

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวนค่า OEE

SOFTWARE DEVELOPMENT TOOLS FOR OEE

สมศักดิ์ มีแลบ^{#1} และวิฐิณัฐ ภัครพรหมินทร์[#]

[#]บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต / สาขาวิชาการจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร / สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น ¹e-mail : somsakmeelab@yahoo . com

บทคัดย่อ – งานศึกษา นี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา ถึงหลักการ การ คำนวนค่า ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE : Overall Equipment Effectiveness) เพื่อนำไปพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการการใช้งานที่สะดวกคล่องตัว ถูกต้องแม่นยำ ลดภาระการ ทำงาน และนำผลที่ได้ของค่า OEE ไปปรับปรุงระบบงานต่อไป การศึกษาในครั้งนี้ ใช้วิธีการศึกษาหลักการจากหนังสือ และบทความ เผยแพร่ทาง Internet แล้วนำหลักการนั้นมาประยุกต์ออกแบบพัฒนา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยได้ให้โปรแกรมทำ การคำนวนค่า OEE เปรียบเทียบกัน ผลการทำงานออกมาถูกต้อง ตรงกัน จากผลการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับ คำนวนค่า OEE ทำให้ได้เครื่องมือช่วยการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ผล เพื่อนำผลไปปรับปรุงองค์กรต่อไป

คำสำคัญ - ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

Abstract - The purpose of this Study is for applying "Overall Equipment Effectiveness (OEE)" principle in area of development computer software program aimed to be more comfortable and accurate with less complicated. Moreover OEE is resulted to make great progress in continuously improved works efficiency. By this study, the sources of information and knowledge retrieved are mostly come from many books and trustable information sharing in internet. Concluding, this study of developing software for computerizing OEE enhances efficiency in term of recording and analyzing used to organization development.

Keywords - Overall Equipment Effectiveness (OEE).

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง และมี การแข่งขันสูง โรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปต้องปรับตัวในการล ด ค่าใช้จ่าย และเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องจักรให้เต็มประสิทธาพ การใช้เครื่องจักรเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิต ต้นทุนที่มาจาก เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีมูลค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วน การลงทุน ค่าใช้จ่ายที่ลงทุนไปจำต้องทำเกิดผลผลิตสูงสุด ดังนั้นจึง จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรให้เต็มประสิทธิภาพ และลดความสูญเสียจาก การหยุดการผลิตที่ไม่ได้อยู่ในแผน

ในกระบวนการผลิต ปัญหาเกิดมาจาก 2 ปัจจัยหลัก คือ แรงงาน กับเครื่องจักรปัญหาแรงงาน คือ มีการเข้าออกสูงทำให้ขาดทักษะใน การทำงาน ขาดการพัฒนา และวัดผลทักษะการทำงาน ปัญหาด้านครื่ องจักรเกิดความเสียหายจากการขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้องครบถ้วน ทำให้เครื่องหยุดทำงาน การใช้งานไม่ถูกต้องตามหน้าที่การทำงาน การ Balance การทำงานของเครื่องจักรไม่สมดุล ตลอดจนความสูญ เปล่าที่เกิดจากการผลิตของเสีย ในอดีตที่ผ่านมามีความพยายามในการ วัดสมรรถนะการผลิต (Manufacturing Performance) ที่หลากหลายวิธี ทั้งทางด้านกว้าง และลึก ซึ่งมีดัวชี้วัดมากมาย แต่ส่วนใหญ่จะไม่ สัมพันธ์กัน ทำให้ไม่สามารถมองเห็นภาพรวมของปัญหา ที่จะนำไป ปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างแท้จริง

การวัดประสิทธิภาพโดยรวมการทำงานของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่ทำให้รู้ สาเหตุของความสูญเสียโดยรวมที่เกิดขึ้น และสามารถแยกประเภทการ สูญเสียในรายละเอียด ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง และลดความสูญเสีย ได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ [1,4,6]

การหาค่า OEE ที่มีใช้ในโรงงานส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมคำนวณ อย่างง่าย ๆ ตามความรู้ของผู้ที่จัดทำขึ้นในแต่ละที่ บางครั้งอาจขาดตก บกพร่อง หรือมีขีดความสามารถจำกัด ทำให้การวิเคราะห์งานแบบ OEE ไม่มีประสิทธิถาพขาดความน่าเชื่อถือ ยุ่งยากในการใช้งาน เพื่อให้มีเครื่องมือที่ใช้งานวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพโดยรวม มีการ ใช้งานงานง่ายสะดวก และเป็นมาตรฐาน จึงเห็นว่าน่าจะมีการทำวิจัย พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่สะดวกในการใช้งาน และเป็นประโยชน์ ในทางธุรกิจขึ้น ซึ่งหวังว่าจะสามารถนำไปใช้งานในองค์กรต่าง ๆ ต่อไป

