์รุ่น KN409 และ KN410 ทั้งในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดรอบเวลาการตรวจสอบ ส่งผลให้อัตราผลิตภาพของสายการตรวจสอบสูงขึ้น โดยสามารถสรุปได้ ดังนี้

สรุปผลการดำเนินการศึกษา

ผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ ของ Finishing line no.3 สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. สรุปการปรับปรุงการทำงาน

จากการวิเคราะห์เวลาการทำงานในแต่ละสถานีงานในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่ามีสถานีงานที่จะต้องปรับปรุงหลัก ๆ ก่อน อยู่ 3 สถานีงาน คือ สถานีงานที่ 1 สถานีงานที่ 3 และสถานีงานที่ 4 ซึ่งมีเวลาการทำงานที่เกินจากเวลาทำงานที่ต้องการ คือ 24.92 วินาที ทำให้เป็นจุดคอขวดในการทำงาน โดยสามารถสรุปผลการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 5-1 และสรุปผลเวลามาตรฐานในการตรวจสอบแต่ละสถานีงานดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-1 การสรุปผลการปรับปรุง

สถานีงาน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
สถานีที่ 1	1. เกจที่ใช้วัดความสูง Spindle มีน้ำหนักมาก 0.90 กิโลกรัม ตรวจสอบ 2 ครั้ง จึงตัดสินใจได้ว่างานดีหรือเสีย เสียเวลาในการเล็งขณะตรวจสอบ หยิบใช้งานยาก ไม่มีตำแหน่งวางที่แน่นอน	1. ออกแบบเกจใหม่ให้ตรวจสอบ ครั้งเดียวก็ตัดสินใจได้ว่างานดีหรือเสีย ลดความหนาของเกจจาก 5 เป็น 3 มิลลิเมตร ทำให้น้ำหนักลดลงเหลือ 0.26 กิโลกรัม เกจที่ออกแบบใหม่วางตั้งได้ทำให้หยิบใช้งานสะดวก และทำที่สำหรับวางเกจ
	2. พนักงานหยิบงานมาตรวจสอบยาก เพราะชิ้นงานหล่นทับกันเนื่องจากสายพานกับโต๊ะงานต่างระดับกัน	2. ทำแผ่น Plate รับชิ้นงานทำให้งานไหลลงง่ายไม่ทับกัน
	3. พนักงานเมื่อยล้าจากการใช้แรงมากขึ้นในการยกงานที่หล่นจากแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็ก	3. ออกแบบแท่นทองแดงใหม่ ให้มีส่วนที่ล็อคทำให้ชิ้นงานไม่หล่นจากแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็ก
	4. พนักงานเมื่อยล้าจากการยืนทำงานเป็นเวลานานเนื่องจากต้องทำงานบนพื้นแข็ง 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนสถานีงาน	4. จัดหาแผ่นยางสำหรับให้พนักงานรองยืนเพื่อลดอาการเมื่อยล้า และทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง
	5. พนักงานแต่ละคนมีวิธีการทำงานแตกต่างกัน เนื่องจากไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน	5. จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

สถานงาน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
สถานีที่ 3	6. หยิบเกจวัดความหนาของ Flange และ Boss มาใช้งานลำบาก เนื่องจากไม่มีตำแหน่งวางที่แน่นอน และเกจเป็นแบบแผ่น หยิบยากเมื่อวางแนบกับพื้นโต๊ะ 7. พนักงานต้องหมุนชิ้นงาน สำหรับ KN410 ก่อนยกไปวางที่แท่นทำสนามแม่เหล็ก เนื่องจาก Conveyor กับโต๊ะงาน ต่างระดับกันถ้าวางแบบไม่ต้องหมุนชิ้นงาน ชิ้นงานพลิก และแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กออกแบบให้วาง Upper arm ทางด้านพนักงานได้อย่างเดียว 8. พนักงานเมื่อยล้าจากการใช้แรงมากขึ้นในการยกงานที่หล่นจากแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็ก 9. พนักงานเมื่อยล้าจากการยืนทำงานเป็นเวลานานเนื่องจากต้องทำงานบนพื้นแข็ง 2 ชั่วโมง จึงเปลี่ยนสถานีงาน 10. พนักงานแต่ละคนมีวิธีการทำงานแตกต่างกัน เนื่องจากไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน	6. ทำที่สำหรับวางเกจ ออกแบบเกจใหม่, วางตั้งได้ทำให้หยิบใช้งานง่าย และลดความหนาของเกจจาก 3 เป็น 5 มิลลิเมตร น้ำหนักลดลงจาก 0.18 เป็น 0.11 กิโลกรัม 7. ออกแบบแท่นวางสำหรับทำสนามแม่เหล็กใหม่ทำให้ไม่ต้องหมุนชิ้นงาน และสามารถวาง Upper arm ทางด้านพนักงานหรือด้านตรงข้ามก็ได้ 8. ออกแบบแท่นทองแดงใหม่ ให้มีส่วนที่ล็อคทำให้ชิ้นงานไม่หล่นจากแท่นวางสำหรับทำแม่เหล็ก 9. จัดหาแผ่นยางสำหรับให้พนักงานรอยืนเพื่อลดอาการเมื่อยล้า และทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้งจัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน
สถานีที่ 4	11. พนักงานเมื่อยล้าเนื่องจากทำงาน 2 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง และต้องเอื้อมหยิบหรือใช้ขอเกี่ยวชิ้นงานเนื่องจากโต๊ะวาง ชิ้นงาน ยื่นออกมากีดขวางการยืน และจิ๊กที่ใช้ตรวจสอบเส้น Machining วางอยู่ไกลจากสายพานที่งานออกมา 12. มีขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อนกันเนื่องจากการวัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ ก็มีการตรวจสอบลักษณะเดียวกันที่จิ๊ก 13. พนักงานแต่ละคนมีวิธีการทำงานแตกต่างกัน เนื่องจากไม่มีเอกสารวิธีการปฏิบัติงานตรงที่ปฏิบัติงาน	11. ให้พนักงานทำงาน 1 ชั่วโมง เปลี่ยนสถานีงาน 1 ครั้ง และตัดโต๊ะส่วนที่ยื่นออกมาจากนั้นขยับจิ๊กให้เข้าใกล้กับจุดที่งานออกมาทำให้พนักงานไม่ต้องเอื้อมหยิบหรือใช้ขอเกี่ยวชิ้นงาน 12. ยกเลิกเกจวัดความกว้างของ Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ ใช้การตรวจสอบที่จิ๊กอย่างเดียว เพราะการตรวจสอบด้วยจิ๊กนั้นอ้างอิงการจับยึดที่เครื่องจักรของลูกค้ามีความถูกต้องในการตรวจสอบมากกว่า 13. จัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานและติดไว้ตรงที่ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 5-2 การสรุปผลเวลามาตรฐานในการตรวจสอบแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่

สถานีงาน	กระบวนการ	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
สถานีที่ 1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1	29.20	24.65
สถานีที่ 2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม	23.67	23.67
สถานีที่ 3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2	27.95	26.35
สถานีที่ 4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง	24.98	21.00
สถานีที่ 5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม	23.43	23.43

ซึ่งหลังจากการปรับปรุงพบว่าที่สถานีงานที่ 3 ยังมีเวลามาตรฐานที่เกินจากเวลาที่ต้องการ คือ 24.92 วินาที ต้องทำการปรับปรุงโดยพิจารณาแบ่งงานย่อยของสถานีงานที่ 3 ให้สถานีงานอื่นทำเพื่อแก้ปัญหาจุดคอขวดที่ยังเกิดขึ้น

