

บทที่

1

Spy OEE: กระบวนการหาค่าประสิทธิภาพ
โดยรวม (OEE) ด้วยพฤติกรรมเวลา

Spy OEE: A Novel Method for Getting OEE
by Operating Time Characteristic

ทวีชัย อวยพรกชกร

Taweechai Ouypornkochagorn

Spy OEE: กระบวนการหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ด้วยพหุติกรรมเวลา

Spy OEE: A Novel Method for Getting OEE

by Operating Time Characteristic

ทวีชัย อวยพรกชกร¹

Taweechai Ouypornkochagorn

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิตหนึ่ง ๆ หรือสายการผลิตหนึ่ง ๆ การวัดประสิทธิภาพในการดำเนินการผลิตเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ค่าวัดที่ดีจะสะท้อนได้ถึงสมรรถนะในการปฏิบัติงานในแง่มุมต่าง ๆ ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร หรือ Overall Equipment Effectiveness (OEE) เป็นตัวชี้วัดสมรรถนะในการผลิตหนึ่งที่มองปัจจัยในการผลิตอย่างครอบคลุม ได้รับการครอบคลุมอย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพในการวัดสมรรถนะในการผลิตสูง ค่า OEE สามารถสะท้อนได้ถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักร ประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงการบริหารจัดการได้อย่างไรก็ดี การหาค่า OEE ในทางปฏิบัติมีขั้นตอนการดำเนินการที่ยุ่งยาก เป็นภาระต่อผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างสูง และยังคงมีความไม่แน่นอนของค่าวัดสูง อันเนื่องมาจากกระบวนการหาเวลาสูญเสียซึ่งมีเกณฑ์การวัดที่ไม่แน่นอน ขึ้นกับนโยบาย ขึ้นกับบุคคล หรือเป็นค่าที่เกิดจากการประมาณจากการป้อนข้อมูลย้อนหลังการหาค่า OEE ในทางปฏิบัติจึงมีข้อจำกัดมากมาย และยากต่อการนำไปใช้งานจริงเป็นอย่างมาก

ในบทความนี้ได้ปรับปรุงกระบวนการหาค่า OEE แบบใหม่ที่เรียกว่า Spy OEE โดยผสมผสานเทคโนโลยีสมองกล (Embedded System) และอาศัยข้อมูลลักษณะพหุติกรรมเวลาในแต่ละช่วงการผลิตเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถหาค่า OEE จากการปฏิบัติงานจริงได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว โดยไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของ

¹ อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
[Email : taweechai.ouy@gmail.com]

ผู้ปฏิบัติงานมีลักษณะการผลิตที่สอดคล้องกับพฤติกรรมเวลา เช่น ชิ้นงานที่ผลิตใหม่ภายหลังจากการผลิตชิ้นงานก่อนหน้านี้พบว่าเสีย มักจะใช้เวลามากกว่าค่าเฉลี่ยชิ้นงานที่ผลิตปกติ เพราะต้องใช้เวลาในการตรวจสอบเครื่องหรือแก้ไข เป็นต้น ซึ่งจากการนำกระบวนการ Spy OEE ไปใช้งานจริงในอุตสาหกรรมผลิตรถมอเตอร์ บนเครื่องจักร CNC พบว่าสามารถหาค่า OEE ได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการใช้งาน ช่วยลดภาระงานของผู้ปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับการเก็บข้อมูลเพื่อหาค่า OEE ในรูปแบบเดิมได้ถึงกว่า 96.67%

คำสำคัญ : ค่าประสิทธิภาพโดยรวม, เทคโนโลยีสมองกล, พฤติกรรมเวลา, ซีเอ็นซี, อุตสาหกรรมผลิตรถมอเตอร์

Abstract

In any types of process or manufacturing operation, performance evaluation is very important step. The good evaluation is able to reflect manufacturing performance in any aspects. Overall Equipment Effectiveness (OEE) is the effective well-known indicator that integrates several important manufacturing factors: performance efficiency, availability, and quality rate. It can represent the machine's efficiency, maintenance performance, staff skill, and also managerial performance. By the way in the OEE calculation step, the process for getting related information is not easy, a lot of tasks and many staffs are needed. The values received from this information are still inaccurate due to the uncertainty in loss evaluation, depends on working policy, personal decision, or the accuracy in late estimation. Therefore, practically, OEE has many limitations and seems difficult for implementation.

In this article, the researcher proposed the novel method to find OEE, called Spy OEE. Spy OEE integrates the embedded system technology and the characteristic of time in manufacturing so that manufacturing staffs are able to get OEE easily, accurately, and rapidly; without interruption manufacturing processes as well. Many characteristics can be interpreted and are very helpful in Spy OEE process. For instance, the production item which is assembled after previous fail item typically spends more assembling time than average assembling

time since it needs time to recheck or reset the machine. According to the experimental results on motor assembling factory, on CNC machines, Spy OEE can get OEE efficiently. It does not interrupt any production processes and can reduce OEE calculation load time 96.67% comparing with the traditional way to calculate OEE.

Key words : OEE, embedded system, time characteristic, CNC, motor factory

บทนำ

ในการวัดสมรรถนะของการผลิต (Manufacturing Performance) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนั้น มีการพัฒนากระบวนการวัดอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ควบคุมงานเข้าใจถึงสมรรถนะในการผลิตของตนได้ดีมากขึ้น มีการนำค่าดัชนีในการผลิตต่าง ๆ มาร่วมวัดผล และนำไปใช้สะท้อนถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในแง่มุมต่าง ๆ ซึ่งในอดีตนั้นการวัดผลการผลิตจะมองเพียงแต่จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ในระยะเวลาที่กำหนดเท่านั้น แต่ค่าแสดงสมรรถนะนี้กลับไม่ได้สะท้อนในแง่มุมต่าง ๆ ในการผลิตได้อย่างลึกซึ้งมากพอในปัจจุบันค่าสมรรถนะหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นค่าวัดที่มีประสิทธิภาพและสะท้อนถึงสมรรถนะในการผลิตอย่างแท้จริงคือค่า “ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร” หรือ Overall Equipment Effectiveness (OEE) [6], [8] ซึ่งค่า OEE นี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีส่วนสำคัญในการเป็นค่าวัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม หรือ Total Productivity Maintenance (TPM) [1], [6], [7]

ค่า OEE เป็นค่าวัดสมรรถนะการผลิตที่ไม่ได้มองแต่เพียงผลผลิตที่ได้จากการผลิต แต่มองลึกเข้าไปถึงศักยภาพของเครื่องจักร และความสูญเสีย (Loss) ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต โดยจะนำปัจจัยทั้งคุณภาพจากการผลิตของเครื่องจักร ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรต่อความสามารถสูงสุด และอัตราสูญเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตมารวมในการคำนวณ ทำให้สามารถสะท้อนไปยังประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักร คุณภาพของเครื่องจักรเอง การบริหารจัดการ รวมถึงศักยภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยให้ผู้ควบคุมงานหรือเจ้าของโรงงานเข้าใจถึงสาเหตุที่สายการผลิตไม่สามารถผลิตได้อย่างมี

ประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่อง อันเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมถึงเป็นค่าวัดสำคัญในการเปรียบเทียบสมรรถนะในการผลิตของสายการผลิตที่ต่างกันได้อีกด้วย ด้วยเหตุนี้ค่า OEE นี้จึงเป็นค่าวัดสมรรถนะที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นค่าวัดที่มีประสิทธิภาพในการแสดงถึงสมรรถนะได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ดี ในวัดค่า OEE ในทางปฏิบัตินั้น ทำได้ไม่มากนัก เนื่องจากต้องเก็บค่าในระหว่างการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน ต้องเก็บค่าการผลิตหลายค่า ซึ่งส่วนใหญ่จะมีผลกระทบต่อการทำงานของพนักงานปฏิบัติงานทั้งสิ้น นอกเหนือจากนั้นยังมีระดับความผิดพลาดของค่าที่วัดได้สูง อันเนื่องมาจากความเหลื่อมล้ำของเวลาที่บันทึก (ซึ่งจะต้องบันทึกทันทีในขณะที่กำลังผลิตไปด้วย) และความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากระดับความเข้มงวดที่หลากหลายในการนำข้อมูลมาคำนวณค่า OEE ของแต่ละผู้ควบคุมงาน ที่อาจมีรายละเอียดการคำนวณค่า OEE ที่แตกต่างกันในรายละเอียดส่วนย่อย การปรับปรุงกระบวนการวัดค่า OEE ได้ถูกดำเนินการในหลายรูปแบบ ในบางครั้งจะปรับปรุงให้เหมาะสมกับประเภทงาน เช่น การเพิ่มค่าน้ำหนัก [9] หรือปรับปรุงในกระบวนการนำช่วงเวลาภาระงานมาคำนวณ [2], [4], [7] อันเนื่องมาจากความยากลำบากและความเหมาะสมในการเก็บค่าเวลาในการผลิตในแต่ละครั้งมาคำนวณ การนำระบบคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มาช่วยก็ถือเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มความสะดวกและความแม่นยำในการเก็บค่า [10] เช่นกัน

