วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2561

การศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวกรณีศึกษากระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ)

วรพนธ์ ชีววรนนท์ตรี[1], ปิยะ รนต์ละออง[2], ณัฐพล บุญรักษ์[3]
[1,2,3]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวโดยมีจุดประสงค์เพื่อหาเวลามาตรฐานของกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) ซึ่งเป็นส่วนงานที่เป็นคอขวดในกระบวนการผลิต และอาศัยหลักการปรับปรุง ECRS เพื่อเสนอแนวทางการทำงานใหม่ที่สามารถลดระยะเวลาการทำงานของกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) ของโรงงานกรณีศึกษา จากการศึกษาพบว่า กระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) มีขั้นตอนกระบวนการทดสอบย่อย 20 ขั้นตอน และจากการหาเวลามาตรฐานโดยใช้วิธีการจับเวลางานย่อยละ 10 วัฏจักรเพื่อใช้คำนวณหาจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมโดยใช้ตาราง Maytag ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความละเอียดแม่นยำ ±5% ผลที่ได้พบว่า มีจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลาทั้ง 20 งานย่อย ไม่เกิน 10 วัฏจักร จากนั้นนำเวลาเฉลี่ยเป็นเวลาตัวแทนที่ได้มาคำนวณหาเวลาเผื่อที่จำเป็นเพื่อกำหนดเวลามาตรฐาน ผลลัพธ์จากการนำหลักการเพิ่มผลผลิต ECRS มาใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาในงานย่อยพบว่า สามารถลดจำนวนงานย่อยก่อนการปรับปรุงจากเดิม 20 งาน เหลือจำนวนงานย่อยหลังการปรับปรุง 16 งาน และสามารถลดเวลามาตรฐานจากเดิม (ก่อนการปรับปรุง) 978.16 วินาที/ชิ้น (ไม่รวมเวลาที่ใช้ทดสอบความดันด้วยเครื่องอัดแรงดันน้ำ) ลงเหลือ 687.25 วินาที/ชิ้น หรือลดลง 290.90 วินาที/ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 30 ของเวลามาตรฐานเดิม

คำสำคัญ : ท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ), การศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว, เวลามาตรฐานการทดสอบความดันระยะสั้น, การปรับปรุงกระบวนการ ECRS, ตาราง Maytag, เวลาเผื่อ

Motion and Time Study: A Case Study on A Short-Time Hydrostatic Failure Pressure Testing Process of Rigid PVC Plain-End Pipes

Woraphon Cheewaworanontree[1], Piya Rontlaong[2], Nattapon Boonrak[3]
[1,2,3]Department of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology
Bansomdejchaopraya Rajabhat University

ABSTRACT

This research work is relevant to the application of motion and time study techniques with two key objectives of the study. The first is to determine standard time of the short-time hydrostatic failure pressure testing process of rigid PVC plain-end pipes which is a bottleneck on the production line in a case study factory. The second is to introduce a practical guideline for a new approach to working that are capable to shorten the cycle time of the testing process on the basis of ECRS four principles. The result of preliminary survey on the hydrostatic failure pressure testing process of the rigid PVC plain-end pipes indicated that operations of the testing process can be divided into 20 sub-tasks. To determine the standard time of the process, counting the timing of sub-tasks was carried out with 10 cycles each in order to use for calculating the optimal number of cycles by using the Maytag table at a 95% confidence level and accuracy of $\pm$5%. The result showed that the optimal number of timing cycles for all of 20 sub-tasks are not greater than 10, thus, the number of timing cycle of all elements were sufficient to satisfy the confidence and accuracy level. The average selected time and time allowances for each sub-tasks were then calculated and adjusted to obtain the individual standard times. The results from using ECRS principle for rendering process improvement have proved very effective in the new work method that not only could reduce the number of sub-tasks from 20 before the improvement to 16 after the improvement done, but also shortens the standard time from 978.16 seconds/piece (excluding the time required for failure pressure test with the hydrostatic pressure machine) down to 687.25 seconds/piece or cut down 290.90 seconds/piece which is 30% of the previous standard time.

Keywords: Rigid PVC Plain-End Pipe; Motion and Time Study, Standard Time; Short-Time Hydrostatic Failure Pressure Test, Process Improvement, ECRS, Maytag Table, Time Allowances

บทนำ

สภาพการแข่งขันทางธุรกิจและอุตสาหกรรมที่สูงขึ้น รวมทั้งการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมในช่วงหลายปีที่ผ่านมาส่งผลให้ผู้ประกอบการต้องเพิ่มความใส่ใจในเรื่องการปรับปรุงผลิตภาพการผลิตและคุณภาพ (productivity and quality) มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการมองภาพของกระบวนการจัดการงานอย่างเป็นระบบ (systematic approach) ซึ่งได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของการปรับปรุงการทำงาน กระบวนการจัดการงานอย่างเป็นระบบไม่เพียงแต่จะช่วยพัฒนาให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต (production cycle time) สั้นลงอีกด้วย

การศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว (time and motion study) เป็นหนึ่งในเทคนิคเชิงระบบซึ่งเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมภาคการผลิตและการบริการซึ่งปัจจุบันได้กลายเป็นที่นิยมใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงและ/หรือออกแบบวิธีการทำงานที่ดีซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตได้ (Hendrich และคณะ, 2008) วัตถุประสงค์ของการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว คือ การระบุหาเนื้องานที่ไม่จำเป็น (unnecessary work contents) เพื่อกำจัดเนื้องานที่ไม่จำเป็นเหล่านี้ออก

Barnes (1980) ได้นิยามความหมายของการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวไว้ว่า การศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวเป็นเทคนิคการศึกษาวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาให้ได้ระบบการทำงานที่พึงประสงค์ด้วยต้นทุนการทำงานที่น้อยที่สุด เพื่อสร้างมาตรฐานระบบและวิธีการทำงาน และสามารถกำหนดเวลามาตรฐานที่ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ในการทำงานที่กำลังศึกษาด้วยอัตราการทำงานปรกติ และเพื่อใช้ฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้สามารถทำงานด้วยวิธีการทำงานที่พัฒนาขึ้น

บริษัทตัวอย่าง ที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นโรงงานผลิตท่อพีวีซีและผลิตภัณฑ์พีวีซีเพื่อจัดส่งจำหน่ายทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ ผลิตภัณฑ์ที่โรงงานแห่งนี้ผลิตประกอบด้วยท่อพีวีซีและอุปกรณ์ข้อต่อท่อพีวีซีที่แบ่งแยกสีตามการใช้งานซึ่งกำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เช่น ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้าสายโทรศัพท์กำหนดเป็นท่อสีเหลืองอ่อน (มอก.216-2520) ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มกำหนดเป็นท่อสีน้ำเงิน (มอก.17-2523) ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมและชลประทานกำหนดเป็นท่อสีเทา (มอก.999-2533) เป็นต้น ลักษณะผลิตภัณฑ์ท่อน้ำพีวีซี (ท่อปลายเรียบ) ที่ผลิตโดยโรงงานกรณีศึกษาแสดงไว้ในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ลักษณะท่อน้ำพีวีซี (ท่อปลายเรียบ)

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อสำรวจปัญหาในระบบการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ส่วนงานที่เป็นคอขวด (bottleneck) ในกระบวนการผลิตคือ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพการทนความดันท่อน้ำพีวีซี (ท่อปลายเรียบ) ซึ่งมักประสบปัญหาเกี่ยวกับระยะเวลาที่ต้องใช้ในการทำงานนานและไม่มีความสม่ำเสมอ กล่าวคือ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพการทนความดัน

ท่อมีกระบวนการทำงานตรวจสอบล่าช้าและไม่มีเวลามาตรฐานในกระบวนการทำงาน จึงทำให้กระบวนการผลิตไม่ได้เป็นไปตามเวลาหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ตามแผนการผลิต อีกทั้งยังมีบางขั้นตอนในกระบวนการทำงานเกิดความสูญเปล่าในการผลิตท่อพีวีซี

จากปัญหาสำคัญข้างต้น หากสามารถแก้ไขปัญหาและปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) และศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงานนี้ได้ ก็จะได้ผลลัพธ์ที่คาดหวังจากการศึกษา คือ การกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานที่สามารถลดเวลาการทำงานในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพการทนความดันท่อน้ำพีวีซีแบบปลายเรียบ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการวางแผนควบคุมการตรวจสอบคุณภาพ การวางแผนกำลังคนให้เหมาะสมกับสายงานมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการตรวจสอบคุณภาพการทนความดันท่อน้ำพีวีซี (ท่อปลายเรียบ) ด้วยการใช้เทคนิคการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อหาเวลามาตรฐานกระบวนการตรวจสอบคุณภาพการทนความดันท่อน้ำพีวีซี (ท่อปลายเรียบ) พร้อมทั้งเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพท่อน้ำพีวีซีแข็งเพื่อใช้เป็นมาตรฐานการทำงาน

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวเพื่อหาเวลามาตรฐานในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพท่อพีวีซีแข็งแบบท่อปลายเรียบสามารถสรุปเป็นแผนผังแสดงขั้นตอนได้ดังภาพที่ 2 โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการศึกษาดังนี้

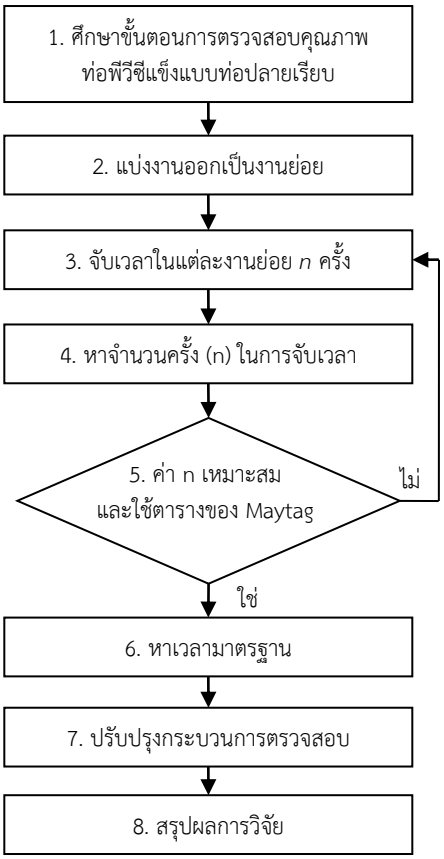
2.1 ศึกษาขั้นตอนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติงานหลัก 6 ขั้นตอน แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ)