2. สรุปผลการแบ่งงานย่อยให้แต่ละสถานีงานใหม่

ผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาร่วมกับหัวหน้างาน พนักงานและผู้เกี่ยวข้องอีกครั้ง ในการแก้ปัญหาดังกล่าว จากการระดมสมองจึงมีความเห็นว่าควรลดขั้นตอนงานย่อยของสถานีงานที่ 3 ในส่วนของการตรวจสอบความหนาของ Flange และ Boss ด้วยเกจ โดยแบ่งไปให้สถานีงานที่ 1 ทำ และแบ่งงานย่อยการตรวจสอบ Die mark ด้วยตาเปล่า และตรวจสอบ Spindle ซึ่งเดิมตรวจสอบที่สถานีงานที่ 1 ให้สถานีงานที่ 2 ทำ ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวทำให้ต้องลดขั้นตอนการตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจที่สถานีงานที่ 2 โดยการปรับปรุงจิ๊กที่สถานีงานที่ 4 ให้สามารถตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ได้ ซึ่งไม่ส่งผลกระทบกับเวลามาตรฐานเพราะการตรวจสอบนี้ทำพร้อมกันกับการตรวจสอบ Lower caliper โดยใช้มือพร้อมกันสองข้างนั่นเอง สามารถสรุปผลการปรับปรุงหลังจากแบ่งงานย่อยใหม่ได้ดังตารางที่ 5-3 สรุปผลเวลามาตรฐานในการตรวจสอบแต่ละสถานีงานดังตารางที่ 5-4 และสรุปผลภาพรวมของการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-3 การสรุปผลการปรับปรุงหลังจากแบ่งงานย่อยใหม่

สถานีงาน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
สถานีที่ 2	1. หลังจากตรวจสอบสภาพผิวภายนอกและซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลืองเสร็จ ก็ต้องตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจ	1. ยกเลิกการตรวจสอบการบิดงอของ Upper caliper ด้วยเกจที่สถานีงานที่ 2 และปรับปรุงจิ๊ก ที่สถานีงานที่ 4 ให้สามารถตรวจสอบ Upper caliper ได้
สถานีที่ 4	2. การตรวจสอบ Caliper ด้วยจิ๊กตรวจสอบเฉพาะ Lower caliper และใช้มือข้างเดียวในการตรวจสอบ	2. ตรวจสอบ Caliper ด้วยจิ๊ก โดยตรวจสอบทั้ง Upper และ Lower caliper โดยใช้มือทั้งสองข้างพร้อมกันในการตรวจสอบ

ตารางที่ 5-4 การสรุปผลเวลามาตรฐานในการตรวจสอบแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุงและแบ่งงานย่อยใหม่

สถานีงาน	กระบวนการ	เวลามาตรฐานของสถานี (วินาที)		
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	หลังปรับปรุงและแบ่งงานย่อย
สถานีที่ 1	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 1	29.20	24.65	22.45
สถานีที่ 2	ตรวจสอบสภาพภายนอกและซ่อม	23.67	23.67	24.11
สถานีที่ 3	ตรวจรอยร้าวครั้งที่ 2	27.95	26.35	21.41
สถานีที่ 4	ตรวจสอบขนาดและเจียรในจุดเช็คความแข็ง	24.98	21.00	21.00
สถานีที่ 5	ตรวจความแข็งและป้องกันสนิม	23.43	23.43	23.43

ตารางที่ 5-5 สรุปผลภาพรวมของการปรับปรุง

หัวข้อ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่าง
อัตราการผลิต	2,219 ชิ้นต่อวัน	2,687 ชิ้นต่อวัน	เพิ่มขึ้น 468 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 21.09%
ประสิทธิภาพสายการตรวจสอบ	88.48 เปอร์เซ็นต์	93.24%	เพิ่มขึ้น 4.67%
รอบเวลาการผลิต	29.20 วินาที	24.11 วินาที	ลดลง 5.09 วินาที คิดเป็น 17.43%

ข้อเสนอแนะ

จากผลข้อมูลการวิจัยที่ได้ทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่จริงและทำการปรับปรุงในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่น KN409 และ KN 410 ซึ่งสามารถที่จะเป็นข้อมูลใช้ในการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จหัวต่อแกนล้อหน้ารถยนต์ รุ่นอื่น ๆ ที่กำลังผลิตอยู่ หรือรุ่นใหม่ ๆ ที่กำลังจะมีการผลิตในอนาคตได้ ดังนั้น ทางบริษัทควรที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปขยายผลปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อประโยชน์โดยรวมสูงสุดของทางบริษัท จากการศึกษาสำหรับบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้พบว่าทางบริษัทยังต้องทำการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จอีกหลายสายการตรวจสอบ ปัญหาที่พบในกระบวนการส่วนใหญ่ ผู้ที่เกี่ยวข้องจะแก้ไขตามอาการของปัญหาโดยไม่ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาให้ชัดเจนก่อนทำการแก้ไขปัญหา ทำให้ปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ได้รับการแก้ไขให้ถึงต้นตอของปัญหาที่แท้จริงอีกทั้งผู้ที่รับผิดชอบยังขาดทักษะในการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ผู้ดำเนินการวิจัยจึงได้ให้ข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จดังต่อไปนี้

1. ควรมีการเก็บบันทึกข้อมูลการผลิตที่ชัดเจน และทำการจัดเก็บให้สะดวกในการนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ปัญหาในแต่ละครั้ง

2. ควรศึกษาหาข้อมูลทางด้านสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงให้ดีมากขึ้น

3. ควรจัดทำมาตรฐานในการทำงานที่ชัดเจน เพื่อให้การทำงานแต่ละครั้งเกิดมาตรฐานเดียวกันในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะช่วยลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการได้

4. พนักงานที่จะปฏิบัติงาน ควรได้รับการฝึกอบรมการทำงานนั้น ๆ ก่อนทำการปฏิบัติงานจริง และควรที่จะมีการประเมินความสามารถให้เหมาะสมกับประเภทของงาน

บรรณานุกรม

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. (2539). *การศึกษางาน Work study.* (พิมครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ประกอบเมไตร.

ไกรวิทย์ เศรษฐวนิช. (2546). *Maintenance บริหารอย่างไร เพิ่มผลกำไรให้องค์การ.* กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

จักรกฤษณ์ ฮั่นยะลา. (2552). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา.* ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไชยา วรสิงห์. (2552). *การเพิ่มผลิตภาพการผลิต โดยการศึกษาการทำงาน กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นส่วนและอะไหล่เครื่องจักร.* ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ดนัยนาท นิ่มนวล. (2554). *การปรับปรุงสายการผลิตในกระบวนการผลิต Engine pipe.* ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธนวิชญ์ เพ็งเรือง. (2553). *การเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตเหล็กบานพับฝากระโปรงหลัง.* ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บุษบา พฤกษาพันธ์รัตน์. (2552). *การวางแผนและการควบคุมการผลิต.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป.

โปรดักทิวิที เพรส เดเวลร็อปเมนส์ ทีม. (2545). *งานที่เป็นมาตรฐาน.* (พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และ ยุพา กลอนกลาง, แปล) (2550). กรุงเทพฯ: อี ไอ สแควร์.

รัชวรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). *การศึกษางานอุตสาหรรม Industrial work study.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป.