2. วิธีการดำเนินงาน

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา</u>

ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยการพัฒนาโปรแกรมได้คำนึงถึงเรื่องปัญหา ลิขสิทธิ์ที่เป็นอุปสรรคเมื่อผู้ใช้นำโปรแกรมนี้ไปใช้งาน ซึ่งผู้พัฒนาได้ เลือก Tools และ Database ที่ไม่ติดปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์ (Freeware) แต่มีประสิทธิภาพในการใช้งานเทียบเท่า Software ทั่วไป ซึ่ง ประกอบด้วย

1. ภาษ<mark>า</mark>ที่ใช้ใ<mark>นการเขียนโป</mark>รแกรม คือ VB.Net Version Standard

 Database คือ Access ที่ติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Windows

โปรแกรม OEE Tools ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากการทำสารนิพนธ์นี้ สามารถนำไป Installใช้งานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี OS Windows เป็นโปรแกรมทำงานแบบ Standalone



้วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555 – มีนาคม 2556

<u>ขั้นตอนการดำเนินงาน</u>

กระทำการศึกษาและรวบรวมแนวคิดทฤษฏีเกี่ยวกับการคำนวณ
ค่า OEE จากหนังสือ และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

 ศึกษาและออกแบบการบันทึกข้อมูลที่เป็นข้อมูล Master ที่ทำ การ Setup ครั้งแรก ครั้งเดียวที่เริ่มใช้ระบบ และข้อมูลที่เป็น Daily Transaction

- 3. ออกแบบ Interface ที่ง่ายต่อผู้ใช้งาน
- 4. คัดเลือก Database และภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม
- 5. เขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบ
- 6. นำโปรแกรมไปทดสอบการใช้งาน
- 7. สรุปผลการทดสอบโปรแกรม

<u>ส่วนประกอบของโปรแกรม</u>

โปรแกรมประกอบด้วยส่วนของ Menu ที่ประกอบด้วยการ Setup Master File ดังนี้

1. กำหนดรายละเอียดสถานประกอบการ



🚺 รูปที่ 1 การกำหนดรายละเอียดสถานประกอบการ

ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- ชื่อสถานประกอบการ (Company Name)
- ที่อยู่สถานประกอบการ (Address)

 กำหนด Shift ที่ทำงานการผลิต โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนด รหัส Shift ที่ผลิตได้เองตามต้องการ



ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- กำหนด กะ Shift การทำงาน (Shift Name)
 - ที่อยู่สถานประกอบการ (Address)
 - เวลาที่เริ่มต้น Shift การทำงาน (Start Time)
 - เวลาที่สิ้นสุด Shift การทำงาน (End Time)
 - สถานะ Shift Active หรือไม่ (Status Active)

 กำหนดรหัสเครื่องจักรที่ทำงานการผลิต โดยผู้ใช้งานสามารถ กำหนดรหัสเครื่องจักรที่ผลิตได้เองไม่จำกัด



รูปที่ 3 การกำหนดรหัสเครื่อง Machine Code

ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- กำหนด รหัสเครื่องจักร (Machine Code)
- รายละเอียด หรือ ชื่อของเครื่องจักร (Machine Description)
- สถานะการใช้งานเครื่องจักร (Status Active)

 กำหนด Category หรือกลุ่มของ Product โดยผู้ใช้งานสามารถ กำหนดกลุ่มหรือหมวดหมู่ของสินค้าได้ตามต้องการ โดยสินค้าทุกชนิด ด้องมี Category



รูปที่ 4 การกำหนด Product Category

ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- กำหนด กำหนด Category Code



ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555 – มีนาคม 2556

- รายละเอียด หรือ ชื่อ Category (Description)

5. กำหนด Product Code โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดรหัสสินค้า ได้ตามต้องการ

Setting Daily Transacts	on I	of.						
Company Code Shift Code Hackine Code Product Code Product Code Activity Code		Product Code Description Category Std. Rate Per HR. Type Status Active		Product 001 A001 V Co Good Product CO 1 27 Yes	icup 🔿 Revo			
		ProductCode	Product	Add Update	Category	Std	ProductType	Active
	5	P001	Product D	01	A001	60	Good	True
		P002	Product 0	02	A001	60	Good	True
		P003	Product 0	02	A001	60	Good	True
		P004	Product (04	A001	60	Good	True
		P005	Product (05	A001	60	Good	True
		P006	Product (06	A002	60	Good	True
		P007	Product 0	07	A002	60	Good	True
		FI001	Rewid		A002	60	Rework.	True
		\$001	Sample		A001	60	Good	True
		5002	Scrap		A002	60	Screp	True

