บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการภาระงานในแผนกซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์และระบบอัตโนมัติ ซึ่งมีหลักการและทฤษฎีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการมากมาย ในการเลือกทฤษฎีหรือหลักการทางวิศวกรรมมาใช้งานให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับ ความซับซ้อนและข้อจำกัดของรูปแบบงานลักษณะการบวนการทำงานเป็นปัจจัยสำคัญ ในบทนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่ผู้วิจัยนำมาใช้รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการภาระงานในสายการทำงานต่างๆ

- Maintenance management and Engineering การบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาและการจัดการงานวิศวกรรม
- วิธีการทางฮิวริสติก
- ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
- การศึกษาเวลา (Time Study)
- การจัดตารางการทำงาน (Job sequencing and scheduling)
- การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาและการจัดการงานวิศวกรรม

การบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาและการจัดการงานวิศวกรรมหมายถึง การวางแผน การจัดองค์กร การกำกับดูแล การประเมิน กิจกรรมการบำรุงรักษา และการประเมินค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ระบบการบริหารงานบำรุงรักษาที่ดีมีวัตถุประสงค์เพื่อสิ่งต่างๆ ดังนี้

- ลดเวลาการหยุดเดินเครื่อง
- พัฒนาระบบให้สะดวกใช้ประโยชน์ได้
- ยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์
- ความปลอดภัยและกระบวนการทำงานเป็นไปอย่างราบเรียบ
- เกิดความปลอดภัยส่วนบุคคลและองค์กร
- เพิ่มความเชื่อมั่นของระบบ
- จัดเตรียมสิ่งแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสม
- ควบคุมค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1 นิยาม และวัตถุประสงค์ของงานซ่อมบำรุงรักษา

อนุศักดิ์ ฉิ่นไพศาล (2555)งานซ่อมบำรุงรักษา(Maintenance)หมายถึง หน้าที่ซึ่งต้องทำให้เครื่องมือเครื่องจักรตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและหน่วยงานสนับสนุนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุดและให้มีความพึงพอใจต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งแวดล้อมนอกจากนี้ การซ่อมบำรุงรักษาโดยนิยามของ Lewis (2002) หมายถึง การจัดการความถดถอย (Degradation Management) ในเชิงวิศวกรรม ซึ่งรวมถึงสิ่งที่เป็นเครื่องจักร อุปกรณ์และระบบการจัดการ เพื่อทำให้สมรรถนะของสิ่งต่างๆเหล่านี้ยังคงอยู่ซึ่งสภาพตามการออกแบบโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อให้เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness) คือ สามารถใช้เครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ได้เต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์ที่จัดหามามากที่สุด
- เพื่อให้เครื่องจักรอุปกรณ์มีสมรรถนะการทำงานสูง(Performance)ให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นและช่วยให้เครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์มีอายุการใช้งานยาวนาน เพราะเมื่อเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์เมื่อได้ใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือซ่อมแซมแล้วเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์อาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหาย หรือทำงานผิดพลาด นั่นคือ เป็นการลดการขัดข้องหรือหยุดการทำงานของคนงานและเครื่องจักรช่วยให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด และคงรักษาสภาพของโรงงานให้อยู่ในสภาวะที่มีการทำงานที่ดี โดยให้ต้นทุนต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- เพื่อให้เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์มีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ (Reliability) คือการทำให้เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์มีมาตรฐาน ไม่มีความคลาดเคลื่อนใดๆ เกิดขึ้น เกิดความมั่นใจในการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรสิ่งก่อสร้าง อาคาร โรงงาน และการบริการเมื่อต้องการใช้ในการทำงาน
- เพื่อความปลอดภัย (Safety) เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์จะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งานถ้าเครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานผิดพลาด ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยควบคุมไม่ให้เกิดความผิดพลาดและปรับปรุงพัฒนาความปลอดภัยในการทำงาน

- เพื่อลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม เพราะเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย เก่าแก่ ขาดการบำรุงรักษา จะทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มีฝุ่นละอองหรือไอของสารเคมีออกมา มีเสียงดัง เป็นต้น ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง
- เพื่อประหยัดพลังงาน เพราะเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ส่วนมากจะทำงานได้ต้องอาศัยพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพที่ดี เดินราบเรียบ ไม่มีการรั่วไหลของน้ำมัน การเผาไหม้สมบูรณ์ ก็จะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยลง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้

2.1.2 หน้าที่ของหน่วยงานการบำรุงรักษา

1) ต้องคอยดูแลรักษาตัวอาคาร ทั้งอาคารสำนักงาน และบริเวณโรงงาน ทั้งภายในอาคารหรือภายนอกอาคาร จะเป็นบนดิน ในดิน หรือพื้นสนาม จะต้องมีสภาพที่เหมือนเมื่อครั้งสร้างใหม่ๆ โดยให้มีสภาพที่สะอาด และถูกหลักอนามัยด้วย

2) ต้องคอยดูแลแก้ไขปัญหาด้านงานซ่อมแซม และบำรุงรักษา ขณะที่มีปัญหาเร่งด่วน เกิดขึ้นมาต้องเข้าทำการแก้ไขทันที ไม่ควรผัดผ่อนเวลาเป็นเวลาอื่น