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1	เตรียมชิ้นทดสอบ
2	ประกอบชิ้นทดสอบเข้ากับหัวทดสอบ
3	นำชิ้นทดสอบใส่อ่างทดสอบ
4	ควบคุมแรงดัน
5	นำชิ้นทดสอบออกจากอ่างทดสอบ
6	ถอดหัวทดสอบ

2.2 แบ่งงานหลักออกเป็นงานย่อยของขั้นตอนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) จะได้ 20 งานย่อย

2.3 ทำการจับเวลาในแต่ละงานย่อยโดยใช้หลักการจับเวลาโดยตรงแบบวิธีการจับซ้ำ (Repetitive Timing) ถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลามา 10 ค่าและถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาที ให้จับเวลามา 5 ค่า (รัชต์วรรณ, 2552) ในการจับเวลาของกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) ในแต่ละงานย่อยมีเวลาไม่เกิน 2 นาที จึงต้องจับเวลาจำนวน 10 วัฏจักร (ซึ่งหน่วยที่จับเป็นวินาที) แสดงดังตารางที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

2.4 คำนวณหาจำนวนครั้งที่เหมาะสม (n) แล้วเปิดตาราง Maytag เพื่อหาระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล 95% และความผิดพลาดไม่เกิน + 5% ดังแสดงในภาพที่ 3

2.5 หาเวลามาตรฐานในการทำงาน หลังจากได้ข้อมูลจากการคำนวณเวลามาตรฐานที่เหมาะสมแล้ว จึงนำข้อมูลการจับเวลามาทำการหาค่าเวลาตัวแทน (Selected Time: ST) ดังสมการที่ (1)

$$Selected\ Time\ (ST) = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (1)$$

ตารางที่ 2 การจับเวลางานย่อยของขั้นตอนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ)

ขั้นตอนการทดสอบ	ครั้งที่ / งานย่อย	ผลการจับเวลาของงานย่อย (วินาที)										n
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.เตรียมชิ้นทดสอบ	1.หยิบท่อ	10	10	11	10	12	10	11	11	11	12	7
	2.ตัดท่อ	40	38	45	47	42	38	45	39	40	45	8
	3.ลบมุมปลายท่อทั้งสองด้าน	35	42	40	38	36	39	38	40	42	40	6
	4.เป่าลมทำความสะอาดท่อ	15	14	16	15	17	17	16	14	15	17	7
	5.นำเศษท่อที่เหลือจากการตัดไปเก็บ	28	30	33	29	27	29	30	32	28	32	7
	6.นำท่อไปยังจุดประกอบหัวทดสอบ	71	70	60	60	70	60	60	72	70	72	6
2.ประกอบชิ้นทดสอบเข้ากับหัวทดสอบ	7.ทาน้ำยาหล่อลื่น	5	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6
	8.ประกอบหัวทดสอบ	110	98	116	119	119	105	109	119	109	115	7
	9.เคาะหัวทดสอบให้แน่น	50	58	56	56	55	58	52	59	55	56	4
	10.ขันนอต	72	60	60	60	75	60	70	60	60	70	10
3.นำชิ้นทดสอบใส่อ่างทดสอบ	11.เติมน้ำให้เต็มชิ้นทดสอบ	33	32	34	35	32	32	35	30	29	35	6
	12.ประกอบสายทดสอบแรงดันกับชิ้นงานทดสอบ	14	15	15	15	16	17	15	14	17	15	7
4.ควบคุมแรงดัน	13.อัดน้ำใส่ชิ้นงานทดสอบ	25	32	30	30	29	25	29	30	31	30	10
	14.ทดสอบแรงดันน้ำ	3,600 วินาที (เวลาคงที่ของเครื่องจักร)										-
5.นำชิ้นทดสอบออกจากอ่างทดสอบ	15. ถอดสายทดสอบแรงดัน	12	12	14	14	13	14	13	15	15	15	8
	16. เทน้ำออก	22	25	26	24	26	26	25	24	24	26	4
	17. ไปที่จุดประกอบหัวทดสอบ	20	25	20	20	25	25	22	22	24	20	8
6.ถอดหัวทดสอบ	18. ขันนอต	45	42	40	42	44	42	45	40	40	43	2
	19. ถอดหัวทดสอบ	60	60	60	60	73	60	60	70	72	60	7
	20. นำท่อที่ผ่านการทดสอบไปเก็บใส่รถ	5	5	6	5	6	5	5	5	6	5	7

หลังจากนั้นจึงทำการประเมินอัตราเร็วในการทำงาน (Rating Factor: RF) ด้วยการใช้วิธีประเมินการทำงานของ Westinghouse System of Rating โดยอาศัยองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบในการพิจารณา ได้แก่ 1) ความชำนาญ (Skill) 2) ความพยายาม (Effort) 3) สภาพการทำงาน