รูปที่ 5 การกำหนดรหัสสินค้า Product Code

ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

กำหนดรหัสสินค้า หรือสิ่งที่เครื่องจักรผลิตออกมา (Product Code)

- รายละเอียด หรือชื่อสินค้า (Description)
- หมวดหมู่สินค้า (Category Code)
- จำนวนชิ้นที่ เครื่องจักรผลิตออกมา ภายใน 1 ชั่วโมง (Std. Rate Per HR.)
- ประเภทสิ่งที่เครื่องจักรผลิตออกมา Good Product, Scrap, Rework
 - สถานะการใช้งานรหัสสินค้า (Status Active)

6. กำหนดกิจกรรมของเครื่องจักร (Activity Code) ผู้ใช้งาน สามารถกำหนดประเภทกิจกรรมแต่ละประเภทของเครื่องจักร



รูปที่ 6 การกำหนดรหัสกิจกรรม Activity Code

ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- กำหนด รหัสกิจกรรมของเครื่องจักร (Activity Code)
- รายละเอียดกิจกรรมเครื่องจักร (Description)
- ประเภทกิจกรรม Product, Failure, Idle, Unschedule
- สถานะกิจกรรม (Status Active)

 บันทึกข้อมูล Daily Transaction เป็นโปรแกรมที่ทำการบันทึก ข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละเครื่องจักร แต่ละกะ Shift การ ทำงาน และในแต่ละวัน



รูปที่ 7 การบันทึกรายการ Operation

การบันทึกข้อมูลมีมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

- กำหนดวันที่บันทึกข้อมูล (Date)
- บันทึก Shift ที่ทำงาน (Shift)
- บันทึกเครื่องจักรที่ทำงาน (Machine)

- ใส่เวลาแต่ละ Activity ที่เกิดขึ้นจริง โดยการกดที่ Add เลือก Activity <mark>จาก List แล้ว Key In</mark> เวลาที่เกิดขึ้นจริง

AddA	ctivity			
		Activity	Time	
F		Act001	Activity 001	
		Act002	Activity 002	
		Act003	Break Lunch	
		Act004	Activity 004	

รูปที่ 8 List เพื่อเลือกกิจกรรม Activity Code

- ใส่ Product ที่ได้ โดยการกด Add เลือก Product จาก List แล้ว Key In จำนวนที่ผลิตได้จริง



<u>د</u>	<pre></pre>	<i>a</i>		9	6	กกล
วารสารสถาบนเทด	เนเลยไข	ทย-ถทใน	•	วดวกรรมดาสต	ร์และเทค	ในโลย
			•		000010001111	0100010

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555 – มีนาคม 2556

AddProduct				
		ProductCode	ProductDescription	
•		P001	Product 001	
		P002	Product 002	
		P003	Product 003	
		P004	Product 004	
		P005	Product 005	
		P006	Product 006	
		P007	Product 007	
		R001	Rework	
		S001	Sample	
		S002	Scrap	

ฐปที่ 9 List เพื่อเลือกรหัสสินค้าที่ผลิตได้

เมื่อบันทึกเวลาในแต่ละ Activity โปรแกรมจะทำการคำนวณ ค่า Availability Rate มาให้ และเมื่อบันทึกจำนวน Product Output โปรแกรมจะทำการคำนวณค่า Performance Rate, ค่า Quality Rate และค่า OEE ให้อัดโนมัติ

<u>ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม</u>

ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจากการ Input Daily Transaction โดยมีลำดับการบันทึก ดังต่อไปนี้



รูปที่ 10 การบันทึก Daily Trans<mark>action</mark>

การบันทึกข้อมูลตัวอย่างการทดสอบโปรแกรม ม<mark>ีลำดับข</mark>ั้นตอนดังนี้

- 1. กำหนดวันที่ของ Transaction ที่บันทึก ใ<mark>นที่นี้เท</mark>่ากับ 2/07/255<mark>3</mark>
- 2. เลือก Shift กะการทำงานจาก Master File ในที่นี้เท่ากับ Shift