ความหมายของค่าประสิทธิภาพโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE)

ในการผลิตชิ้นงานในชุดคำสั่งผลิตหนึ่ง (เช่น คำสั่งผลิตชิ้นงานรหัส A จำนวน 100 ชิ้น เป็นต้น) จะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องหลายค่า ตัวแปรที่สำคัญ ๆ แสดงในแผนภาพที่ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เวลาโดยรวม (Overall Time) เป็นเวลาที่เริ่มนับตั้งแต่ได้รับคำสั่งในการผลิตจนกระทั่งสิ้นสุดการผลิต
- เวลาภาระงาน (Load Time) เป็นเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงๆ ไม่นับเวลาหยุดพักที่วางแผนล่วงหน้าไว้แล้ว
- เวลาหยุดพักตามแผน (Planned Shutdown) เป็นช่วงเวลาที่กำหนดให้

หยุดพักเพื่อซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร (หรือเพื่อหยุดพักผ่อนของผู้ปฏิบัติงาน ขึ้นกับนโยบายของแต่ละโรงงาน) ทั้งนี้จะต้องเป็นเวลาหยุดพักที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า

- เวลาเดินเครื่อง (Operating Time) ในระหว่างการผลิตนั้น อาจมีความจำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น เครื่องจักรขัดข้อง หรือใบมีดหัก ไฟฟ้าดับ เป็นต้น ระยะเวลาที่ใช้ผลิตจริงไม่นับรวมเวลาหยุดเครื่อง เนื่องจากเหตุขัดข้องจะเรียกว่าเวลาเดินเครื่อง

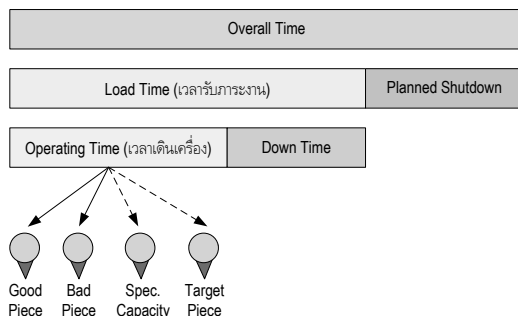
- เวลาหยุดเครื่องเนื่องจากเหตุขัดข้อง (Down Time) จะเป็นเวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากความผิดพลาดของเครื่องจักร หรือระบบการผลิตที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า อันเป็นเหตุที่ทำให้การผลิตล่าช้าลงไป

- จำนวนชิ้นงานดี (Good Piece) จะเป็นชิ้นงานดีที่ผลิตได้

- จำนวนชิ้นงานเสีย (Bad Piece) จะเป็นชิ้นงานเสียที่ต้องผลิตใหม่เพื่อทดแทน

- ค่าขีดความสามารถในการผลิตตามคู่มือ (Specification's Capacity) จะเป็นระดับขีดความสามารถสูงสุดของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงานที่สามารถทำได้ อ้างอิงตามเอกสารของผู้ผลิต เช่น เครื่องตัดแกนโลหะที่อาจมีความสามารถสูงสุดตัดได้ 100 ครั้งต่ออนาที เป็นต้น อย่างไรก็ตามขีดความสามารถนั้นอาจมีได้หลายค่าในแต่ละเครื่องจักร ในกรณีที่เครื่องจักรนั้น ๆ มีความซับซ้อน เช่น เครื่องจักร CNC ที่อาจมีความสามารถในการผลิตชิ้นงาน A ที่ 100 ชิ้นต่อชั่วโมง แต่อาจมีความสามารถสูงสุดเพียง 10 ชิ้นต่อชั่วโมง เมื่อเปลี่ยนเป็นชิ้นงาน B ที่มีความซับซ้อนในการผลิตมากกว่า เป็นต้น

- ค่าเป้าหมายในการผลิต (Target Piece) เป็นเป้าหมายในการผลิตชิ้นงานดีตามคำสั่งในการผลิต



แผนภาพที่ 1 : กลุ่มของเวลาและข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต

ค่าประสิทธิภาพโดยรวม หรือ OEE เป็นค่าวัดสมรรถนะการผลิตโดยรวมที่พิจารณาร่วมกับปัจจัยทางการผลิตที่เกี่ยวข้อง ค่า OEE จะนำค่าวัดในการผลิต 3 ค่ามารวมในการคำนวณ ดังนี้ (อนึ่ง สำหรับตัวอย่างการคำนวณค่า OEE สามารถตรวจสอบได้จากตัวอย่างที่ 1)

$$OEE = Performance\ Eff \times Availability \times Quality\ Rate \quad (1)$$

1. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) – เป็นค่าประสิทธิภาพที่พิจารณาจากจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้เทียบกับขีดความสามารถในการผลิตตาม Specification ของเครื่องจักร ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องจะบอกได้ว่าศักยภาพในการผลิตของเครื่องจักรนั้น ๆ สามารถผลิตได้อย่างเต็มกำลังหรือไม่ หรือเริ่มเสื่อมสภาพ หรือมีการตั้งค่าเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

$$Performance\ Eff = \frac{Good\ Piece + Bad\ Piece}{Specification's\ Capacity\ Piece} \quad (2)$$

2. อัตราการเดินเครื่อง (Availability) – เป็นค่าประสิทธิภาพที่พิจารณาความพร้อมผลิต (เวลาเดินเครื่องจริงหรือ Operating Time) จากช่วงเวลาภาระงานที่ใช้ในการผลิตจริง (Load Time) โดยหักลบเวลาสูญเสียที่ทำให้ต้องหยุดการผลิต (Down Time) ไปแล้ว ค่าอัตราเดินเครื่องจะบอกถึงความพร้อมของเครื่องจักรหรือผู้ปฏิบัติว่าสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องเพียงไร

$$Availability = \frac{Operating\ Time}{Load\ Time} \quad (3)$$

3. อัตราคุณภาพ (Quality Rate) – เป็นค่าประสิทธิภาพที่พิจารณาจากจำนวนชิ้นงานที่ได้จากการผลิต โดยพิจารณาจากชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบว่าเป็นชิ้นงานที่ใช้ได้ เทียบกับจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่ผลิตได้ ค่าอัตราคุณภาพจะบอกถึงประสิทธิภาพในด้านคุณภาพของการผลิตชิ้นงานว่าสามารถผลิตชิ้นงานได้โดยไม่มีชิ้นงานชำรุดเสียหาย หรือไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพได้หรือไม่

$$Quality\ Rate = \frac{Good\ Piece}{Good\ Piece + Bad\ Piece} \quad (4)$$

ตัวอย่างที่ 1

เครื่องจักรเครื่องหนึ่ง เดินเครื่องผลิตตลอด 24 ช.ม. โดยจะหยุดเพื่อบำรุงรักษาเครื่องสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรตามคู่มือสูงสุด (Machine Specification) ที่ 120 ชิ้นต่อชั่วโมง จากข้อมูลการผลิตบันทึกได้ว่า เครื่องจักรสามารถผลิตชิ้นงานได้ 100 ชิ้นต่อสัปดาห์ โดยมีชิ้นงานชำรุด 2 ชิ้น และเครื่องจักรมักจะหยุดเครื่องเนื่องจากความผิดพลาดของตัวเครื่องจักรเองรวมประมาณ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