วันชัย ริจิรวนิช. (2555). *การศึกษาการทำงาน: หลักการและกรณีศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันรัตน์ จันทกิจ. (2548). *17 เครื่องมือนักคิด (ฉบับปรับปรุงใหม่)* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีโน ดีไซน์.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์. (2545). *การศึกษาการทำงาน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกรัฐชัย ยวดยิ่ง. (2555). *การใช้เทคนิคการศึกษางานสำหรับการเพิ่มผลิตภาพการผลิตพาเลทเหล็ก.* ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

จำนวนรอบโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ± 5% ภายใน 95% ของความเชื่อมั่น

R/X	ข้อมูลจากกลุ่ม 5	ข้อมูลจากกลุ่ม 10	R/X	ข้อมูลจากกลุ่ม 5	ข้อมูลจากกลุ่ม 10	R/X	ข้อมูลจากกลุ่ม 5	ข้อมูลจากกลุ่ม 10
0.10	3	2	0.42	52	30	0.74	162	93
0.12	4	2	0.44	57	33	0.76	171	98
0.14	6	3	0.46	63	36	0.78	180	103
0.16	8	4	0.48	68	39	0.80	190	108
0.18	10	6	0.50	74	42	0.82	199	113
0.20	12	7	0.52	80	46	0.84	209	119
0.22	14	8	0.54	86	49	0.86	218	125
0.24	17	10	0.56	93	53	0.88	229	131
0.26	20	11	0.58	100	57	0.90	239	138
0.28	23	13	0.60	107	61	0.92	250	143
0.30	27	15	0.62	114	65	0.94	261	149
0.32	30	17	0.64	121	69	0.96	273	156
0.34	34	20	0.66	129	74	0.98	284	162
0.36	38	22	0.68	137	78	1.00	296	169
0.38	43	24	0.70	145	83			
0.40	47	27	0.72	153	88			

ภาพภาคผนวก ก-1 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ± 5% ภายใน 95% ของความเชื่อมั่น

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีงานที่ 1	วันที่ : 10-04-2557, 25-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า, ตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ, ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว	ผู้ปฏิบัติงาน : วินันท์ ทองดี ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 4.01 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า,การตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	9.37	9.79	8.07	9.60	7.72	8.88	9.45	8.98	10.73	7.82	9.21			1/1	
		9.02	7.87	8.93	8.60	9.93	10.28	9.26	9.74	10.25	9.90					
2	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	3.57	4.04	3.30	3.47	3.22	3.11	3.12	3.29	3.88	3.78	3.57			1/1	
		4.22	3.16	3.43	3.15	3.88	4.05	3.20	4.29	3.90	3.42					
3	การตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา	8.12	7.49	7.49	8.40	8.01	9.02	7.27	7.86	7.95	7.56	8.30			1/1	
		7.27	8.18	7.38	7.18	9.66	9.93	9.28	8.95	9.39	9.68					
4	กดสวิทช์ให้งานไหลลงจากสายพาน	3.70	3.82	4.10	3.80	3.30	3.90	3.75	3.72	3.92	3.60	3.76			1/5	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาคภาคผนวก ก-2 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET			Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 2	วันที่ : 10-04-2557, 25-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :	
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก, ซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์ค สีเหลือง, ตรวจสอบการบิดงอของ Upper Caliper ด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : ประนอม วอนศิริ ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 9.58 ปี	
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี	
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Hand Grind M/C อุปกรณ์ : Gage	

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
1	การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก	6.50	6.91	6.21	7.26	6.55	7.82	6.22	6.78	6.68	5.89	6.56			1/1	
		6.64	6.60	5.99	6.40	5.90										
2	การตรวจสอบการบิดงอของ Upper Caliper ด้วยเกจ	5.63	4.41	5.28	5.24	4.40	5.16	4.38	4.50	4.90	4.55	4.88			1/1	
		4.65	4.44	4.86	5.06	5.68										
3	การซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลือง	9.04	10.11	8.60	11.14	10.48	8.59	8.82	10.18	12.99	9.05	10 63			1/2	
		9.95	14.65	13.89	12.83	9.57	11.62	7.59	10.13	8.15	11.26					
		13.83	11.33	8.45	7.67	8.06	10.41	9.48	11.61	8.16	10.35					
		9.92	13.10	12.89	13.91	8.62	14.43	8.68	10.39	8.24	12.54					
		9.03	8.90	11.08	12.93	9.33	11.00	10.57	13.07	9.44	12.86					
		11.33	8.49	9.57	11.29	7.41	13.12	11.32	12.80	10.76	12.76					

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 3 เป็นงานย่อยแปรผัน	

ภาพภาคผนวก ก-3 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 3	วันที่ : 10-04-2557, 25-04-2557
รุ่น : KN409		เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว, ตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : สุทัศน์ เสนามิ่ง ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 7.58 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	3.83	4.44	3.87	4.53	4.52	4.49	4.28	4.44	4.70	4.57	4.37			1/1	
		4.53	4.38	4.09	4.26	4.56										
2	การตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน(ด้าน Spindle),	5.73	5.21	5.34	4.82	5.83	5.72	5.88	5.99	5.00	6.33	5.69			1/1	
	และการตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	5.90	5.50	6.53	5.05	6.51										
3	การตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน	8.78	8.56	8.98	10.00	8.74	9.32	9.81	9.50	10.22	10.88	9.57			1/1	
	(ด้านตรงข้าม Spindle)	8.93	9.58	9.87	10.48	9.93										

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-4 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET			Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 4	วันที่ : 10-04-2557, 25-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :	
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ, ตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานโดย Jig, เจียรในจุดเช็คความแข็ง	ผู้ปฏิบัติงาน : สาธิต สีใสภา ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 1.83 ปี	
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี	
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Grinding M/C อุปกรณ์ : Fixture, Gage	

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ	3.78 4.08	3.76 4.19	3.52 3.58	3.70 3.90	3.97 3.93	4.52 3.38	3.26 3.52	3 98 3 92	4.47 3.96	3.56 3.20	3.81			1/1	
2	การตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig	7.67 7.66	6.85 8.20	6.26 7.55	6.80 7.73	6.97 7.38	6.93 7.22	7.44 7.15	7 05 7 40	7.06 7.01	7.32 7.08	7.24			1/1	
3	การเจียรในจุดเช็คความแข็ง	3.89 3.80	3.57 4.89	3.86 4.82	3.36 4.22	4.31 3.68	3.98 4.21	3.51 3.88	3.71 3 61	3.79 4.55	4.61 4.05	4.02			1/1	
4	เดินไปที่จุดเจียรใน และกลับมาที่จุดเดิม	5.97	6.15	5.19	6.04	5.19	6.29	6.30	5.84	5.50	5.72	5.82			1/5	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาพภาคผนวก ก-5 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 4 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 5	วันที่ : 10-04-2557, 25-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน :กดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell, ตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope	ผู้ปฏิบัติงาน : องอาจ ดิสุก ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 4.24 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Brinell M/C อุปกรณ์ : Microscope

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell	6.38	7.00	7.48	7.17	7.47	7.38	6.70	6.38	6.38	6.98	6.93			1/1	
2	การตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope	7.54	8.05	7.21	7.59	6.89	6.78	7.57	6.93	6.92	6.97	7.25			1/1	
3	เดินไป-กลับ ระหว่างจุดตรวจวัดความแข็งกับจุดกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell	8.27	9.18	8.50	9.48	8.30	7.93	7.80	9.34	9.50	9.02	8.73			1/5	
4	เดินไป-กลับ เพื่อจัดเรียงงานในถัง	17.56	18.00	16.87	15.77	17.44	19.89	16.44	18.08	17.80	18.58	17.64			1/10	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 3,4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาพภาคผนวก ก-6 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET			Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 1	วันที่ : 11-04-2557, 24-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :	
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า, ตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ, ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว	ผู้ปฏิบัติงาน : องอาจ ดีสุก ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 4.24 ปี	
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี	
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage	