А

 เลือกเครื่องจักรที่ทำการผลิต จาก Master File ในที่นี้เท่ากับ M001

 Add Activity ที่เกิดขึ้นใส่เวลาที่เกิดขึ้นจริง แต่ละ Activity ใน การทดสอบนี้มี 4 Activity ที่เกิดขึ้น ดังนี้

- Act002 เป็นประเภท Activity Type = Failure ใช้เวลา 20

นาที

- Act001 เป็นประเภท Activity Type = Production ใช้เวลา 360 นาที

- Act003 เป็นประเภท Activity Type = Idle ใช้เวลา 60 นาที

- Act004 เป็นประเภท Activity Type = Unscheduled ใช้เวลา 40 นาที

เมื่อ Add เวลาของ แต่ละ Activity ลงไป โปรแกรมจะทำการ Summary เวลาลงแต่ละType ตามประเภท Activity และทำการคำนวณ ค่า Availability Rate ให้ในที่นี้เท่ากับ 75.00 เปอร์เซ็นต์

5. กำหนดจำนวนคนที่ทำงานในช่อง Labor ในที่นี้เท่ากับ 10 ค

 6. กำหนดเปอร์เซ็นต์ Plan การทำงานที่ตั้งไว้ ในที่นี้เท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์

 7. ใส่ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ Actual ที่เกิดขึ้นจริง ในที่นี้เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์

 8. Add Product ที่ได้จากการผลิต ใส่จำนวนที่ผลิตได้จริง ในที่นี้ เท่ากับ 280 ชิ้น เมื่อใส่จำนวนที่ผลิตได้ โปรแกรมจะทำการ Summary ลงในช่อง Target Output ในที่นี้เท่ากับ 330 ชิ้น Actual ในที่นี้เท่ากับ 280 ชิ้น และโปรแกรมจะทำการคำนวณค่า Performance Rate ให้ใน ที่นี้เท่ากับ 84.85 เปอร์เซ็นต์

9. ใส่ข้อมูลจำนวนที่เป็นสินค้าดีในช่อง Good Product ที่เกิดขึ้น
จริง ในที่นี้เท่ากับ 260 ชิ้น

 10. ใส่ข้อมูลจำนวนที่เป็นสินค้าที่ต้องทำการ Rework ในที่นี้ เท่ากับ 10 ชิ้น เมื่อใส่ข้อมูลเรียบร้อย โปรแกรมจะทำการคำนวณค่า Quality Rate ให้ในที่นี้เท่ากับ 83.29 เปอร์เซ็นต์

ทุกครั้งที่ได้ค่า Availability Rate, Performance Rate, Quality Rate โปรแกรมคำนวณค่า OEE ให้ ในการทดสอบครั้งนี้โปรแกรม คำนวณค่า OEE ได้เท่ากับ 56.82 เปอร์เซ็นด์

เมื่อได้ผลการทำงานของโปรแกรมแล้ว ต่อไปจะเป็นการ เปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณตามหลักการ โดยมีผลการคำนวณ ค่า OEE ดังนี้

<u>การคำนวณอัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate)</u>

เครื่องจักร M001 เดินเครื่องใน Shift A ด้วยเวลา Total Time 400 นาที เครื่องจักร มีเวล<mark>าหยุดต</mark>ามแผน 60 นาที และมีเวลาสูญเสียจาก <mark>เครื่</mark>องจักรหยุด 60(40+20) นาที ดังนั้นอัตราการเดินเครื่องเป็นดังนี้

ľ	วลารับ	ุ่มาร	ระงาน	f

เวลาเด<mark>ิน</mark>เครื่อง

- = <mark>4</mark>00 60 = 360 นาที
- = 360 %

 เวลารับภาระงาน - เวลาสูญเสียจาก เครื่องจักรหยุด

<mark>= เ</mark>วลาทั้งหมด - เวลาหยุดตามแผน

- = 360 60(40+20)
- = 300 นาที

อัตราการเดินเครื่อง = เวลาเดินเครื่อง / เวลารับภาระงาน

- = 300 / 360
- = 75.00%



วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555 – มีนาคม 2556

<u>การคำนวณประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency</u> <u>Rate)</u>

เครื่องจักร M001 เดินเครื่องใน Shift A มีเวลามาตรฐานในการ ผลิตชิ้นงานเท่ากับ 0.95 นาทีต่อชิ้น ใน 1 Shift การทำงานมีเวลา เดินเครื่อง 360 นาที และทำการผลิตได้ 280 ชิ้น ดังนั้น ประสิทธิภาพ การเดินเครื่องของเครื่องจักรเครื่องนี้คือ