จากข้อมูลข้างต้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

จะเห็นว่าค่า OEE จะเป็นผลมาจากปัจจัย 3 ด้าน ทั้งประสิทธิภาพการเดินเครื่อง อัตราการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ โดยปัจจัยทั้ง 3 ด้านจะมีผลมาจากตัวแปรหลายส่วน ทั้งในด้านคุณภาพของเครื่องจักร วัสดุที่นำมาผลิตชิ้นงาน ผลจากการบำรุงรักษาเครื่องจักร แผนการบริหารจัดการ รวมถึงความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติของผู้ปฏิบัติงานด้วย นอกเหนือจากนั้นจากค่าวัดในการผลิตที่นำมาประกอบในคำนวณค่า OEE จะแสดงให้เห็นว่า ผู้ควบคุมงานจะต้องพิจารณาค่าวัดทั้ง 3 ตัวประกอบกัน การที่จะพยายามเพิ่มค่าวัดเพียงค่าใดค่าหนึ่งให้สูงสุดอาจไม่ได้ทำให้ได้ค่า OEE สูงสุดก็เป็นได้ ดังแสดงในตัวอย่างที่ 2

$$Performance\ Eff = \frac{Good\ Piece + Bad\ Piece}{Specification's\ Capacity\ Piece} = \frac{100}{120} = 83.33\%$$

$$Availability = \frac{Operating\ Time}{Load\ Time} = \frac{(7 \times 24) - 2}{7 \times 24} = 98.81\%$$

$$Quality\ Rate = \frac{Good\ Piece}{Good\ Piece + Bad\ Piece} = \frac{100 - 2}{100} = 98\%$$

$$OEE = Performance\ Eff \times Availability \times Quality\ Rate \\ = 83.33\% \times 98\% \times 98.81\% = 80.69\%$$

ตัวอย่างที่ 2

โรงงานแห่งหนึ่ง ผู้จัดการโรงงานได้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงโรงงาน 4 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเมื่อได้ทดลองปฏิบัติจริงแล้วจะพบว่า แนวทางที่ 4 เป็นแนวทางที่ให้ค่า OEE ที่ดีที่สุด แม้ว่าจะไม่ได้มีค่าวัดที่ดีที่สุดในแต่ละด้าน เทียบกับแนวทางที่ 1-3 ก็ตาม

ตารางที่ 1 แนวทางการปรับปรุงโรงงานในกรณีตัวอย่างแบบต่าง ๆ

แนวทางที่	เป้าหมาย/ แนวทาง	การลงทุน	Performance Eff.	Availability	Quality Rate	OEE
1	ผลิตให้มากที่สุด เลือกเครื่องจักรคุณภาพดี ราคาแพง ลดเวลาบำรุงรักษาให้น้อยลง	สูงมาก (จากเครื่องจักร)	100%	70%	90%	63.0%
2	ผลิตให้ต่อเนื่องที่สุด เลือกเครื่องจักรคุณภาพปานกลาง เพิ่มเวลาบำรุงรักษาให้มาก	สูงมาก (จากค่าแรง)	75%	100%	90%	67.5%
3	ผลิตให้เสียน้อยที่สุด เลือกเครื่องจักรคุณภาพดี เพิ่มเวลาบำรุงรักษา ตรวจสอบการปรับตั้งทุกครั้งในทุกชิ้นงาน และหยุดเมื่อสงสัย	สูงมาก (จากค่าแรง และเวลาหยุด)	65%	90%	100%	58.5%
4	สมดุลในทุกองค์ประกอบ	ปานกลาง	90%	90%	90%	72.9%

จากตัวอย่างที่ 2 จะเห็นได้ว่า การลงทุนแต่เพียงเครื่องจักรที่ดีโดยละเลยปัจจัยอื่นๆ เช่น การบำรุงรักษาหรือการฝึกอบรมบุคลากรจะไม่ทำให้เกิดสมรรถนะที่ดีในการผลิต เช่นเดียวกับการให้ความสำคัญในการบำรุงรักษามากเกินไป หรือการพยายามควบคุมไม่ให้มีชิ้นงานเสียโดยไม่ใช้เครื่องจักรให้เต็มศักยภาพก็ไม่ได้ทำให้เกิดสมรรถนะในการผลิตที่ดีเช่นกัน การควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและสมดุลจึงจะให้สมรรถนะที่ดีที่สุด ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

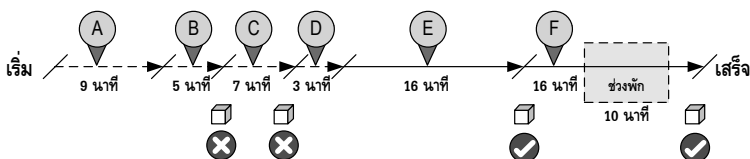
การหาค่า OEE ในทางปฏิบัติ

ในการหาค่า OEE ในทางปฏิบัตินั้น ไม่สามารถทำได้โดยง่ายนัก ผู้ควบคุมการผลิตจำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนในการเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานในทุกส่วนจึงจะคำนวณหาค่า OEE ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการหาอัตราเดินเครื่อง (Availability) ที่จำเป็นต้องหาอัตราสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดกระบวนการ เช่น เวลาในการหยุดซ่อม เวลาในการตั้งเครื่อง เวลาในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน หรือแม้กระทั่งเวลาในการจัดบันทึกข้อมูลการผลิตด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วมีความหลากหลายในแนวทางปฏิบัติจริงรวมถึงมีความไม่แน่นอนสูง ในบางครั้งอาจขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ควบคุมงาน ความยืดหยุ่นของกระบวนการทำงาน หรือแม้แต่อาจขึ้นกับความเที่ยงตรงของนาฬิกาของผู้ดับบันทึกแต่ละคนก็เป็นได้ ซึ่งจากข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ในการหาค่า OEE จึงทำให้เกิดภาระงานขึ้นเป็นอย่างมากทั้งกับผู้ปฏิบัติงานหน้าเครื่องจักร และกับผู้รวบรวมข้อมูลในการสรุป การนำค่า OEE ที่ถูกต้องตามหลักการทั้งหมดจึงยังคงเป็นแนวทางในทางทฤษฎี โดยปกติแล้วการคำนวณค่า OEE ในทางปฏิบัติจะต้องถูกกำหนดให้มีเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินการเฉพาะ ซึ่งอาจมีรายละเอียดในการเก็บข้อมูลค่าของตัวแปรต่างๆ ที่อาจมีรูปแบบที่ไม่แน่นอนขึ้นกับผู้ปฏิบัติการ ดังนั้น การเปรียบเทียบค่า OEE ของผู้ปฏิบัติการท่านหนึ่งเทียบอีกท่านหนึ่งจึงอาจทำได้ยาก รวมถึงหากมีการเปลี่ยนผู้คำนวณค่า OEE ก็อาจมีกระบวนการนำค่าตัวแปรต่างๆ มาคิดที่อาจแตกต่างจากผู้คำนวณท่านก่อนๆ ได้ รายละเอียดเบื้องต้นสามารถตรวจสอบได้ดังในตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 3

สมมติว่าโรงงานแห่งหนึ่งต้องการผลิตชิ้นงาน 2 ชิ้น บนเครื่องจักรที่มีความสามารถในการผลิตสูงสุด 1 ชิ้นงานต่อเวลา 10 นาที โดยมีการใช้เวลาในการผลิตแสดงดังรูปที่ 2 และตารางที่ 2



แผนภาพที่ 2 ตัวอย่างการใช้เวลาในการผลิตคำสั่งการผลิตหนึ่งของโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 2 คำอธิบายกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลาของตัวอย่างที่ 3

ลำดับ	คำอธิบาย	เวลาที่ใช้ (นาที)
A	ช่วงปรับตั้งเครื่องจักร	9
B	ช่วงทดลองผลิตชิ้นงาน หลังการปรับตั้ง อย่างไรก็ตามการปรับตั้งไม่เหมาะสม จึงเกิดชิ้นงานเสียเกิดขึ้น (ชิ้นงานที่ 1) (ผู้ปฏิบัติการยกเลิกก่อนที่จะผลิตเสร็จ)	5
C	ผู้ปฏิบัติการปรับตั้งเครื่องจักรอีกครั้ง และทดลองผลิตชิ้นงานอีกครั้ง อย่างไรก็ตามก็ยังคงพบว่าการปรับตั้งยังไม่เหมาะสม จึงเกิดชิ้นงานเสียเกิดขึ้น (ชิ้นงานที่ 2)	7
D	ผู้ปฏิบัติการปรับตั้งเครื่องจักรอีกครั้ง	3
E	ผลิตชิ้นงานดี ชิ้นที่ 1 (เป็นลำดับชิ้นงานที่ 3)	16
F	ผลิตชิ้นงานดี ชิ้นที่ 2 (เป็นลำดับชิ้นงานที่ 4) ในระหว่างที่ผลิตชิ้นงานนั้น การผลิตคาบเกี่ยวกับช่วงพักของผู้ปฏิบัติงาน แต่ผู้ปฏิบัติงานท่านนี้เลือกที่จะไม่พักเพื่อที่จะผลิตต่อจนเสร็จ	16
ระยะเวลาที่ใช้รวม		56