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า,การตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	8.03 8.35	7.69 8.60	8.58 9.34	8.43 7.80	8.64 8.82	8.73	8.57	8.73	7.96	7.60	8.39			1/1	
2	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	3.33 3.29	3.21 3.07	2.98 3.17	3.21 3.36	3.34 3.79	3.81	3.81	3.37	2.87	3.39	3.33			1/1	
3	การตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา	6.85 7.61	7.24 7.23	7.60 8.48	7.76 7.59	7.44 7.26	8.02	7.25	7.92	7.14	6.98	7.49			1/1	
4	กดสวิทซ์ให้งานไหลลงจากสายพาน	3.48	3.60	3.28	3.78	3.42	3.00	3.42	3.64	3.78	3.48	3.49			1/5	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาพภาคผนวก ก-7 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 2	วันที่ : 11-04-2557, 24-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด .
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก, ซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์ค สีเหลือง, ตรวจสอบการบิดงอของ Upper Caliper ด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : องอาจ ดีสุก ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 4.24 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Hand Grind M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก	6.48	7.71	8.21	6.94	6.57	6.76	6.49	6.44	7.26	6.53	6.98			1/1	
		6.83	7.51	7.43	7.06	6.53										
2	การตรวจสอบการบิดงอของ Upper Caliper ด้วยเกจ	4.60	5.88	4.85	4.59	4.65	5.14	4.83	5.24	5.39	4.57	4.90			1/1	
		4.65	4.51	4.75	5.34	4.46										
3	การซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์คสีเหลือง	10.12	10.40	11.40	9.04	9.23	7.58	8.32	11.34	8.77	9.95	9.78			1/2	
		7.96	8.42	11.48	13.04	9.71	7.39	8.88	8.53	8.48	13.58					
		9.70	7.92	10.54	8.27	8.95	9.70	10.92	9.50	8.55	10.14					
		8.29	9.23	7.21	9.15	12.03	8.62	11.86	10.46	7.52	7.77					
		14.72	7.97	10.34	9.81	8.13	14.51	13.78	9.36	12.14	12.08					
		10.68	8.26	9.87	7.98	8.52	9.65	10.77	8.48	9.52	10.34					

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 3 เป็นงานย่อยแปรผัน	

ภาพภาคผนวก ก-8 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No 1 TS No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 3	วันที่ : 11-04-2557, 24-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว, ตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : วินันท์ ทองดี ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 4.01 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	6.26	5.38	5.58	6.00	5.40	5.61	5.34	5.69	5.57	5.28	5.61			1/1	
2	การตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน(ด้าน Spindle), และการตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	6.13	6.08	5.45	5.47	5.57	5.53	5.86	5.50	5.56	5.17	5.63			1/1	
3	การตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle)	8.35	7.80	7.94	7.73	8.57	8.62	8.36	8.21	8.55	7.99	8.21			1/1	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-9 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No
ชื่อผลิตภัณฑ์ . KNUCKLE รุ่น · KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 4	วันที่ : 11-04-2557, 24-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ, ตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานโดย Jig, เจียรในจุดเช็คความแข็ง	ผู้ปฏิบัติงาน : ประนอม วอนศิริ ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 9.58 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Grinding M/C อุปกรณ์ : Fixture, Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ	4 79	4.38	4.58	4.15	4.73	5.15	5 05	4.30	4.37	5.27	4.68			1/1	
2	การตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig	7.17	7.02	7.35	7.95	7.13	7.70	7 85	7.30	7.70	7.19	7.44			1/1	
3	การเจียรในจุดเช็คความแข็ง	4.22	3.92	3.93	4.86	4.59	4.24	4.61	4.62	4.22	4.25	4.35			1/1	
4	เดินไปที่จุดเจียรใน และกลับมาที่จุดเดิม	7.79	6.78	6.92	7.59	7.32	6.51	7.62	6.54	6.47	7.75	7.13			1/5	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาพภาคผนวก ก-10 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 4 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 5	วันที่ : 11-04-2557, 24-04-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน :กดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell, ตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope	ผู้ปฏิบัติงาน : องอาจ ดีสุก ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 4.24 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Brinell M/C อุปกรณ์ : Microscope

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell	6.33	6.46	6.16	5.94	6.12	5.82	6.14	6.39	6.91	6.81	6.31			1/1	
2	การตรวจวัดความแข็งด้วยกล้อง Microscope	5.35	5.56	6.08	6.05	6.44	6.53	5.82	6.18	6.38	5.65	6.00			1/1	
3	เดินไป-กลับ ระหว่างจุดตรวจวัดความแข็งกับจุดกดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Brinell	7.50	8.37	7.82	8.29	8.21	8.02	8.63	7.28	8.15	7.34	7.96			1/5	
4	เดินไป-กลับ เพื่อจัดเรียงงานในถัง	23.80	19.50	23.89	19.64	24.78	23.95	19.72	23.58	19.77	22.86	22.15			1/10	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 3,4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาพภาคผนวก ก-11 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 5 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (ก่อนการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีงานที่ 1	วันที่ : 21-10-2557, 23-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า, ตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ, ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว	ผู้ปฏิบัติงาน : นายสุทัศน์ เสนามิ่ง ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 7.58 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า,การตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	6.57 5.80	5.34 5.67	5.32 5.24	5.46 6.04	6.02 5.97	5.34	5.90	5.67	5.17	6.03	5.70			1/1	
2	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	3.43 2.89	2.86 2.90	3.57 2.93	2.83 2.79	3.04 2.74	2.77	3.22	2.89	2.91	3.55	3.02			1/1	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-12 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 3	วันที่ : 21-10-2557, 23-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว, ตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : นายนิพนธ์ นนขุนทด ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 1.55 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	4.34	4.64	4.61	4.62	4.77	4.61	4.46	4 74	4.38	4.81	4 57			1/1	
		4.55	4.84	4.33	4.43	4.36										

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ : - งานย่อย 1 เป็นงานย่อยประจำ	รายละเอียดอื่น ๆ :

ภาพภาคผนวก ก-13 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 4	วันที่ : 21-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ, ตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานโดย Jig, เจียรในจุดเช็คความแข็ง	ผู้ปฏิบัติงาน : นายสุริยา สดรัมย์ ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 6.21 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Grinding M/C อุปกรณ์ : Fixture, Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2	การตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig	9.59	9.14	8.22	8.56	7.69	9.41	8.92	9.50	8.97	8.38	8.84			1/1	
4	เดินไปที่จุดเจียรใน และกลับมาที่จุดเดิม	4.28	5.01	5.33	4.62	5.16	5.29	5.06	5.01	4.84	4.89	4.95			1/3	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 2 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาพภาคผนวก ก-14 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 4 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีงานที่ 1	วันที่ : 22-10-2557, 25-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า, ตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ, ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว	ผู้ปฏิบัติงาน : นายสุริยา สดรันย์ ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 6.21 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า,การตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	5.58 6.06	5.76 5.49	5.29 5.34	5.22 5.23	5.42 6.30	5.55	5.06	5.21	5.69	5.56	5.52			1/1	
2	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	3.87 4.35	3.68 3.98	3.67 3.72	4.04 4.20	4.06 4.07	3.71	3.78	3.89	4.31	4.20	3.97			1/1	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-15 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 3	วันที่ : 22-10-2557, 25-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว, ตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : นายสนอง ประทุมทอง ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 2.08 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	4.06	3.99	4.12	4.00	4.09	3.68	3.62	3.84	3.75	3.96	3.92			1/1	
		4.01	4.00	4.01	3.75	3.99										

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-16 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 4	วันที่ : 22-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบความกว้าง Upper arm และ Lower arm ด้วยเกจ, ตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานโดย Jig, เขียนในจุดเช็คความแข็ง	ผู้ปฏิบัติงาน : นายสุทัศน์ เสนามิ่ง ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 7.58 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Grinding M/C อุปกรณ์ : Fixture, Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2	การตรวจสอบเส้น Machining ของชิ้นงานด้วย Jig	9.96	9.19	8.73	10.26	9.27	9.97	9.02	8.89	10.20	9.93	9.54			1/1	
4	เดินไปที่จุดเขียน และกลับมาที่จุดเดิม	6.00	5.67	5.42	5.55	5.97	5.48	5.75	5.67	5.98	5.53	5.70			1/3	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 2 เป็นงานย่อยประจำ งานย่อยที่ 4 เป็นงานย่อยครั้งคราว	