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้	= 280 ชิ้น
จริง	
จำนวนชิ้นงานที่ควรผลิต	= เวลาเดินเครื่อง / เวลามาตรฐานต่อชิ้น
ได้ตามเวลามาตรฐาน	= 360 / 0.95
	= 342 ชิ้น
ประสิทธิภาพการ	= จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง / จำนวนชิ้นงานที่
เดินเครื่อง	ควรผลิตได้ตามเวลามาตรฐาน
	280 / 342
	84.85%

<u>การคำนวณอัตราคุณภาพ (Quality Rate)</u>

เครื่องจักร M001 เดินเครื่องใน Shift A ผลิตชิ้นงานได้ 280 ชิ้น มี ชิ้นงานที่เสียจนไม่สามารถแก้ไขได้จำนวน 10 ชิ้น และสามารถนำ กลับไปแก้ไขได้จำนวน 10 ชิ้น ดังนั้น อัตราคุณภาพของเครื่องจักรนี้ใน วันดังกล่าวเป็นดังนี้

อัตรา	= จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด – จำนวนชิ้นงานที่เสียและ
คุณภาพ	ที่ซ่อม
	= / จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด
	= 280 - (10 + 10) / 280
	89 29%

3. ผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบการใช้งานโปรแกรมคำนวณค่า OEE กับการ คำนวณด้วย Manual โดยใส่ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณเหมือนกันผล ที่ได้มีค่าตรงกัน ผลการคำนวณหาค่า OEE ของกระบวนการผลิตที่ได้ จากโปรแกรม และคำนวณตามหลักการได้ผลเท่ากัน ดังนี้

ตารางที่ 1 การคำนวณเปรียบเทียบค่า OEE

	อัตราการ	ประสิทธิภ <mark>าพ</mark>	อัตรา
y_	เดินเครื่อง	การเดินเคร <mark>ื่อง</mark>	คุณภาพ
ผลคำนวณโดย	75.00%	84.85%	89.29%
โปรแกรม			
ผลคำนวณโดย	75.00%	84. <mark>8</mark> 5%	89.29%
Manual	1.		

ผลการคำนวณ OEE โดยโปรแกรม = (75.00% x 84.85% x89.29%) = 56.82%

ผลการคำนวณ OEE โดย Manual = (75.00% x 84.85% x89.29%) = 56.82%

4. สรุป

การศึกษาและพัฒนาโปรแกรม OEE พบว่าจากการทดสอบการใช้ งานโปรแกรมคำนวณค่า OEE กับการคำนวณด้วย Manual โดยใส่ ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณเหมือนกันผลที่ได้มีค่าตรงกัน ซึ่ง โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดี ช่วยในการคำนวณค่า OEE เป็นไปได้อย่างสะดวกง่าย และ สามารถใช้งานได้หลากหลาย อุตสาหกรรมด้วยการ Setup โปรแกรมให้เข้าอุตสาหกรรมนั้นๆ และ ระดับความละเอียดของ การคำนวณค่า OEE ตามความต้องการ

เอกสารอ้างอิง

- [1] นากาซิมา, เซอิจิ. (2542). แหะหำสู่ TPM การบำรูงรักษาทวีผลที่ทุกคนมี ส่วหร่วม. แปลโดย สุวิทย์ บุณยวานิชกุล. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [2] สุรสิทธิ์ คิวประสพศักดิ์. (2546). อินไซท์ Visual Basic.Net ฉบับบสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : บริษัท โปรวิชัน จำกัด.
- [3] สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุข.(2549). *คู่มีอการใช้งาน Access 2003 ฉบับบ* สมบูรณ์.กรุงเทพฯ : บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด.
 [4] Productivity Development Team.(2550). ค่าประสิทธผลโดยรวมของ
- เครื่องจักร. กรุงเทพฯ : บริษัท อี.ไอ. สแควร์ พับลิชซิ่ง จำกัด.
- [5] ธีรยุทธ หมันล๊ะ. ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ และเจตคติเกี่ยวกับระบบการวัด ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของพนักงานระดับหัวหน้างานฝ่ายผลิตใน โรงงานอุตสาหกรรมในเขตนิคมลาดกระบัง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาการ จัดการอุตสาหกรรม) : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง, (2548).

[6] ยงวิทย์ ทองนาค. ผลกระทบของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อค่า ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) กรณีศึกษา: เครื่องเป้าภาชนะ กลวง. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ): บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2542).

[7] เษกสรร สิงห์ธนู. การบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร กรณีศึกษา : สายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมการผลิต) : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, (2551).