(Condition) และ 4) ความสม่ำเสมอในการทำงาน (Consistency) โดยสาเหตุที่ใช้วิธีดังกล่าวมาประเมินการทำงานเนื่องจาก องค์ประกอบทั้ง 4 ที่ใช้ประเมิน สามารถสังเกตได้ชัดเจนเมื่อทำการจับเวลา (วัชรินทร์, 2547) จากนั้นทำการเปรียบเทียบอัตราเร็วในการทำงานเทียบกับอัตราเร็วปกติ (100%) ถ้าอัตราความเร็ว (RF) ในการทำงานมีอัตราเร็วกว่าปกติค่า RF จะมีค่าเป็น + (>100%) แต่ถ้าอัตราเร็วในการทำงานช้ากว่าปกติค่า RF จะมีค่าเป็น - (<100%) จากนั้นจึงปรับความเร็วในการทำงาน โดยนำค่า RF คูณเข้าไปกับเวลาตัวแทน (ST) เพื่อปรับเป็นเวลาปกติ (Normal Time: NT) ดังสมการที่ (2)

$$Normal\,Time(NT) = ST \times RF \quad (2)$$

การกำหนดเวลาปกติจากการใช้เวลาตัวแทนด้วยการปรับค่าอัตราความเร็วในการทำงานจะยังถือเป็นเวลามาตรฐานไม่ได้ เนื่องจากยังไม่ได้รวมเวลาเผื่อ (Allowance Time) ในการทำงานเข้าไป ดังนั้นก่อนการหาเวลามาตรฐานในการทำงานจึงต้องหาเวลาเผื่อในการทำงานประกอบด้วย

1. เวลาเผื่อกิจธุระส่วนตัว (Personal Allowance)

2. เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance)

3. เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า (Delay Allowance)

สำหรับการทำงานทั่วไป กำหนดเวลาเผื่อ (Allowance Time: A) ไว้ประมาณ 5% ดังนั้นเมื่อทำการประเมินเวลาเผื่อในการทำงานได้แล้วจะทำการหาเวลามาตรฐานในการทำงาน ดังสมการที่ 3

Standard Time (Std) = NT × (1 + A) (3)

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการคำนวณหาเวลามาตรฐาน

2.6 ปรับปรุงกระบวนการทำงาน หลังจากได้ทำการศึกษาขั้นตอนกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) แล้วจึงได้ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้หลักการเพิ่มผลผลิต ECRS (วัชนะชัย, 2546) ได้แก่ 1) Eliminate (E) เป็นการกำจัดความสูญเปล่า 7 ประเภท (ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลัง ความสูญเสียจากการขนส่ง ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว ความสูญเสียจากกระบวนการผลิต ความสูญเสียจากการรอคอย และความสูญเสียจากการผลิตของเสีย) 2) Combination (C) เป็นการรวมกันเพื่อลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลง โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ 3) Rearrange (R) การจัดใหม่เป็นการจัดขั้นตอนการทำงานใหม่เพื่อลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นหรือการรอคอย และ 4) Simplify (S) การทำให้ง่าย เป็นการปรับปรุงการทำงานให้ง่าย

และสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบเครื่องมือใหม่เข้ามาช่วยในการทำงาน เพื่อให้วิธีการทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น

ผลการวิจัย

ในการศึกษาการทำงานครั้งนี้ได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานในกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) เพื่อหาเวลามาตรฐานในการทำงานและปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น และเวลาที่ใช้การทำงานลดลง โดยมีผลการศึกษาดังนี้

3.1 การศึกษาเวลาการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ)

ในการศึกษาหาเวลามาตรฐานเป็นการศึกษาเฉพาะในส่วนของการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) ด้วยการจับเวลาในแต่ละงานย่อยของกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง งานย่อยละ 10 ครั้ง แล้วหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการจับเวลา ($\mathbf{n}$) โดยทีมวิจัยได้แสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการจับเวลาของงานย่อยที่ 1 โดยมีผลการจับเวลาแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจับเวลาก่อนการปรับปรุง

รอบที่	ผลการจับเวลาของงานย่อย									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ขั้นตอนที่ 1 งานย่อยที่ 1	10	10	11	10	12	10	11	11	11	12

จากตารางที่ 3 เป็นการจับเวลา 10 ครั้งของงานย่อยที่ 1 นำมาคำนวณหาจำนวนครั้งที่เหมาะสม ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ 95% และความละเอียดแม่นยำ +5% โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการจับเวลางานย่อยที่ 1ก่อนโดยทำการจับเวลา 10 ครั้ง (เนื่องจากแต่ละงานย่อยมีการทำงานไม่ถึง 2 นาที จึงจับเวลาจำนวน 10 ครั้ง แต่ถ้างานย่อยมีการทำงานเกิน 2 นาที ให้จับเวลาจำนวน 5 ครั้ง)

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าพิสัย (Range: $\mathbf{R}$) จากค่าสูงสุด (High: $\mathbf{H}$) ลบด้วยค่าต่ำสุด (Low: $\mathbf{L}$)