ภาพภาคผนวก ก-17 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 4 ของ**ผลิตภัณฑ์ KN4**10 (หลังการปรับปรุง)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีงานที่ 1	วันที่ : 22-10-2557, 25-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว, ตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : นายนิพนธ์ นนขุนทด ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 1.55 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	4.71	4.98	4.73	4.37	5.11	5.05	4.20	5.71	5.90	4.97	5.03			1/1	
		4.58	4.34	5.08	5.94	5.77	4.43	5.57	5.06	5.16	4.92					
2	การตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน(ด้าน Spindle), และการตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	4.98	5.76	6.09	4.32	4.67	5.86	5.82	5.91	5.32	5.65	5.74			1/1	
		5.63	5.55	5.55	6.11	5.85	5.83	5.55	7.13	6.66	6.53					
3	การตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle)	3.95	4.12	3.80	4.00	3.84	4.16	4.80	4.34	3.51	3.76	4.16			1/1	
		4.13	3.98	4.08	3.79	4.75	4.48	4.73	4.54	4.93	3.58					

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-18 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 2	วันที่ : 22-10-2557, 25-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก, ซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์ค สีเหลือง, ตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : นายดำรงรักษ์ กั้นกลาง ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 14.25 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Hand Grind M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2	การตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า และการตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	6.98 6.01	6.34 5.30	5.24 4.87	6.55 5.95	5.22 5.58	5.12 6.29	5.20 6.47	5.37 6.09	5.56 5.08	5.73 6.22	5.67			1/1	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 2 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-19 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN409	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 3	วันที่ : 21-10-2557, 23-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว	ผู้ปฏิบัติงาน : นายนิพนธ์ นนขุนทด ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 1.55 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2	การตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา	9.59	9.17	10.21	9.17	8.69	10.77	10.00	9.38	10.36	9.95	9.36			1/1	
		9.81	8.84	8.98	9.00	9.18	9.17	8.56	8.54	8.69	9.13					

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 2 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-20 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีงานที่ 1	วันที่ : 22-10-2557, 25-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว, ตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : นายสุทัศน์ เสนามิ่ง ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 7.58 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	การทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน	4.50 4.46	5.50 5.20	4.36 3.85	4.06 3.89	4.15 4.46	4.35 3.82	4.12 4.34	4.07 4.22	4.07 4.11	4.21 3.84	4.28			1/1	
2	การตรวจสอบรอยร้าวด้านบนของชิ้นงาน(ด้าน Spindle), และการตรวจสอบความหนาด้วยเกจ	6.09 6.18	6.11 5.59	5.78 5.33	6.41 6.57	5.56 7.08	6.00 6.10	6.01 6.07	5.58 5.87	5.52 5.26	5.60 6.10	5.94			1/1	
3	การตรวจสอบรอยร้าวด้านล่างของชิ้นงาน (ด้านตรงข้าม Spindle)	4.59 5.00	4.89 5.25	5.26 5.42	4.53 4.94	4.48 4.32	5.01 5.03	5.82 5.22	4.92 5.39	5.85 5.32	5.31 5.39	5.10			1/1	

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 1,2,3 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-21 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET			Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 2	วันที่ : 22-10-2557, 25-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :	
ขนาดการผลิต : แผนก : Heat Treatment	ขั้นตอน : ตรวจสอบสภาพผิวภายนอก, ซ่อมรอยร้าวกรณีพบมาร์ค สีเหลือง, ตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	ผู้ปฏิบัติงาน : นายสุริยา สดรัมย์ ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 6.21 ปี	
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังษี	
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : Hand Grind M/C อุปกรณ์ : Gage	

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2	การตรวจสอบ Die Mark ด้วยตาเปล่า	5.81	4.92	4.65	4.65	4.88	6.06	6.16	5.73	5.54	6.12	5.37			1/1	
	และการตรวจสอบ Spindle ด้วยเกจ	5.27	5.30	4.98	5.11	5.35										

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 2 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-22 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 2 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page No. 1 TS. No.
ชื่อผลิตภัณฑ์ : KNUCKLE รุ่น : KN410	กระบวนการ : การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จสถานีที่ 3	วันที่ : 21-10-2557, 23-10-2557 เวลาเริ่ม : เวลาสิ้นสุด :
ขนาดการผลิต : แผนก . Heat Treatment	ขั้นตอน : ทำสนามแม่เหล็กและราดน้ำยา MF ที่ชิ้นงาน, ตรวจสอบรอยร้าว	ผู้ปฏิบัติงาน : นายดำรงรักษ์ กั้นกลาง ☑ ชาย ☐ หญิง อายุงาน 14.25 ปี
สายการผลิต : Finishing Line No.3	วิธีการ : ☑ ปัจจุบัน ☐ ปรับปรุง	ผู้จับเวลา : นายสุวรรณะ ใจรังมี
รายงานสถานที่ทำงาน : อากาศร้อน, มีเสียงดังจากเครื่อง press, มีฝุ่นละออง		เครื่องจักร : MF M/C อุปกรณ์ : Gage

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ (วินาที)										Avg.	Rating	N.T. Per Occasion	Frequency Per Cycle	N.T. Per Cycle
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2	การตรวจสอบรอยร้าวด้วยสายตา	10.48	9.16	10.00	10.70	9.43	9.29	9.28	9.08	9.52	9.54	9.56			1/1	
		9.44	9.27	9.51	9.63	9.00										

รูปภาพ/Sketch/หมายเหตุ :	รายละเอียดอื่น ๆ :
- งานย่อย 2 เป็นงานย่อยประจำ	

ภาพภาคผนวก ก-23 รายละเอียดการบันทึกเวลาสถานีงานที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

ภาคผนวก ข
การประเมินค่าอัตราความเร็วและค่าเวลาเผื่อ

การประเมินค่าอัตราความเร็ว (Determining rating factor)

การประเมินค่าอัตราความเร็ว เป็นการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนงานกับอัตราการทำงานมาตรฐาน ในสายตาของผู้ศึกษาแล้วกำหนดว่าควรมีค่าเป็นเท่าใด โดยในที่นี้จะประเมินค่าอัตราความเร็วตามวิธี Westinghouse system of rating ซึ่งคิดขึ้นโดย บริษัท Westinghouse ดังนี้

ตารางภาคผนวก ข-1 มาตรฐานการประเมินค่าอัตราความเร็ว Westinghouse (4 Factors system)

ความชำนาญ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
+0.15	A1	ชำนาญมาก	+0.13	A1	มีมากเหลือเกิน
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	ดีเลิศ	+0.10	B1	ดีเลิศ
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	ดี	+0.05	C1	ดี
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.05	E1	พอใช้	-0.04	E1	พอใช้
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	ต้องปรับปรุง	-0.12	F1	ต้องปรับปรุง
-0.22	F2		-0.17	F2	
สภาพแวดล้อม (Condition)			**ความสม่ำเสมอ (Consistency)**		
+0.06	A	จินตภาพ	+0.04	A	สมบูรณ์
+0.04	B	ดีเลิศ	+0.03	B	ดีเลิศ
+0.02	C	ดี	+0.01	C	ดี
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.03	E	พอใช้	-0.02	E	พอใช้
-0.07	F	ต้องปรับปรุง	-0.04	F	ต้องปรับปรุง

จากตารางมาตรฐานการประเมินค่าอัตราความเร็ว (Determining rating factor) ตามระบบ Westinghouse สามารถประเมินอัตราความเร็วได้ ดังนี้

ตารางภาคผนวก ข-2 ผลการประเมินค่าอัตราความเร็วของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409