จากรูปแบบการผลิตในตัวอย่างข้างต้น ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการคำนวณค่า OEE เป็นอย่างยิ่ง มีรูปแบบการคำนวณค่า OEE ที่หลากหลายตามแต่ละวิศวกรควบคุมงานจะเลือกใช้ ดังแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แนววิธีการคิดเพื่อนำค่าของตัวแปรในการผลิตมาคำนวณหาค่า OEE ของตัวอย่างที่ 3

วิธีการคิดที่	สมมติฐานของวิศวกรผู้ควบคุมงาน	ค่าที่นำไปคำนวณ
1	ชิ้นงานที่คำนวณ ควรรวมชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการปรับตั้งชิ้นงานด้วย เนื่องจากเป็นความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติการในการปรับตั้ง	ชิ้นงานดี = 2 ชิ้น ชิ้นงานเสีย = 2 ชิ้น
2	ชิ้นงานที่คำนวณ ไม่ควรรวมชิ้นงานที่เกิดขึ้นในระหว่างการปรับตั้งชิ้นงาน เนื่องจากไม่ได้มีวัตถุประสงค์ในการผลิตจริง เป็นชิ้นงานทดลองที่ไม่ควรนับอยู่แล้ว และการปรับตั้งถือเป็นขั้นตอนปกติ	ชิ้นงานดี = 2 ชิ้น ชิ้นงานเสีย = 0 ชิ้น
3	เวลาที่ใช้ในการผลิตและเวลาเดินเครื่อง ควรนับจากเวลาที่เริ่มผลิตจนถึงสิ้นสุดจริงๆ (รวมช่วงเวลาดังเครื่อง) และถ้ามีการผลิตคาบเกี่ยวช่วงหยุดพัก ก็ควรนับรวมไปด้วย	เวลารับภาระงาน (Load Time) = 56 นาที เวลาเดินเครื่อง (Operating Time) = 56 นาที
4	เวลาที่ใช้ในการผลิตและเวลาเดินเครื่อง ควรนับจากเวลาที่เริ่มผลิตจนถึงสิ้นสุดจริงๆ (รวมช่วงเวลาดังเครื่อง) แต่ไม่ควรรวมช่วงหยุดพัก เนื่องจากการหยุดตามแผน	เวลารับภาระงาน (Load Time) = 46 นาที เวลาเดินเครื่อง (Operating Time) = 46 นาที
5	เวลาเดินเครื่อง ไม่ควรนับเวลาดังเครื่อง เวลาดังเครื่องควรมองเป็นเวลาที่ยุติเครื่องอันเนื่องจากเหตุไม่พึงประสงค์ (Down Time) เนื่องจากการเป็นช่วงเวลาที่ไม่ได้ตั้งใจผลิตชิ้นงานจริง อย่างไรก็ตามก็ควรรวมช่วงหยุดพักไปด้วยถ้ามีการผลิตในช่วงพัก	เวลารับภาระงาน (Load Time) = 56 นาที เวลาเดินเครื่อง (Operating Time) = 32 นาที
6	เวลาเดินเครื่อง ไม่ควรนับเวลาดังเครื่อง เวลาดังเครื่องควรมองเป็นเวลาที่ยุติเครื่องอันเนื่องจากเหตุไม่พึงประสงค์ (Down Time) เนื่องจากการเป็นช่วงเวลาที่ไม่ได้ตั้งใจผลิตชิ้นงานจริง และไม่ควรรวมช่วงหยุดพักไปด้วยแม้จะมีการผลิตในช่วงพัก	เวลารับภาระงาน (Load Time) = 56 นาที เวลาเดินเครื่อง (Operating Time) = 22 นาที
7	ความสามารถในการผลิต (Specification Capacity) ควรคำนวณจากเวลารับภาระงาน (Load Time)	หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 3 = 56 นาที หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 4 = 46 นาที หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 5 = 56 นาที หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 6 = 56 นาที
8	ความสามารถในการผลิต (Specification Capacity) ควรคำนวณจากเวลาเดินเครื่อง (Operating Time)	หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 3 = 56 นาที หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 4 = 46 นาที หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 5 = 32 นาที หากอ้างอิงสมมติฐานที่ 6 = 22 นาที

จากรูปแบบแนวความคิดที่หลากหลายนั้น สามารถนำไปคำนวณหาค่าวัดการผลิตรายได้หลากหลายรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 4-6 และสามารถคำนวณหาค่า OEE ได้หลายค่าขึ้นกับรูปแบบแนวความคิดที่เลือกใช้ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 4 ค่า Performance Efficiency ที่คำนวณได้จากแนววิธีการคิดต่างๆ ของตัวอย่างที่ 3

รูปแบบการคำนวณที่	สมมติฐานที่นำมาคิด ค่า Good Piece, Bad Piece	สมมติฐานที่นำมาคิด ค่า Specification Capacity	Performance Efficiency
P1	1	7 และ 3 8 และ 3	$= \frac{(2+2)}{\frac{56}{10}} = 71.43\%$
P2	1	7 และ 4 8 และ 4	$= \frac{(2+2)}{\frac{46}{10}} = 86.96\%$
P3	2	7 และ 5 7 และ 6	$= \frac{(2+0)}{\frac{56}{10}} = 35.71\%$
P 4	2	8 และ 5	$= \frac{(2+0)}{\frac{32}{10}} = 62.50\%$
P5	2	8 และ 6	$= \frac{(2+0)}{\frac{22}{10}} = 90.91\%$

ตารางที่ 5 ค่า Availability ที่คำนวณได้จากแนววิธีการคิดต่างๆ ของตัวอย่างที่ 3

รูปแบบการคำนวณที่	สมมติฐานที่นำมาคิด ค่า Operating Time, Load Time	Availability
A1	3	$= \frac{56}{56} = 100.00\%$
A2	4	$= \frac{46}{46} = 100.00\%$
A3	5	$= \frac{32}{56} = 57.14\%$
A4	6	$= \frac{22}{56} = 32.29\%$

ตารางที่ 6 ค่า Quality Rate ที่คำนวณได้จากแนววิธีการคิดต่างๆ ของตัวอย่างที่ 3

รูปแบบการคำนวณที่	สมมติฐานที่นำมาคิดค่า Good Piece, Bad Piece	Quality Rate
Q1	1	$= \frac{2}{(2+2)} = 50.00\%$
Q2	2	$= \frac{2}{(2+0)} = 100.00\%$

ตารางที่ 7 ค่า OEE ที่คำนวณได้จากแนววิธีการคิดต่างๆ ของตัวอย่างที่ 3

รูปแบบการคำนวณที่	Performance Eff.	Availability	Quality Rate	OEE
OEE1	P1 (71.43%)	A1 (100.00%)	Q1 (50.00%)	35.72%
OEE2	P2 (86.96%)	A2 (100.00%)	Q1 (50.00%)	43.48%
OEE3	P3 (35.71%)	A3 (57.14%)	Q2 (100.00%)	20.40%
OEE4	P3 (35.71%)	A4 (32.29%)	Q2 (100.00%)	11.53%
OEE5	P4 (62.50%)	A3 (57.14%)	Q2 (100.00%)	35.71%
OEE6	P5 (90.91%)	A4 (32.29%)	Q2 (100.00%)	29.35%

จากข้อมูลข้างต้น สามารถแสดงให้เห็นได้ว่า ค่า OEE นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่ 11.53% ถึง 43.48% ขึ้นกับสมมติฐานในการนำค่าในการผลิตมาใช้ในการคำนวณ การคำนวณค่า OEE ในทางปฏิบัติจึงคำนวณได้ค่อนข้างยากโดยเฉพาะเมื่อต้องวัดค่าหลายจุดโดยผู้คำนวณที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัตินั้นหากมีการผลิตชิ้นงานจำนวนมากใน 1 ชุดคำสั่ง ช่วงความไม่แน่นอนของค่า OEE จะแคบลงกว่าที่แสดงในตัวอย่างที่ 3 แต่การบันทึกช่วงเวลา (ช่วง A-F) โดยผู้ปฏิบัติการก็ทำได้ยากกว่าเช่นกัน