$\mathbf{R} = \mathbf{H} - \mathbf{L} = 12 - 10 = 2$ วินาที

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าเฉลี่ย $(\bar{\mathbf{x}})$ จากผลรวมของเวลาในงานย่อยของทุก ๆ วัฏจักร

$\bar{\mathbf{x}} = \sum \mathbf{x_i}/\mathbf{n}$ เมื่อ $\mathbf{i} = 1,2,...,10$

$\bar{\mathbf{x}} = 108/10 = 10.8$ วินาที

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่า $\mathbf{R}/\bar{\mathbf{x}}$

$\mathbf{R}/\bar{\mathbf{x}} = 2/10.8 = 0.19$ วินาที

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากได้ค่าคำนวณในขั้นตอนที่ 4 คือ 0.19 แล้วนำค่าที่ได้ไปเปิดตาราง Maytag แสดงดังภาพที่ 4 เพื่อหาจำนวนการจับเวลาที่เหมาะสม (n) เพื่อให้ได้ระดับความเชื่อมั่น 95% และความละเอียดแม่นยำ 5% จะได้จำนวนการจับเวลาที่เหมาะสม 7 วัฏจักร (n=7)

$\frac{R}{\bar{X}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{X}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{X}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม	
	5	10		5	10		5	10
0.1	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	0.8	190	108
0.18	10	6	0.5	74	42	0.82	199	113
0.2	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	0.9	239	138
0.28	23	13	0.6	107	61	0.92	250	143
0.3	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	296	169
0.38	43	24	0.7	145	83			
0.4	47	27	0.72	153	88			

ภาพที่ 4 ตาราง Maytag (รัชต์วรรณ, 2552)

ขั้นตอนที่ 6 สรุปได้ว่าในการจับเวลาจำนวน 10 ครั้งของงานย่อยที่ 1 มีความเพียงพอต่อความต้องการจึงไม่ต้องเก็บข้อมูลเพิ่ม (แต่ถ้าในการจับเวลาไม่เพียงพอก็ต้องให้ไปจับเวลาเพิ่ม)

3.2 จากนั้นจึงทำการประเมินอัตราความเร็วในการทำงาน (Rating Factor: RF) โดยใช้วิธีประเมินการทำงานของ Westinghouse System of Rating

ในที่นี้จะแสดงวิธีการประเมินโดยเลือกขั้นตอนการผลิตที่ 1 (เตรียมชิ้นทดสอบ) และงานย่อยที่ 1 (หยิบท่อ) มาทำการประเมินแสดงดังเป็นตัวอย่าง

Skill	: A2	= +0.13
Effort	: B1	= +0.10
Conditions	: B	= +0.04
Consistency	: B	= +0.03
Total		= +0.30

ค่าที่ได้จากการประเมินมีค่าเป็น + แสดงว่าพนักงานทำงานเร็วกว่าปกติ (วันชัย, 2545) โดยค่า +0.30 จะถูกนำไปรวมกับ 1 ซึ่งจะได้ประสิทธิภาพในการทำงาน = 1.30 หรือ ร้อยละ 1.30 จากนั้นจึงทำการหาค่าเวลาปกติ (Normal Time: **NT**) จากสมการที่ (2) ดังนี้

เวลาปกติ (**NT**) = 10.8 × 1.30
= 14.04 วินาที

3.3 หลังจากทราบเวลาปกติจากการคำนวณขั้นตอนต่อไปจะคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time: **Std**) ดังสมการที่ (3) โดยใช้เวลาเผื่อ (Allowance) เวลาเผื่อที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้ถูกกำหนดโดยประเมินด้วยการใช้ตารางเวลาเผื่อซึ่งประกอบด้วย

เวลาเผื่อสำหรับส่วนบุคคล	=	5%
เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า	=	4%
เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า	=	0%
<u>รวม</u>	=	9%

3.4 การคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานสามารถคำนวณได้จากการนำเอาเวลาปกติมาคำนวณร่วมกับเวลาเผื่อร้อยละ 9 ของเวลาในการผลิตทั้งหมด ซึ่งแสดงตัวอย่างการคำนวณหาเวลามาตรฐานในขั้นตอนการการทดสอบที่ 1 (เตรียมชิ้นทดสอบ) และงานย่อยที่ 1 (หยิบท่อ) ดังนี้

เวลาปกติ	=	14.04 วินาที
เวลาเผื่อทั้งหมด	=	ร้อยละ 9 = 0.09
เวลามาตรฐาน	=	14.04 × (1+0.09)
	=	15.30 วินาที

ส่วนผลการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเวลาตัวแทน (Selected Time) อัตราความเร็วในการทำงาน (Rating Factor) เวลาปกติ (Normal Time) และเวลามาตรฐาน (Standard Time) ของขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมดของกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

3.5 จากผลของการศึกษากระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) พบว่า สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานเสียใหม่โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

งานย่อยที่ 1 (หยิบท่อ): ออกแบบให้พื้นที่เป็นชั้นวาง (rack) สำหรับใช้ในการจัดเก็บท่อพีวีซีที่ผลิตเสร็จเพื่อเตรียมนำมาทำการทดสอบ ให้เป็นสัดส่วนของชนิดท่อ