สถานี	งานย่อย	ความชำนาญ	ความพยายาม	สภาพแวดล้อม	ความสม่ำเสมอ	ผลรวม	% Rating
1	1	0.03	-0.04	-0.03	0.00	-0.04	96
	2	0.00	0.05	-0.07	-0.02	-0.04	96
	3	0.00	-0.04	0.00	-0.04	-0.08	92
	4	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.05	95
2	1	0.03	0.00	0.00	-0.02	0.01	101
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
	3	0.03	0.00	-0.03	-0.04	-0.04	96
3	1	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	103
	2	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	98
	3	0.00	0.00	-0.03	-0.02	-0.05	95
4	1	0.03	0.08	-0.03	0.03	0.11	111
	2	0.03	0.05	-0.07	0.01	0.02	102
	3	0.03	0.05	-0.03	0.00	0.05	105
	4	0.13	0.13	0.00	0.04	0.30	130
5	1	0.00	0.02	-0.07	-0.02	-0.07	93
	2	-0.05	0.02	-0.03	-0.02	-0.08	92
	3	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	98
	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100

ตารางภาคผนวก ข-3 ผลการประเมินค่าอัตราความเร็วของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410

สถานี	งานย่อย	ความชำนาญ	ความพยายาม	สภาพแวดล้อม	ความสม่ำเสมอ	ผลรวม	% Rating
1	1	0.03	0.02	-0.03	0.03	0.05	105
	2	0.00	0.08	-0.07	0.01	0.02	102
	3	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	103
	4	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	98
2	1	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.05	95
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
	3	0.00	0.05	-0.03	0.03	0.05	105
3	1	0.03	0.00	-0.03	-0.02	-0.02	98
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100
	3	0.03	0.05	0.00	0.03	0.11	111
4	1	0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.08	92
	2	0.03	0.02	-0.07	0.01	-0.01	99
	3	0.03	0.00	-0.03	-0.02	-0.02	98
	4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	101
5	1	0.03	0.05	-0.07	0.01	0.02	102
	2	0.06	0.05	-0.03	0.03	0.11	111
	3	0.00	0.05	0.00	0.04	0.09	109
	4	0.00	-0.17	0.00	-0.04	-0.21	79

การกำหนดค่าเวลาเผื่อ (Allowance)

รัชวรรณ กาญจนปัญญาคม (2552) เวลาปกติหรือ Normal time ที่หามาเป็นเวลาการทำงานเพียงอย่างเดียว แต่การทำงานต้องมีการหยุดพักผ่อน หรือเกิดการล่าช้าบ้างในกรณีต่าง ๆ เวลาเผื่อ (Allowance) เป็นเวลาที่เพิ่มเข้าไปนอกเหนือจากเวลาปกติ เพื่อให้คนงานมีโอกาสฟื้นตัวจากสภาพทางร่างกายและจิตใจ ขณะทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมอันหนึ่ง และให้คนงานมีเวลาเข้าห้องน้ำ ทำธุระส่วนตัว ซึ่งเวลาเผื่อนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละงาน

ค่าเผื่อแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามที่องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International labor office: ILO) ได้กำหนดไว้ คือ เวลาเผื่อกิจส่วนตัว เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. เวลาเผื่อสำหรับกิจส่วนตัว กำหนดไว้เท่ากับ 5% ของเวลาทำงาน
2. เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

2.1 เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าพื้นฐาน กำหนดไว้เท่ากับ 4% ของเวลาทำงาน

2.2 เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยน ซึ่งพิจารณาตามวิธีการของ ILO มี 3 ลักษณะดังนี้

2.2.1 ความเครียดทางร่างกายจากลักษณะงาน

แรงกระทำเฉลี่ย แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.2.1.1 ความกดดันปานกลาง

1) ขณะเริ่มยกหรือผลักของ

2) ตักของ แกว่งค้อน และการเคลื่อนที่อื่น ๆ อย่างมีจังหวะ

2.2.1.2 ความกดต่ำ

1) เมื่อน้ำหนักของร่างกายถ่ายเททำให้เกิดแรง เช่น เหยียบคันเร่งน้ำมัน กดวัสดุโดยมีร่างกายอยู่บนวัตถุนั้น

2) ยกหรือหิ้วของวางไว้บนบ่า มือและแขนไม่ต้องทำอะไร หรือหิ้วของเดินอย่างสบาย

2.2.1.3 ความกดสูง

1) ขณะเริ่มยกของ

2) ออกแรงจนต้องใช้กล้ามเนื้อของนิ้วและมือ

3) ยกหรือหิ้วของในท่าที่ไม่สะดวก

4) ทำงานในภาวะร้อนเกินไป เช่น โรงรีดเหล็ก

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

ยกและหิ้วของหนัก 16.1 ปอนด์ (3.43 วินาที) และทำงานอื่น (17.19 วินาที) ในตัวอย่างนี้ ถ้าจะประยุกต์เวลาเพื่อการพักผ่อนเข้าตลอด 20.62 วินาที แรงกระทำเฉลี่ยหาได้ ดังนี้

$$\frac{16.1 \times 3.43}{20.62} + \frac{0 \times 17.19}{20.62} = 2.7 \text{ ปอนด์}$$

ตารางภาคผนวก ข-4 ความกดดันปานกลาง: คะแนนแรงกระทำเฉลี่ย

ปอนด์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	3	6	8	10	12	14
10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
20	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33
30	34	35	36	37	38	39	39	40	41	41
40	42	43	44	45	46	46	47	48	48	50
50	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56
60	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64
70	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71
80	72	72	72	73	73	74	74	75	76	76
90	77	78	79	79	80	80	81	82	82	83
100	84	85	86	86	87	88	88	88	89	90
110	91	92	93	94	95	95	96	96	97	97
120	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100
130	101	101	102	102	103	104	105	106	107	108
140	109	109	109	110	110	111	112	112	112	113

ตารางภาคผนวก ข-5 ความกดดันต่ำ: คะแนนแรงกระทำเฉลี่ย

ปอนด์	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
0	0	0	0	0	3	6	7	8	9	10
10	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18
20	19	19	20	21	22	22	23	23	24	25
30	26	26	27	27	28	28	29	30	31	31
40	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37
50	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43
60	43	43	44	44	45	46	46	47	47	48
70	48	49	50	50	50	51	51	52	52	53
80	54	54	54	55	55	56	56	57	58	58
90	58	59	59	60	60	60	61	62	62	63
100	63	63	64	65	65	66	66	66	67	67
110	68	68	68	69	69	70	71	71	71	72
120	72	73	73	73	74	74	75	75	76	76
130	77	77	77	78	78	78	79	80	80	81
140	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85

ตารางภาคผนวก ข-6 ความกดสูง: คะแนนแรงกระทำเฉลี่ย

ปอน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	3	8	11	13	15	17	18
10	20	21	22	24	25	27	28	29	30	32
20	33	34	35	37	38	39	40	41	43	44
30	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55
40	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
50	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
60	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84
70	85	86	87	88	88	89	90	91	92	93
80	94	94	95	96	97	98	99	100	101	101
90	102	103	104	105	105	106	107	108	109	110
100	110	111	112	113	114	115	115	116	117	118
110	119	119	120	121	122	123	124	124	125	126
120	127	128	128	129	130	130	131	132	133	134
130	135	136	136	137	137	138	139	140	141	142
140	142	143	143	144	145	146	147	148	148	149

ท่าทาง	คะแนน
นั่งสบาย	0
นั่งขัด ๆ หรือ ครึ่งนั่งครึ่งยืน	2
ยืนหรือเดินสบาย ๆ ไม่มีน้ำหนัก	4
ขึ้นหรือลงบันได	5
ยืนหรือเดินโดยยกน้ำหนัก	6
ปีนขึ้นหรือไต่บันไดลง หรือกำลังก้ม ยก ขว้าง	8
ยกอย่างลำบาก	10
ก้ม ยก ยืด และขว้างอย่างสม่ำเสมอ	12
ตักถ่านหินโดยนอนในแนวร่อง	16