นอกเหนือจากสถานการณ์ที่ทำให้เกิดสมมติฐานต่างๆ ที่แสดงในตัวอย่างที่ 3 นั้น ในทางปฏิบัติยังมีอีกหลากหลายสถานการณ์ที่จะทำให้การคำนวณค่า OEE ยากยิ่งขึ้น เช่น

- การผลิตชิ้นงานในช่วงเวลาบำรุงรักษา
- การผลิตชิ้นงานต่อในช่วงเลิกงาน หรือผลิตชิ้นงานเพิ่มโดยไม่มี การบันทึก (เพื่อสร้างตัวเลข OEE ที่ดี)
- การผลิตชิ้นงานในช่วงเวลาพัก แต่ชิ้นงานนั้นชำรุด จะนับชิ้นงานเสียหรือไม่
- การผลิตชิ้นงานคาบเกี่ยวในช่วงเวลาพัก และการผลิตเสร็จสิ้นในช่วงพัก
- ผู้ปฏิบัติการสั่งผลิตในช่วงพัก และผลิตเสร็จในช่วงเวลาปกติ
- การบันทึกข้อมูลการผลิตย้อนหลังโดยใช้การประมาณเวลาและจำนวน
- การประมาณขีดจำกัดของเครื่องจักรเองโดยผู้ปฏิบัติงานในเครื่องจักรบางประเภท เช่น CNC
- การใช้เครื่องจักรมือสอง หรือเครื่องจักรที่ผ่านการฟื้นฟูสภาพเครื่อง (Retrofit) จะใช้ค่าขีดความสามารถในการผลิตค่าใด
- ฯลฯ

สถานการณ์ข้างต้นนั้น ล้วนทำให้เกิดความยากลำบากในการคำนวณและเก็บค่าการวัดทั้งสิ้น รวมถึงอธิบายได้ยากว่ารูปแบบการคำนวณใดเป็นรูปแบบที่ถูกต้องที่สุด อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญกว่ารูปแบบการคำนวณคือจะต้องใช้สมมติฐานการคำนวณที่เหมือนกันในทุกๆ ครั้งและทุกๆ ส่วนในการผลิตที่ต้องการวัด เพื่อที่จะสามารถนำมาเปรียบเทียบวัดผลได้ กระบวนการวัดค่า OEE ด้วย Spy OEE จึงได้ถูกนำเสนอขึ้น โดยมีการประยุกต์นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาวัดจำนวนชิ้นงานโดยใช้คู่กับข้อมูลพฤติกรรมเวลาที่ใช้ในการผลิตแทน เพื่อลดความยุ่งยากและสร้างมาตรฐานการคำนวณให้เป็นแบบเดียวกันทั้งหมดทุกส่วน

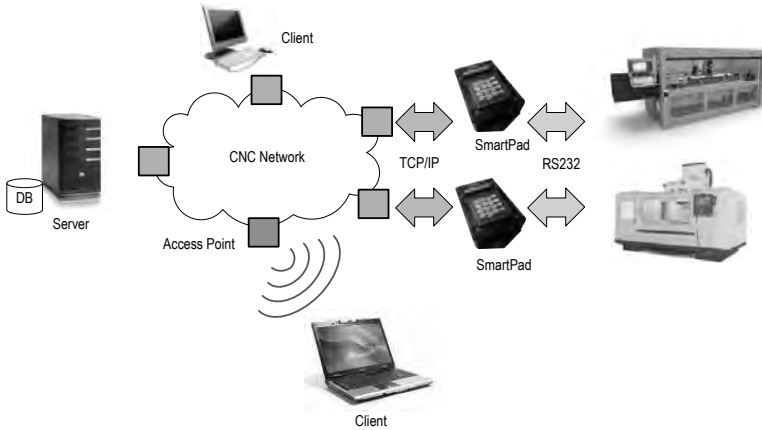
การหาค่า OEE จากพฤติกรรมเวลา ด้วยกระบวนการ Spy OEE

ด้วยข้อจำกัดในการหาค่า OEE ซึ่งจำเป็นต้องผ่านกระบวนการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานทุกส่วน รวมถึงความไม่แน่นอนในการคำนวณซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามแต่ผู้คำนวณ กระบวนการวัดค่า OEE ด้วยกระบวนการหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมจากพฤติกรรมเวลา (Spy OEE) จึงถูกคิดค้นขึ้นโดยอาศัยพฤติกรรมเวลาที่ใช้ในการผลิตของชิ้นงานแต่ละชิ้น ผสมผสานกับเทคโนโลยีด้านสมองกล (Embedded System) โดยมีเป้าหมายสำคัญในการเก็บสลิปคั่น และแปลงข้อมูลเวลาให้เป็นข้อมูลที่สื่อถึงพฤติกรรมได้ [3], [5] ทั้งนี้ Spy OEE จะเก็บบันทึกข้อมูลใน 5 ส่วนประกอบใหญ่ๆ ดังนี้

1. จำนวนชิ้นงานดีและชำรุด
2. ความสามารถในการผลิตสูงสุด
3. ระยะเวลาในการผลิตทั้งหมด
4. ระยะเวลาที่กำหนดให้หยุดเครื่องตามแผน
5. ระยะเวลาในการเดินเครื่องจริงหรือเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้น

จากส่วนประกอบข้างต้นจะพบว่ามียังเวลาในการเดินเครื่องและเวลาสูญเสียเท่านั้นที่เป็นข้อมูลที่ทำได้ยากในทางปฏิบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้นุขย์เป็นผู้เก็บข้อมูล การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการตรวจสอบตามกระบวนการของ Spy OEE จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมกว่า สำหรับภาพรวมในการทำงานหลังการผสมผสานระบบแสดงดังแผนภาพที่ 3 ซึ่งเป็นการนำไปประยุกต์ใช้งานในการผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักร CNC (อนึ่งสำหรับการนำไปใช้ในการผลิตในลักษณะอื่นๆ สามารถปรับเปลี่ยนรายละเอียดได้ ซึ่งการนำไปใช้จะมีขั้นตอนการทำงานคล้ายกัน)

เครื่องจักรในสายการผลิตจะถูกติดตั้ง Sensor การตรวจนับชิ้นงาน ติดตั้ง Switch แจ้งชิ้นงานเสีย และติดตั้งอุปกรณ์สมองกล (ในที่นี้เรียกว่า SmartPad) สำหรับส่งข้อมูลแจ้งไปยังเครื่อง Server ทุกครั้งที่มีการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น ซึ่งเครื่อง Server จะใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการหาค่า OEE ต่อไป



แผนภาพที่ 3 : ภาพรวมการทำงานหลังการผสมผสานระบบการผลิตเข้ากับระบบสมองกล



แผนภาพที่ 4 : Sensor นับชิ้นงานที่ติดตั้งที่เครื่องจักร ข้อมูลจะถูกส่งไปที่ SmartPad ก่อนที่ SmartPad จะส่งให้กับ Server ต่อไป



แผนภาพที่ 5 : อุปกรณ์ SmartPad สำหรับตรวจนับชิ้นงานจาก Sensor การติดตั้ง และเครื่อง Server ที่ติดตั้งโปรแกรม

ขั้นตอนการทำงานของการทำงานค่าประสิทธิภาพโดยรวมจากพฤติกรรมเวลา (Spy OEE) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

1. ขั้นตอนที่ 1: ขั้นตอนการกำหนดค่าการทำงานเริ่มต้น ดำเนินการโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน – เป็นการกำหนดค่าตั้งการทำงานที่จำเป็นที่เครื่อง Server โดยกำหนดเพียงครั้งแรกเพียงครั้งเดียว ซึ่งประกอบด้วย

- กำหนดความสามารถในการผลิต (Specification's Capacity Piece)
- กำหนดช่วงเวลาปกติที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน (Minimum Piece Interval)
- กำหนดช่วงเวลาการหยุดพักตามแผนในระหว่างการผลิต (Plan Shutdown)
- กำหนดช่วงระยะเวลาทิ้งช่วงที่แสดงว่าการผลิตสิ้นสุด (Stop Interval) โดยกำหนดเป็นค่าสูงสุด หากการผลิตชิ้นงานใด ๆ ใช้เวลาผลิตมากกว่าช่วงเวลานี้ (ไม่นับรวมช่วงพักตามแผน) จะถือว่าการผลิตนั้นสิ้นสุด
- กำหนดผู้ปฏิบัติการผลิตในแต่ละกะ

2. ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นตอนการป้อนข้อมูลคำสั่งการผลิต ดำเนินการโดยผู้ปฏิบัติงานหน้าเครื่อง – เป็นขั้นตอนก่อนเริ่มการผลิต โดยต้องป้อนรายละเอียดคำสั่งการผลิตที่เครื่อง SmartPad ซึ่งประกอบด้วย

- กำหนดรหัสชิ้นงานที่ต้องการผลิต (Part ID) – เป็นข้อมูลประกอบรายงานเท่านั้น
- กำหนดเป้าหมายชิ้นงานในการผลิต (Target Piece) – เป็นข้อมูลประกอบรายงานเท่านั้น

3. ขั้นตอนที่ 3 : ขั้นตอนการเก็บพฤติกรรมเวลาอัตโนมัติ – เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการโดยอัตโนมัติ ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องจดบันทึกค่าใด ๆ ทั้งสิ้น โดยทุกครั้งที่มีการผลิต 1 ชิ้นงาน อุปกรณ์ SmartPad จะส่งสัญญาณไปยังเครื่อง Server โดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามผู้ปฏิบัติงานจะต้องกดปุ่มเพื่อแจ้งไปยัง Server หากชิ้นงานที่เพิ่งผลิตเสร็จเป็นชิ้นงานเสีย

จากขั้นตอนข้างต้น การดำเนินการเพื่อเก็บค่าจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อการปฏิบัติงานตามปกติ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานก็อาจจะไม่ทราบด้วยว่าได้ดำเนินการตามกระบวนการเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการหาค่า OEE แล้ว (เป็นที่มาของชื่อ Spy OEE) ขั้นตอนแรกเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นซึ่งทำเพียงครั้งเดียว ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นขั้นตอนที่โดยปกติผู้ปฏิบัติต้องดำเนินการตามใบคำสั่งผลิตอยู่แล้ว เพียงแต่ต้องป้อนข้อมูลผ่านอุปกรณ์ SmartPad เพียง 2 ข้อมูลเท่านั้น หลังจากนั้นผู้ปฏิบัติงาน

และวิศวกรผู้ควบคุมงานจะไม่ต้องดำเนินการใดๆ เพิ่มเติม ยกเว้นการแจ้งชิ้นงานเสีย (ซึ่งปกติจะมีน้อยมาก) จึงไม่เป็นการรบกวนต่อการทำงานปกติ

ในส่วนของการแปลข้อมูลที่ได้รับเป็นค่าประสิทธิภาพโดยรวมนั้น Spy OEE จะอาศัยพฤติกรรมเวลาในแต่ละรูปแบบการผลิตที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างกระบวนการผลิต พฤติกรรมเวลาในแต่ละรูปแบบจะบอกได้ถึงลักษณะการทำงาน ลักษณะการผลิตชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนได้ถึงจำนวนชิ้นงานและเวลาสูญเสียในการผลิต (ซึ่งเป็นส่วนที่หาได้ยากที่สุดในกระบวนการผลิต) ได้จากข้อมูลเวลาที่ใช้ในการผลิต แต่ละชิ้นงานจะถูกจัดกลุ่มของพฤติกรรมเวลาเป็น 6 กลุ่มใหญ่ๆ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กลุ่มพฤติกรรมเวลาที่ตรวจได้จากกระบวนการ Spy OEE

กลุ่มที่	กลุ่มพฤติกรรมเวลา	เงื่อนไขการพิจารณา
1	การปรับตั้งเครื่องเริ่มต้นและผลิตชิ้นงานแรก	เป็นชิ้นงานแรก (ปกติจะรวมเวลาตั้งเครื่องไปด้วย) จะนับชิ้นงานหากใช้เวลามากกว่า Minimum Piece Interval แต่ไม่นับเวลาในช่วงนี้มาคำนวณ
2	การทดลองเครื่อง จะไม่นับชิ้นงานในช่วงเวลานี้	ใช้เวลาผลิตน้อยกว่า Minimum Piece Interval
3	การผลิตชิ้นงานดี	ใช้เวลาผลิตมากกว่า Minimum Piece Interval ยกเว้นชิ้นงานแรกจะไม่ได้อยู่ในกลุ่มนี้
4	การผลิตชิ้นงานเสีย	มีการกดปุ่มแจ้งว่าชิ้นงานที่เพิ่งผลิตเป็นชิ้นงานเสีย
5	การผลิตชิ้นงานหลังชิ้นงานเสีย	กรณีที่มีชิ้นงานเสียเกิดขึ้น เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานชิ้นถัดไปจะถืออยู่ในพฤติกรรมเวลานี้ (เพราะอาจต้องมีการตั้งเครื่องใหม่ด้วย)
6	การผลิตที่คาบช่วงพัก	เวลาที่ผลิตคาบเกี่ยวช่วงเวลาที่หยุดพัก (Plan Shutdown)

จากตารางข้างต้น ในกลุ่มที่ 1, 3 - 4 จะทำให้ทราบได้ถึงจำนวนชิ้นงานดีและชิ้นงานชำรุด และในกลุ่มที่ 1, 2, 4 และ 5 นั้นเป็นช่วงเวลาที่ดีได้ว่ามีช่วงเวลาสูญเสียเกิดขึ้น (Spy OEE ถือว่าการตั้งเครื่องเป็นเวลาที่สูญเสีย) ทั้งนี้ในกลุ่มที่ 6 จัดเป็นกรณีพิเศษ เนื่องจากผลิตในช่วงที่วางแผนไว้ล่วงหน้าแล้วว่าจะไม่มีการผลิต ซึ่ง Spy OEE จะไม่นับเวลาการผลิตที่ใช้ในช่วงพักตามแผนเป็นเวลาที่ใช้ผลิตจริง

จากข้อมูลที่ถูกเก็บในระบบข้างต้น ในส่วนของการหาอัตราคุณภาพ (Quality Rate) จะคำนวณจากชิ้นงานดีและเสียตามปกติ ซึ่งเช่นเดียวกับการหาค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) ที่จะนำความสามารถในการผลิตสูงสุดมาพิจารณาคู่กับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด ดังสมการที่ 1 และ 2 แต่ในส่วนของการหาอัตราเดินเครื่อง Availability) นั้น จะพิจารณาจากสมการที่ 3 โดยใช้สมการ 5 และ 6 เพิ่มเติมดังนี้

$Operating\ Time = (\text{ค่าเฉลี่ยของเวลาในกลุ่มที่ 3 (การผลิตชิ้นงานดี) (จำนวนชิ้นงานดี + จำนวนชิ้นงานเสีย)}) - \text{เวลาที่ใช้ผลิตในช่วงหยุดพักตามแผน (5)}$

$Load\ Time = (\text{เวลาเริ่มผลิต} - \text{เวลาที่ผลิตเสร็จ}) - \text{เวลาหยุดพักตามแผน} \quad (6)$

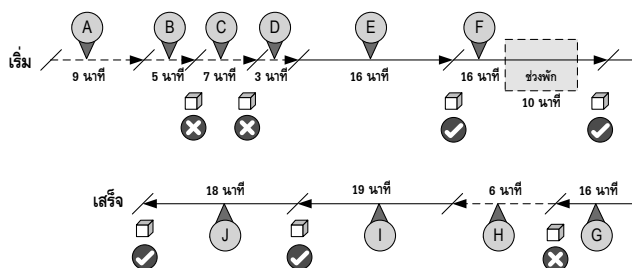
$Specification's\ Capacity\ (Piece) = \frac{Operating\ Time}{Specification's\ Capacity\ (Time / Piece)} \quad (7)$