ตารางที่ 4 เวลามาตรฐานของกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ)

ขั้นตอนการทดสอบ	งานย่อย	S.T.	R.F	N.T	%A	Std.
1. เตรียมชิ้นทดสอบ	1. หยิบท่อ	10.8	+1.3	14.04	9 %	15.30
	2. ตัดท่อ	41.9	+1.3	54.47	9 %	59.37
	3. ลบมุมปลายท่อทั้งสองด้าน	39.0	+1.3	50.7	9 %	55.26
	4. เป่าลมทำความสะอาดท่อ	15.6	+1.3	20.28	9 %	22.10
	5. นำเศษท่อที่เหลือจากการตัดไปเก็บ	29.8	+1.3	38.74	9 %	42.22
	6. นำท่อไปยังจุดประกอบหัวทดสอบ	66.5	+1.3	86.45	9 %	94.23
2. ประกอบชิ้นทดสอบเข้ากับหัวทดสอบ	7. ทาน้ำยาหล่อลื่น	5.6	+1.3	7.28	9 %	7.93
	8. ประกอบหัวทดสอบ	111.9	+1.3	145.47	9 %	158.56
	9. เคาะหัวทดสอบให้แน่น	55.5	+1.3	72.15	9 %	78.64
	10. ขันน็อต	64.7	+1.3	84.11	9 %	91.67
3. นำชิ้นทดสอบใส่อ่างทดสอบ	11. เติมน้ำให้เต็มชิ้นทดสอบ	32.7	+1.3	42.51	9 %	46.33
	12. ประกอบสายทดสอบแรงดันกับชิ้นงานทดสอบ	15.3	+1.3	19.89	9 %	21.68
4. ควบคุมแรงดัน	13. อัดน้ำใส่ชิ้นงานทดสอบ	29.1	+1.3	37.83	9 %	41.2347
	14. ทดสอบแรงดันน้ำ (เวลาคงที่)	3,600 วินาที (ใช้เครื่องอัดแรงดันน้ำทดสอบ)				
5. นำชิ้นทดสอบออกจากอ่างทดสอบ	15. ถอดสายทดสอบแรงดัน	13.7	+1.3	17.81	9 %	19.41
	16. เทน้ำออก	24.8	+1.3	32.24	9 %	35.14
	17. ไปที่จุดประกอบหัวทดสอบ	22.3	+1.3	28.99	9 %	31.59
6. ถอดหัวทดสอบ	18. คลายน็อต	42.3	+1.3	54.99	9 %	59.93
	19. ถอดหัวทดสอบ	63.5	+1.3	82.55	9 %	89.97
	20. นำท่อที่ผ่านการทดสอบเก็บใส่รถ	5.3	+1.3	6.89	9 %	7.51

อย่างชัดเจน (Simplify) ทำให้สามารถหยิบท่อได้รวดเร็วและถูกต้อง

งานย่อยที่ 2 (ตัดท่อ): ใช้เครื่องมือจับยึดชิ้นงาน (ท่อ) รวมทั้งมีแท่นกำหนดตำแหน่งบนโต๊ะวางชิ้นงานเพื่อทำให้ได้ความยาวของท่อที่ได้จากการตัดตามที่กำหนด (Simplify)

งานย่อยที่ 3 (ลบมุมปลายท่อทั้งสองด้าน): ออกแบบแท่นเอียงทำมุมของการเจียรปลายท่อเพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการลบมุม (Simplify)

งานย่อยที่ 4 (เป่าลมทำความสะอาดท่อ): ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

งานย่อยที่ 5 (นำเศษท่อที่เหลือจากการตัดไปเก็บ) : จัดหารถเข็นที่มีกะบะเพื่อใช้เก็บเศษท่อที่เหลือจากการตัดซึ่งจะทำให้ไม่เสียเวลาในการเดินไปจัดเก็บ (Eliminate)

งานย่อยที่ 6 (นำท่อไปยังจุดประกอบหัวทดสอบ): ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

งานย่อยที่ 7 (ทาน้ำยาหล่อลื่น)

งานย่อยที่ 8 (ประกอบหัวทดสอบ)

งานย่อยที่ 9 (เคาะหัวทดสอบให้แน่น): ยุบรวมเหลือเพียงงานย่อยเดียว (Combine) โดยทำการจัดวางเรียงอุปกรณ์ที่ใช้ให้เป็นไปตามลำดับของขั้นตอนการทำงาน

งานย่อยที่ 10 (ขันน็อต): ใช้เครื่องขันน็อตไฟฟ้าแทนการใช้ประแจ (Simplify) โดยเครื่องขันน็อตไฟฟ้าที่นำมาใช้เป็นอุปกรณ์ที่โรงงานได้รับโอนมาจากฝ่ายงานซ่อมบำรุง

งานย่อยที่ 11 (เติมน้ำให้เต็มชิ้นทดสอบ): จัดเตรียมน้ำตามปริมาณที่จะใช้ในถังเก็บไว้ล่วงหน้าสำหรับพร้อมเติมใส่เข้าระบบทดสอบได้