ความสั่นสะเทือน	คะแนน
ไม่มีความสั่นสะเทือน	0
ตักโลหะเบา	1
ใช้เครื่องเย็บ ใช้เครื่องกดแรง เลื่อยของ	2
ตักของหนัก เจาะด้วยมือข้างเดียว	4
ใช้พลั่วตักของหนัก	6
เจาะด้วยมือสองข้าง	8
เจาะถนนบนคอนกรีต	15

วัฏจักรสั้น

เวลาวัฏจักรเฉลี่ย	คะแนน
0.16-0.17	1
0.15	2
0.13-0.14	3
0.12	4
0.10-0.11	5
0.08-0.09	6
0.07	7
0.06	8
0.05	9
น้อยกว่า 0.05	10

เสื้อผ้า	คะแนน
ไม่มีเครื่องป้องกัน	0
ถุงมือยางบาง	1
ถุงมือยางใช้ล้างของในบ้าน รองเท้ายาง	2
แว่นตากันขณะลับ	3
ถุงมือยางหรือหนังที่ใช้ในอุตสาหกรรม	5
หน้ากาก	8
ชุดใยแก้ว	15
เสื้อผ้าและชุดหายใจใช้ป้องกันเฉพาะ	20

2.2.2 ความเครียดทางจิตใจ

ความตั้งใจ/ วิตกกังวล	คะแนน
ประกอบงานง่าย ๆ ประจำ ตักของด้วยพลั่ว	0
ห่อของประจำ คนงานล้างรถ เข็นรถเข็น	1
ป้อนงานเครื่องกด โดยที่มือห่างจากที่กด เทแบตเตอรี	2
ทาสีผนัง	3
ประกอบงานชุดเล็ก ๆ ทำโดยไม่ต้องใช้ความคิดมาก งานเย็บโดยมีแบบอยู่แล้ว	4
โรงเก็บของมีลูกรอกช่วย การตรวจสอบง่าย ๆ	5
ถอดหรือใส่เครื่องมือในเครื่องกด พ่นสี	6
บวกลบเลข ตรวจละเอียด ส่วนประกอบต่าง ๆ	7
ขัดพื้น	8
เย็บ ห่อช็อกโกแล็ต ประกอบงานที่สลับซับซ้อน ก่อนจะทำเป็นอัตโนมัติ เชื่อมงานที่จับไว้ในแบบ	10
ขับรถในขณะรถติดหรือหมอกลงจัด	15

ความซ้ำซาก	คะแนน
ทำงาน 2 คน ที่เดียวกัน	0
ขัดรองเท้าตัวเองเกินครึ่งชั่วโมง	3
คนทำงานซ้ำ ๆ คนทำงานคนเดียว ต่องานไม่ซ้ำ	5
ตรวจสอบงานประจำ	6
บวกเลขเพิ่มอีกแถวที่เหมือนกัน	8
คนงานทำงานคนเดียวต่องานซ้ำมาก ๆ	10

สายตาเมื่อยล้า	คะแนน
งานโรงงานทั่วไป	0
ตรวจงานที่เห็นจุดบกพร่องชัด แยกสีต่างกันของงาน โดยดูจากสี งานโรงงานที่มีแสงน้อย	2
ตรวจงานทีละครั้งเพื่อหาจุดบกพร่องโดยละเอียด แบ่งชนิดของลูกแอปเปิล	4
อ่านหนังสือพิมพ์ในรถประจำทาง	8
งานเชื่อม (Arc) ใช้หน้ากาก ใช้สายตาตรวจสอบต่อเนื่อง	10

เสียง	คะแนน
ทำงานในสำนักงานที่เงียบไม่มีเสียงกวน โรงงานประกอบเล็ก	0
สถานที่ที่มีเสียงจากการจราจรตลอด	1
โรงกลึงเล็ก ๆ โรงประกอบที่มีเสียงรบกวน	2
โรงกลึงไม้	4
งานรีดเหล็ก	5
งานหมุดย้ำ อุตสาหกรรมต่อเรือ	9
งานขุดเจาะถนน	10

2.2.3 ความเครียดทางร่างกายหรือจิตใจจากภาวะแวดล้อมการทำงาน

อุณหภูมิและความชื้น

ตารางภาคผนวก ข-7 อุณหภูมิและความชื้น

ความชื้น (%)	**อุณหภูมิ**		
	สูงถึง 75°F	**76°F ถึง 90°F**	**เกิน 90°F**
สูงถึง 75	0	6-9	12-16
76-85	1-3	8-12	15-26
เกิน 85	4-6	12-17	20-36

การระบายอากาศ	คะแนน
สำนักงาน หรือโรงงานที่มีสภาพเหมือนสำนักงาน	0
โรงงานซึ่งมีการระบายอากาศปานกลางและมีช่องลม	1
โรงงานที่มีแต่ช่องลม	3
ทำงานในท่อ	14

ควัน	คะแนน
กลึงชิ้นงานโดยมีน้ำยาหล่อลื่น	0
ทาสี ใช้แก๊สตัด เชื่อมประสาน	1
ควันไอเสีย	5
ทา Cellulose	6
หล่อแบบและเทแบบ	10

ฝุ่น	คะแนน
สำนักงาน งานประกอบเบา ๆ เครื่องกด	0
ขัดพื้น	1
เลื่อยไม้	2
เทขี้เถ้า	4
FINISHING WELD	6

ความสกปรก	คะแนน
งานสำนักงาน งานประกอบทั่วไป	0
งานพิมพ์แบบในสำนักงาน	1
คนเก็บกวาดฝุ่น	2
แก้เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน	4
ขับรถยนต์เก่า ๆ	5
ยกถุงซีเมนต์	7
ทำงานเหมือง ล้างปล่องไฟด้วยแปรง	10

ความเปียกแฉะ	คะแนน
งานในโรงงานทั่วไป	0
คนทำงานภายนอกอาคาร เช่น บุรุษไปรษณีย์	1
ทำงานตลอดในที่ชื้นแฉะ	2
ล้างกำแพง	4
ถือภาชนะที่เปียกตลอด	5
พื้นงานมีน้ำไหลแฉะ	10

ตารางภาคผนวก ข-8 แปลงคะแนน

เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อการพักผ่อนสำหรับคะแนนทั้งหมด										
คะแนน	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

3. เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า พิจารณาเฉพาะความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เท่านั้น

ตารางภาคผนวก ข-9 ผลการกำหนดเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยนของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยน															คะแนนรวม	เปอร์เซ็นต์
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
1	1	3	8	0	2	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	45	21
	2	3	10	0	8	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	46	22
	3	0	4	0	3	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	41	19
	4	0	8	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	26	14
2	1	0	8	0	5	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	47	22
	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
	3	0	4	2	6	5	5	5	0	2	12	1	0	0	0	0	42	20
3	1	8	10	0	6	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	49	23
	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
	3	0	4	0	2	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	40	19
4	1	0	8	0	7	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	47	22
	2	8	10	0	4	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	56	27
	3	0	4	2	7	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	38	18
	4	0	4	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	22	13
5	1	8	8	0	5	5	2	5	0	2	12	1	0	0	0	0	48	23
	2	0	4	0	5	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	43	20
	3	0	4	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	22	13
	4	0	6	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	24	14

ตารางภาคผนวก ข-10 ผลการกำหนดเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยนของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยน															คะแนนรวม	เปอร์เซ็นต์
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
1	1	3	8	0	2	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	45	21
	2	3	10	0	8	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	46	22
	3	0	4	0	3	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	41	19
	4	0	8	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	26	14
2	1	0	8	0	5	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	47	22
	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
	3	0	4	2	6	5	5	5	0	2	12	1	0	0	0	0	42	20
3	1	8	10	0	6	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	49	23
	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
	3	0	4	0	2	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	40	19
4	1	0	8	0	7	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	47	22
	2	8	10	0	4	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	56	27
	3	0	4	2	7	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	38	18
	4	0	4	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	22	13
5	1	8	8	0	5	5	2	5	0	2	12	1	0	0	0	0	48	23
	2	0	4	0	5	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	43	20
	3	0	4	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	22	13
	4	0	6	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	24	14

เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า พิจารณาเฉพาะความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เท่านั้น

รายละเอียดของเวลาล่าช้า

ประชุมตอนเช้าของทุกวัน = 30 นาที

ต้องรอรถโฟร์คลิฟท์มาเทงานใส่ Hopper = 50 นาที

(10 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที)

เวลาในการทำงานทั้งวัน = 640 นาที

(ปกติ 480 นาที, ล่วงเวลา 160 นาที)

เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า = 12.5%

ตารางภาคผนวก ข-11 ผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อแปรเปลี่ยน	เวลาเผื่อความล่าช้า	รวม
		ส่วนตัว	การล้า			
1	1	5	4	21	12.5	42.5
	2	5	4	22	12.5	43.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
	4	5	4	14	12.5	35.5
2	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	20	12.5	41.5
3	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
4	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	27	12.5	48.5
	3	5	4	18	12.5	39.5
	4	5	4	13	12.5	34.5
5	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	**41.5**
	3	5	4	13	12.5	**34.5**
	4	5	4	14	12.5	35.5

ตารางภาคผนวก ข-12 ผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อ	เวลาเผื่อ	รวม
		ส่วนตัว	การล้า	แปรเปลี่ยน	ความล่าช้า	
1	1	5	4	21	12.5	42.5
	2	5	4	22	12.5	43.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
	4	5	4	14	12.5	35.5
2	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	20	12.5	41.5
3	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	19	12.5	40.5
4	1	5	4	22	12.5	43.5
	2	5	4	27	12.5	48.5
	3	5	4	18	12.5	39.5
	4	5	4	13	12.5	34.5
5	1	5	4	23	12.5	44.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	13	12.5	34.5
	4	5	4	14	12.5	35.5

ตารางภาคผนวก ข-13 ผลการประเมินค่าอัตราความเร็วของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง)

สถานี	งานย่อย	ความชำนาญ	ความพยายาม	สภาพแวดล้อม	ความสม่ำเสมอ	ผลรวม	% Rating
1	1	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	103
	2	0.03	0.02	-0.03	0.04	0.06	106
3	1	-0.05	0.00	0.00	-0.08	-0.13	87
4	2	0.00	0.00	-0.03	0.00	-0.03	97
	4	0.06	0.00	0.00	0.03	0.09	109

ตารางภาคผนวก ข-14 ผลการประเมินค่าอัตราความเร็วของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง)

สถานี	งานย่อย	ความชำนาญ	ความพยายาม	สภาพแวดล้อม	ความสม่ำเสมอ	ผลรวม	% Rating
1	1	0.00	0.02	0.00	0.04	0.06	106
	2	-0.05	-0.08	-0.03	-0.04	-0.20	80
3	1	0.00	0.02	0.00	-0.02	0.00	100
4	2	0.00	-0.04	-0.03	-0.04	-0.11	89
	4	0.00	-0.04	0.00	-0.02	-0.06	94

ตารางภาคผนวก ข-15 ผลการกำหนดเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยนของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยน															คะแนนรวม	เปอร์เซ็นต์
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
1	1	0	8	0	5	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	45	21
	2	3	10	0	9	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	47	22
3	1	3	10	0	7	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	45	21
4	2	11	10	0	1	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	56	27
	4	0	4	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	22	13

ตารางภาคผนวก ข-16 ผลการกำหนดเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยนของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยน															คะแนนรวม	เปอร์เซ็นต์
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
1	1	0	8	0	5	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	45	21
	2	3	10	0	9	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	47	22
3	1	3	10	0	7	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	45	21
4	2	11	10	0	1	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	56	27
	4	0	4	0	0	5	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	22	13

ตารางภาคผนวก ข-17 ผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หน่วย = % ของเวลามาตรฐาน) (หลังการปรับปรุง)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อ	เวลาเผื่อ	รวม
		ส่วนตัว	การล้า	แปรเปลี่ยน	ความล่าช้า	
1	1	5	4	21	12.5	42.5
	2	5	4	22	12.5	43.5
3	1	5	4	21	12.5	42.5
4	2	5	4	27	12.5	48.5
	4	5	4	13	12.5	34.5

ตารางภาคผนวก ข-18 ผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน) (หลังการปรับปรุง)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อ	เวลาเผื่อ	รวม
		ส่วนตัว	การล้า	แปรเปลี่ยน	ความล่าช้า	
1	1	5	4	21	12.5	42.5
	2	5	4	22	12.5	43.5
3	1	5	4	21	12.5	42.5
4	2	5	4	27	12.5	48.5
	4	5	4	13	12.5	34.5

ตารางภาคผนวก ข-19 ผลการประเมินค่าอัตราความเร็วของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	ความชำนาญ	ความพยายาม	สภาพแวดล้อม	ความสม่ำเสมอ	ผลรวม	% Rating
1	1	-0.05	-0.02	0.00	-0.04	-0.11	89
	2	0.00	0.00	-0.03	-0.02	-0.05	95
	3	0.06	0.10	0.02	0.04	0.22	122
2	2	-0.05	-0.04	0.02	-0.02	-0.09	91
3	2	0.06	0.08	0.02	0.04	0.20	120

ตารางภาคผนวก ข-20 ผลการประเมินค่าอัตราความเร็วของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	ความชำนาญ	ความพยายาม	สภาพแวดล้อม	ความสม่ำเสมอ	ผลรวม	% Rating
1	1	0.00	0.02	0.00	0.03	0.05	105
	2	0.00	-0.04	-0.03	-0.02	-0.09	91
	3	0.03	-0.04	0.02	0.00	0.01	101
2	2	0.00	-0.04	0.02	-0.02	-0.04	96
3	2	0.06	0.08	0.02	0.03	0.19	119

ตารางภาคผนวก ข-21 ผลการกำหนดเวลาเผื่อสำหรับความ**เมื่อยล้า**แปรเปลี่ยนของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หลังการปรับปรุงและแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยน															คะแนนรวม	เปอร์เซ็นต์
		A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**		
1	1	8	10	0	7	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	50	24
	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
	3	0	4	0	6	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	44	21
2	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
3	2	0	4	0	0	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	38	18

ตารางภาคผนวก ข-22 ผลการกำหนดเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยนของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หลังการปรับปรุงและแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าแปรเปลี่ยน															คะแนนรวม	เปอร์เซ็นต์
		A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**		
1	1	8	10	0	7	5	0	5	0	2	12	1	0	0	0	0	50	24
	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
	3	0	4	0	6	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	44	21
2	2	0	4	0	6	5	5	5	2	2	12	1	0	0	0	0	42	20
3	2	0	4	0	0	5	5	5	4	2	12	1	0	0	0	0	38	18

ตารางภาคผนวก ข-23 ผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN409 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน) (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อ	เวลาเผื่อ	รวม
		ส่วนตัว	การล้า	แปรเปลี่ยน	ความล่าช้า	
1	1	5	4	24	12.5	45.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	21	12.5	42.5
2	2	5	4	20	12.5	41.5
3	2	5	4	18	12.5	39.5

ตารางภาคผนวก ข-24 ผลการกำหนดเวลาเผื่อทั้งหมดของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จ KN410 (หน่วย = เปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐาน) (หลังการปรับปรุง และแบ่งงานย่อยใหม่)

สถานี	งานย่อย	เวลาเผื่อคงที่		เวลาเผื่อ	เวลาเผื่อ	รวม
		ส่วนตัว	การล้า	แปรเปลี่ยน	ความล่าช้า	
1	1	5	4	24	12.5	45.5
	2	5	4	20	12.5	41.5
	3	5	4	21	12.5	42.5
2	2	5	4	20	12.5	41.5
3	2	5	4	18	12.5	39.5