จากสมการข้างต้นจะพบว่า เวลาที่ใช้ปฏิบัติงานจริง (Operating Time) สามารถประมาณได้จากเวลาเฉลี่ยในการผลิตชิ้นงานดีคูณกับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด ไม่นับรวมเวลาที่ใช้ผลิตในช่วงหยุดพักตามแผน (Spy OEE ถือว่าชิ้นงานดีหรือชิ้นงานเสียต้องผ่านกระบวนการผลิตที่เหมือนกัน แต่จะไม่นำเวลาของชิ้นงานเสียมาหาค่าเฉลี่ยเพราะช่วงเวลานั้นจะรวมเวลาหยุดเครื่องเนื่องจากเหตุขัดข้องหรือ Down Time เข้าไปด้วย) ซึ่งเมื่อได้เวลาที่ใช้ปฏิบัติงานจริง (Operating Time) แล้ว เมื่อนำไปลบกับเวลาที่รับภาระเครื่อง (Load Time) จะสามารถประมาณเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการได้ (ทั้งในส่วนของการตั้งเครื่อง การปรับแก้ ฯลฯ) โดยที่ผู้ปฏิบัติการไม่ต้องจดบันทึกค่าใด ๆ เลย อนึ่ง Spy OEE จะไม่รวมเวลาที่หยุดพักตามแผน ซึ่งถือเป็นช่วงเวลาที่ยืดหยุ่นได้ และโดยปกติจะไม่มีการผลิตในช่วงเวลาพักอยู่แล้ว ด้วย การผลิตที่คาบเกี่ยวในช่วงเวลาหยุดตามแผนปกติจะเกิดขึ้นน้อยและมีผลต่อการคำนวณไม่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวนชิ้นงานที่ผลิตมีเป็นจำนวนมาก

อนึ่งจะสังเกตได้ว่า Spy OEE จะไม่นับชิ้นงานในช่วงเวลาทดลองเครื่องในกลุ่มที่ 2 (ทั้งในช่วงเริ่มการผลิตหรือในระหว่างการแก้ไขเครื่องในระหว่างการผลิต) ซึ่งในช่วงเวลานี้มักจะจำเป็นต้องมีการทำงานที่ทำให้ Sensor ตรวจจับได้ว่ามีชิ้นงาน (ทั้งที่มีจริงหรือไม่จริงก็ได้) เช่น การเปิดประตูเครื่อง CNC ซึ่งหากติด Sensor นับชิ้นงานจากการเปิดประตูจะมีสัญญาณว่ามีชิ้นงานเกิดขึ้นทันที อย่างไรก็ตามการปฏิบัติงานในช่วงนี้มักเป็นทดสอบฟังก์ชันการทำงานซึ่งใช้เวลาเพียงสั้น ๆ ต่อการสัญญาณนับชิ้นงาน เช่น การเปลี่ยนไบมีด และตั้งตำแหน่งไบมีด ที่จำเป็นต้องเปิด/ปิดประตูเครื่อง CNC ก่อนจึงจะทดสอบได้ เมื่อผู้ปฏิบัติงานพบว่าใช้ได้ก็หยุด เพื่อดึงค่าขึ้นต่อหรือเริ่มการผลิตต่อไป สัญญาณนับชิ้นงานในช่วงนี้จึงถือว่าเป็นสัญญาณนับชิ้นงานที่ไม่ถูกต้อง ซึ่ง Spy OEE จะไม่นับชิ้นงานในช่วงเวลานี้โดยตรวจสอบจากเวลาในการผลิตชิ้นงานนั้น ๆ หากน้อยกว่าค่า ๆ หนึ่งที่กำหนดโดยผู้ปฏิบัติงานก็จะถือว่าเป็นช่วงการทดสอบ ไม่มีการนับชิ้นงาน

ตัวอย่างที่ 4

ต่อเนื่องจากตัวอย่างที่ 3 สมมติว่าโรงงานแห่งหนึ่งต้องการผลิตชิ้นงาน 4 ชิ้นบนเครื่องจักรที่มีความสามารถในการผลิตสูงสุด 1 ชิ้นงานต่อเวลา 10 นาที โดยมีการใช้เวลาในการผลิตแสดงดังรูปที่ 6 และตารางที่ 9 โรงงานแห่งนี้ได้เปลี่ยนไปใช้กระบวนการตรวจวัดด้วย Spy OEE โดยกำหนดให้ช่วงเวลาปกติที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน (Minimum Piece Interval) อยู่ที่ 12 นาที ระยะเวลาพักตามแผน (Planned Shutdown) 10 นาที และระยะเวลาทิ้งช่วงที่แสดงว่าการผลิตสิ้นสุด (Stop Interval) 45 นาที อนึ่ง Sensor จะติดที่ประตูเครื่องจักร ข้อมูลเวลาและชิ้นงานจะถูกส่งไปยัง Server ทุกครั้งเมื่อมีการเปิดประตู และเจ้าหน้าที่ต้องกดปุ่มแจ้งชิ้นงานเสียทุกครั้งที่มีการเปิดประตูเครื่องแล้วพบว่าชิ้นงานนั้นๆ ใช้ไม่ได้



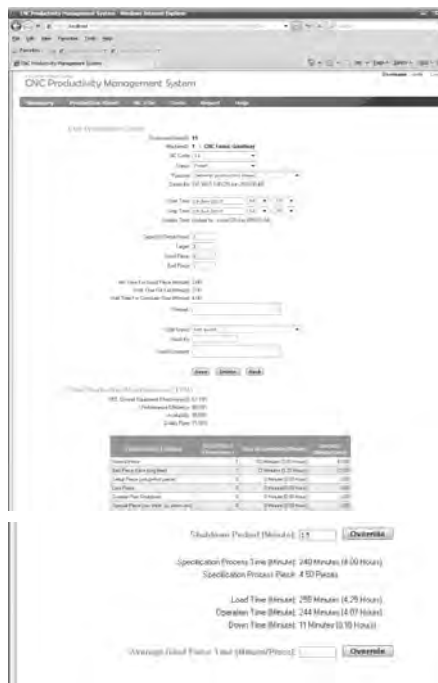
แผนภาพที่ 6 : ตัวอย่างการใช้เวลาในการผลิตคำสั่งการผลิตหนึ่งของโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 9 คำอธิบายกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลาของตัวอย่างที่ 4 (ต่อเนื่องจากตัวอย่างที่ 3)

ลำดับ	คำอธิบาย	เวลาที่ใช้ (นาที)
A-F	เหมือนกับตารางที่ 2	56
G	ผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นงานที่ 5 แต่พบว่าชิ้นงานไม่ผ่าน	16
H	ผู้ปฏิบัติการปรับตั้งเครื่องจักรอีกครั้ง	6
I	ผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นงานดีที่ 3 (เป็นลำดับชิ้นงานที่ 6)	19
J	ผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นงานดีที่ 4 (เป็นลำดับชิ้นงานที่ 7)	18
	ระยะเวลาที่ใช้รวม	115

จากตัวอย่างข้างต้นจะพบว่า เมื่อเริ่มการผลิตจากช่วง A ไปยังช่วง J นั้น เกิดชิ้นงานดี 4 ชิ้นและชิ้นงานเสีย 2 ชิ้น (Spy OEE จะถือว่ามีชิ้นงานเสีย 2 ชิ้น เนื่องจากชิ้นงานหนึ่งใช้เวลาน้อยกว่าค่าตั้งจึงถือเป็นช่วงทดลองมากกว่าการเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตจริง) โดยเมื่อผลิตเสร็จแล้ว เมื่อทิ้งเครื่องให้หยุดนานกว่า 45 นาที (ตามค่าตั้ง) (หรืออาจกดปุ่มที่ SmartPad แทนก็ได้) Spy OEE จะถือว่าสิ้นสุดคำสั่งการผลิตนั้น ๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากรูปแบบการทำงานของ Spy OEE แล้วจะพบว่าผู้ปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องจดบันทึกค่าใด ๆ เลย ทำให้เกิดความสะดวกในการปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก รวมถึงรูปแบบการจดบันทึกและคำนวณค่าอยู่บนมาตรฐานเดียวกัน ค่าที่ได้จึงเป็นค่าที่อ้างอิงได้ตลอด อย่างไรก็ตาม Spy OEE ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ไม่สามารถผลิตชิ้นงานเพียงชิ้นงานเดียวได้ เป็นต้น

ในการทำงานส่วน Server นั้น ข้อมูลจากหน้างานจะถูกส่งผ่านอุปกรณ์ Smart-Pad ไปเก็บที่ฐานข้อมูลในเครื่อง Server โดยจะมีการแยกเก็บกลุ่มเวลาในแต่ละกลุ่มพฤติกรรมเวลา ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบได้จากหน้าต่างการทำงานของระบบ ดังแสดงในแผนภาพที่ 7 ค่าสั่งการผลิตจะถูกสร้างขึ้นในระบบอัตโนมัติเมื่อป้อนรหัสชิ้นงาน (PartID) ผ่านทาง SmartPad (ซึ่งระบบจะเปิดโอกาสให้วิศวกรผู้ควบคุมงานสามารถปรับแก้รายละเอียดข้อมูลที่บันทึกอีกครั้งหนึ่งได้ด้วย) ด้วยการทำงานในลักษณะนี้จะเป็นการผสมผสานการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการวัด ทำให้การเก็บบันทึกค่าการผลิตไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป