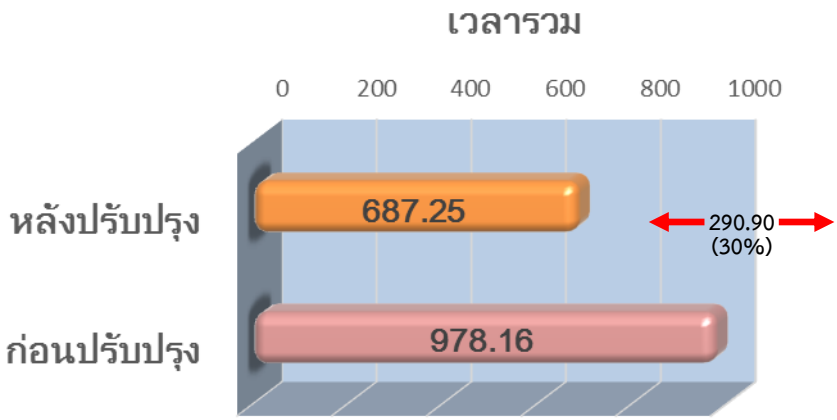
ทันที ทำให้ไม่เสียเวลาในการเติมน้ำจากระบบท่อ (Simplify)

งานย่อยที่ 12 (ประกอบสายทดสอบแรงดันกับชิ้นงานทดสอบ): ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

งานย่อยที่ 13 (อัดน้ำใส่ชิ้นงานทดสอบ): ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงด้วยหลักการ Eliminate (E), Combination (C), Rearrange (R), และ Simplify (S)

ก่อนปรับปรุง			วิธีที่ใช้ปรับปรุง	หลังปรับปรุง		
ที่	ขั้นตอน	เวลามาตรฐาน (วินาที)		ที่	ขั้นตอน	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	หยิบท่อ	15.30	S	1	หยิบท่อ	10.25
2	ตัดท่อ	59.37	S	2	ตัดท่อ	36.22
3	ลบมุมปลายท่อทั้งสองด้าน	55.26	S	3	ลบมุมปลายท่อทั้งสองด้าน	36.47
4	เป่าลมทำความสะอาดท่อ	22.10	-	4	เป่าลมทำความสะอาดท่อ	22.11
5	นำเศษท่อที่เหลือจากการตัดไปเก็บ	42.22	E	5	นำท่อไปยังจุดประกอบหัวทดสอบ	94.23
6	นำท่อไปยังจุดประกอบหัวทดสอบ	94.23	-			
7	ทาน้ำยาหล่อลื่น	7.93	C	6	ทาน้ำยาหล่อลื่นเพื่อประกอบหัวทดสอบโดยใช้ค้อนยางเคาะหัวทดสอบให้แน่น	195.74
8	ประกอบหัวทดสอบ	158.56	C			
9	เคาะหัวทดสอบให้แน่น	78.64	C			
10	ขันน็อต	91.67	S	7	ขันน็อต	21.09
11	เติมน้ำให้เต็มชิ้นทดสอบ	46.33	S	8	เติมน้ำให้เต็มชิ้นทดสอบ	25.95
12	ประกอบสายทดสอบแรงดันกับชิ้นงานทดสอบ	21.68	-	9	ประกอบสายทดสอบแรงดันกับชิ้นงานทดสอบ	21.68
13	อัดน้ำใส่ชิ้นงานทดสอบ	41.23	-	10	อัดน้ำใส่ชิ้นงานทดสอบ	41.23
14	ทดสอบแรงดันน้ำ	-	-	11	ทดสอบแรงดันน้ำ	-
15	ถอดสายทดสอบแรงดัน	19.41	-	12	ถอดสายทดสอบแรงดัน	19.41
16	เทน้ำออก	35.14	R,C	13	ไปที่จุดประกอบหัวทดสอบเพื่อเปิดระบบระบายน้ำออก	51.60
17	ไปที่จุดประกอบหัวทดสอบ	31.59	R,C			
18	คลายน็อต	59.93	S	14	คลายน็อต	13.79
19	ถอดหัวทดสอบ	89.97	-	15	ถอดหัวทดสอบ	89.97
20	นำท่อที่ผ่านการทดสอบเก็บใส่รถ	7.51	-	16	นำท่อที่ผ่านการทดสอบเก็บใส่รถ	7.51
รวม		**978.16**		**รวม**		687.25



ภาพที่ 5 ผลการเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS

งานย่อยที่ 14 (ทดสอบแรงดันน้ำ): เป็นขั้นตอนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของการอัดแรงดันน้ำเข้าสู่ท่อโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง (3,600 วินาที) เพื่อทดสอบความทนแรงดันของท่อ จึงไม่อยู่ในขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุงงานได้

งานย่อยที่ 15 (ถอดสายทดสอบแรงดัน): ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

งานย่อยที่ 16 (เทน้ำออก)