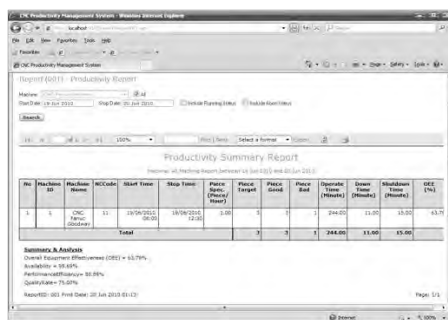


แผนภาพที่ 7 : ภาพโปรแกรมส่วนการเก็บข้อมูลเวลารวมในแต่ละกลุ่มพฤติกรรมเวลา
 ในการผลิตของ 1 คำสั่งผลิต

นอกเหนือจากนั้น ด้วยลักษณะกระบวนการทำงานของ Spy OEE ยังทำให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งในการตรวจสอบสถานะของการผลิตโดยรวม ณ เวลาปัจจุบัน รวมถึงการจัดทำรายงานสรุปสถานะในการผลิตได้ทันทีอีกด้วยผ่านระบบเครือข่ายภายใน ดังแสดงในแผนภาพที่ 8 และ 9



แผนภาพที่ 8 : ภาพโปรแกรมส่วนแสดงสถานะของการผลิตในปัจจุบันของทุกเครื่องจักร



แผนภาพที่ 9 : ภาพโปรแกรมรายงานสรุปสถานะของการผลิต

ผลการประเมินในการนำกระบวนการ Spy OEE ไปใช้งานจริง

จากการทดลองนำกระบวนการหาค่า OEE ด้วย Spy OEE ไปใช้งานจริงในโรงงานผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าแห่งหนึ่ง โดยปรับปรุงระบบการผลิตของเครื่องจักร CNC ให้เป็นไปตามกระบวนการ Spy OEE สามารถประเมินผลการนำไปใช้งานจริงที่จำนวนชิ้นงานผลิตเฉลี่ย 100 ชิ้นงานต่อคำสั่งผลิต ได้ดังตาราง

ลำดับ	หัวข้อประเมิน	การหาค่า OEE ตามกระบวนการปกติ	การหาค่า OEE ตามกระบวนการ SpyOEE
1	เวลาที่วิศวกรผู้ควบคุมงานต้องใช้ (ตั้งค่าครั้งเดียว)	การตั้งค่า 30 นาที	การตั้งค่า 40 นาที
2	เวลาที่วิศวกรผู้ควบคุมงานต้องใช้ (ต่อ 1 คำสั่งการผลิต)	การคำนวณและสรุปประมาณ 20 นาที	ระบบสรุปให้อัตโนมัติทันที
3	เวลาที่ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ (ต่อ 1 คำสั่งการผลิต)	การกดข้อมูลในแบบฟอร์มประมาณ 10 นาที	เพิ่มขั้นตอนในการกดปุ่มแจ้งชิ้นงานเสียเท่านั้นประมาณ 1 นาที
4	แบบฟอร์มที่เกี่ยวข้อง (เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณการผลิต) (ต่อ 1 คำสั่งการผลิต)	1. แบบฟอร์มจำนวนชิ้นงานประจำชั่วโมง 2. แบบฟอร์มการหยุดทำงาน 3. แบบฟอร์มสรุปจำนวนชิ้นงานดี/ชำรุด	ไม่จำเป็นต้องมี แต่อาจบันทึกลงในแบบฟอร์มสรุปจำนวนชิ้นงานเสีย/ชำรุด ที่ปกติต้องจดบันทึกอยู่แล้วเพื่อให้อ้างอิงกลับก็ได้

หมายเหตุ : อนึ่ง ค่าที่แสดงเป็นการประเมินโดยวิศวกรของโรงงาน

จากผลการประเมินในตารางข้างต้นจะพบว่า กระบวนการ Spy OEE จะใช้เวลามากขึ้นในขั้นตอนการเลือกค่าตั้งที่เหมาะสมในการตั้งค่าครั้งแรก แต่จะไม่มีผลกระทบต่อการทำงานตามปกติของทั้งวิศวกร ผู้ควบคุมงานและผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเมื่อพิจารณาจากเวลาโดยรวมแล้วจะพบว่า กระบวนการ Spy OEE จะใช้เวลาน้อยกว่าและมีความยุ่งยากในการเก็บข้อมูลน้อยกว่ามาก รวมถึงมีความผิดพลาดที่ต่ำกว่าเช่นกัน หากพิจารณาเวลาที่ใช้ลดลงในการปฏิบัติงาน (ไม่รวมการตั้งค่าครั้งแรกที่ทำเพียงครั้งเดียว) ที่การผลิตชิ้นงาน 100 ชิ้น จะสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานได้จาก 30 นาทีเหลือเพียง 1 นาทีเท่านั้น หรือลดลงกว่า 96.67%

สรุป

ในกระบวนการผลิตนั้นนอกเหนือจากจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ การวัดสมรรถนะในการผลิตในส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ข้อมูลสมรรถนะจะสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการประเมินประสิทธิภาพในการผลิตในแง่มุมต่างๆ ให้กับผู้ควบคุมงาน รวมถึงเจ้าของโรงงาน ซึ่งค่าประสิทธิภาพโดยรวม หรือ Overall Equipment Effectiveness (OEE) จะเป็นเครื่องมือวัดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างสูงที่สามารถวัดสมรรถนะในการผลิต พร้อมกับสะท้อนระดับประสิทธิภาพของปัจจัยในการผลิตในแง่มุมต่างๆ ทั้งในด้านเครื่องจักร การบำรุงรักษา ความพร้อมของผู้ปฏิบัติการ รวมถึงการบริหารจัดการได้ อย่างไรก็ดีในทางปฏิบัตินั้นการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่า OEE นั้นทำได้ยากลำบากมาก ต้องอาศัยเจ้าหน้าที่เฉพาะในการเก็บข้อมูลในทุกขั้นตอนในการผลิตตลอดเวลา ซึ่งเป็นภาระต่อผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก นอกเหนือจากนั้นข้อมูลที่จัดเก็บมักจะมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นำมาคำนวณไม่สูงมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนสภาพแวดล้อมที่มีผู้เก็บข้อมูลและผู้คำนวณหลายคน หรือสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะการผลิตบางประการที่ไม่ปกติ กระบวนการ Spy OEE เป็นกระบวนการที่ถูกนำเสนอขึ้นโดยอาศัยการตรวจจับเวลาในการผลิตแต่ละชิ้นงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สมองกลที่ติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถหาค่า OEE ได้อย่างถูกต้องรวดเร็วโดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของผู้ปฏิบัติการแต่อย่างใด ซึ่งสามารถนำแนวทางนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อการเก็บข้อมูลการผลิตในลักษณะอื่นๆ ได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

- พลพร แสงบางปลา. 2545. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา TPM. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- de Ron, A.J.; Rooda, J.E., "Equipment effectiveness: OEE revisited." **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing** 18,1 (2005) : 190-196.
- Jiawei Han and Micheline Kamber. 2006. **Data Mining: Concepts and Techniques**. San Francisco, U.S.A. : Morgan Kaufmann.
- O. Ljungberg, "Measurement of overall equipment effectiveness for TPM activities." **International Journal of Operations & Production Management** 18,5 (1998)
- Pang-Ning Tan, Michael Steinbach and Vipin Kumar. 2006. **Introduction to Data Mining**. Addison-Wesley, United States : Pearson International Edition.
- S. H.,Huang. and et.al. "Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis." **International Journal of Production Research** 41,3 (2003) : 513-527.
- S. Nakajima. 1988. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Cambridge, M.A. : Productivity.
- V. A., Ames. and et.al., "Semiconductor manufacturing productivity; Overall equipment effectiveness (OEE) guidelines." **Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)** 18,1 (February 2005) : 190-196.
- Wudhikarn, R. "Overall Weighting Equipment Effectiveness." **Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)** (2010) : 23-27.
- Ziemerink, R.A.and Bodenstein, C.P., "Utilising a LonWorks control network for factory communication to improve overall equipment effectiveness." **International Symposium on Industrial Electronics (ISIE '98)** 2 (1998) : 684-689.