งานย่อยที่ 17 (ไปที่จุดประกอบหัวทดสอบ): สลับลำดับและยุบรวมเหลือเพียงงานย่อยเดียว (Rearrange and Combine) โดยจัดทำส่วนการระบายน้ำที่ถังทดสอบในบริเวณที่อยู่ใกล้กับจุดประกอบหัวทดสอบ

งานย่อยที่ 18 (คลายน็อต): ใช้เครื่องขันน็อตไฟฟ้าแทนการใช้ประแจ (Simplify)

งานย่อยที่ 19 (ถอดหัวทดสอบ): ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

งานย่อยที่ 20 (นำท่อที่ผ่านการทดสอบเก็บใส่รถ): ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

ผลของการปรับปรุงการทำงานดังกล่าวข้างต้นทำให้สามารถลดงานย่อยในกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) จากเดิม 20 งานลงเหลืองานย่อย 16 งาน และทำให้สามารถลดระยะเวลาทั้งหมดที่ต้องใช้ในกระบวนการทดสอบจากเดิม 978.16 วินาที (ไม่รวมเวลาที่ใช้ทดสอบความดันด้วยเครื่องอัดแรงดันน้ำ) ลงเหลือ 687.25 วินาที หรือลดลง 290.90 วินาที คิดเป็นร้อยละ 30 ของระยะเวลาที่สามารถลดลงได้ ดังแสดงผลลัพธ์ของการปรับปรุงในตารางที่ 5 และภาพที่ 5 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อสำรวจปัญหาในระบบการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ส่วนงานที่เป็นคอขวด (bottleneck) ในกระบวนการผลิตคือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพการทนความดันท่อน้ำพีวีซี (ท่อปลายเรียบ) ซึ่งมีกระบวนการทำงานล่าช้าและไม่มีเวลามาตรฐานในกระบวนการทำงาน จึงทำให้กระบวนการผลิตไม่ได้เป็นไปตามเวลาหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ตามแผนการผลิต อีกทั้งยังมีบางขั้นตอนในกระบวนการทำงานเกิดความสูญเปล่าในการผลิตท่อพีวีซี

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว เพื่อหาเวลามาตรฐานของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพการทนความดันท่อน้ำพีวีซี (ท่อปลายเรียบ) พร้อมทั้งเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพท่อน้ำพีวีซีแข็งเพื่อใช้เป็นมาตรฐานการทำงาน ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า กระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) มีขั้นตอนการทดสอบย่อย 20 ขั้นตอน โดยมีเวลามาตรฐานรวม เท่ากับ 978.16 วินาที/ชิ้น (ไม่รวมเวลาที่ใช้ทดสอบความดันด้วยเครื่องอัดแรงดันน้ำ)

จากการนำหลักการเพิ่มผลผลิต ECRS มาใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาในงานย่อยของขั้นตอนการทดสอบ โดยงานย่อยที่ 5 ใช้หลักการ Elimination (E) งานย่อยที่ 7, 8, 9, 16, และ 17 ใช้หลักการ Combine (C) งานย่อยที่ 16, และ 17 ใช้หลักการ Rearrange (R) และงานย่อยที่ 1, 2, 3, 10, 11, และ 18 ใช้หลักการ Simplify (S) ได้ผลลัพธ์ปรากฏว่า สามารถลดขั้นตอนการทดสอบย่อยลงเหลือ 16 งานย่อย และลดเวลามาตรฐานรวมเท่ากับ 290.90 วินาที คิดเป็นร้อยละ 30 ของเวลามาตรฐานเดิม (ก่อนการปรับปรุง)

References

Ann Hendrich, Marilyn Chow, Boguslaw A. Skierczynski, Zhenqiang Lu (2008). Hospital Time and Motion Study : How Do Medical Surgical Nurses Spend Their Time. **The Permanente Journal Summer, 12(3).** 25–34.

Ann Hendrich, Marilyn Chow, Boguslaw A. Skierczynski, Zhenqiang Lu 2008. A 36 – Hospital Time and Motion Study : How Do Medical Surgical Nurses Spend Their Time. T**he Permanente Journal Summer, 12(3).** 25 – 34.

Barnes, R.M. **Motion and Time Study Design and Measurement of Work**. 7th ed. New York: John Wiley & Sons, 1980.

L. Aharonson Daniel (1996) Time Studies in A&E Departments-A Useful Tool for Management. **Journal of Management in Medicine, Vol 10 No 3** Pages 15-22.

Rachavarn Kanjanapanyakom. (2009). **The Study of Industry Project.** (1st Edition). Bangkok : Top Publishing Co., Ltd.

Thai Industrial Standards Institute. **Thai Industrial Standards (TIS) 17-2532 PVC Pipes Used for Drinking-water Pipes.** Bangkok, 1989

Vanchai Rijiravanich. (2002). **Study of Operation, Principles and Case Studies**. (3rd Edition). Bangkok :Chulalongkorn University Press.

Watchanachai Joompha. (2003). **The Study of Manufacturing Process and Investigating Ways to Increase Products of Medical Device Manufacturing**.Thesis of Master of Industry, Mechanical Engineering King Mongkut's University of Technology Thonburi.

Watcharin Sitticharoen. (2004). **Work Study**. (1st Edition). Bangkok: Odian Store Press.