3) ต้องวางแผน และกำหนดแผนการบำรุงรักษาตามที่ควรเป็นอย่างอื่น

4) ต้องมีการบำรุงรักษาตามที่กำหนดในแผนงานที่วางไว้อย่างเคร่งครัด

5) ต้องทำบันทึกรายงาน และประวัติของเครื่องจักรต่างๆ ในโรงงาน เพื่อเก็บเป็นข้อมูลไว้ศึกษาติดตามผลงานการแก้ไขและการเตรียมการวางแผนต่อไปควรจะมีการตรวจสอบตามจุดต่างๆ ของเครื่องจักร และอุปกรณ์เป็นประจำ เพื่อเก็บเป็นข้อมูลไว้ใช้ในการคาดการณ์ประมาณอายุการใช้งานของชิ้นส่วนที่ตรวจสอบและเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่หมดอายุการใช้งาน

6) ต้องจัดให้มีการอบรมงานบำรุงรักษาให้กับคนงาน เพื่อให้งานการบำรุงรักษาเป็นไปตามประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน

7) ต้องประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานประกอบการนั้นเพื่อการช่วยเหลือที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งกันและกันได้

2.1.3 ชนิดของการบำรุงรักษา

สุรพล ราษฎร์นุ้ย (2546) ได้กล่าวไว้ว่า การบำรุงรักษาที่ผ่านมา ต่างก็จะมีวิธีการบำรุงรักษาแตกต่างกัน เหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกัน นำมาเทียบวิธีการไม่ได้ ในหน่วยงานการผลิตละหน่วย หรือแต่ละโรงงาน แผนการผลิตตลอดจนผลิตภัณฑ์ก็จะไม่เหมือนกัน หรือกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไป ซึ่งก็เป็นสาเหตุให้การบำรุงรักษาในแต่ละที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งในกระบวนการผลิตล้วนแล้วแต่คิดค้นหาวิธีการบำรุงรักษา เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับสายงานของตน ดังนั้นชนิดของการบำรุงรักษา ก็มีหลากหลายวิธีการ ดังเช่น

1) การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Breakdown Maintenance : BM)

การซ่อมในกรณีนี้เกิดขึ้นหลังจากที่เครื่องจักรอุปกรณ์ได้เกิดความชำรุดขึ้นมาแล้ว เพื่อทำการแก้ไขให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างเดิม การซ่อมในรูปแบบนี้จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้ยาก หากมีการใช้งานซ่อมบำรุงเครื่องจักรอย่างดี แต่ในบางกรณีเครื่องจักรก็อาจทำให้เกิดความเสียหายอย่างกะทันหันได้ แม้ว่าจะได้มีระบบซ่อมบำรุงเป็นอย่างดีแล้วก็ตาม ทำให้จำเป็นต้องทำการซ่อมบำรุงในรูปแบบนี้ กิจกรรมซ่อมบำรุงในรูปแบบนี้เป็นงานของฝ่ายซ่อม ซึ่งอาจต้องการความร่วมมือจากฝ่ายอื่นบ้าง ระบบการซ่อมบำรุงต่างๆ อย่างกะทันหัน เพราะการเกิดความเสียหายของเครื่องจักรในลักษณะนี้ จะทำให้เกิดผลเสียอย่างร้ายแรงแก่ระบบการผลิต

2) การบำรุงรักษาตามตารางที่ได้กำหนดไว้ (Scheduled Maintenance : SM)

เป็นการดำเนินการบำรุงรักษาโดยใช้ผู้ที่มีหน้าที่โดยตรง ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ในแผนกบำรุงรักษา ในการดำเนินการได้มีการเตรียมแผนการไว้ล่วงหน้า โดยได้มีการกำหนดจุดการบำรุงรักษา และระยะเวลาที่ต้องทำการบำรุงรักษา เมื่อถึงเวลาตามแผนกำหนดแล้ว ทางแผนกซ่อมบำรุงรักษาก็จัดส่งช่างซ่อมบำรุงไปดำเนินการตามแผน เช่น เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นจารบี หรือตรวจตราในจุดที่ส่วนประกอบมีอายุการใช้งานสั้น ในการดำเนินการนี้ไม่ได้ระบุความสามารถ หรือวิธีการบำรุงรักษา ดังนั้น ช่างซ่อมบำรุง จึงต้องใช้ความสามารถที่ตนมีการดำเนินการให้บรรลุผล การบำรุงรักษาให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

3) การบำรุงรักษาตามแผนที่กำหนดไว้ (Planned Maintenance : PLM)

เป็นการจัดการบำรุงรักษาโดยเจ้าหน้าที่หน่วยบำรุงรักษาที่มีหน้าที่โดยตรง โดยเพิ่มความละเอียดของแผนงานเพิ่มจาก การบำรุงรักษาแบบตามกำหนดเวลา กล่าวคือ นอกจากกำหนดจุดที่ต้องการทำการบำรุงรักษาแล้ว ยังคงต้องระบุวิธีการบำรุงรักษา และตัวบุคคลที่จะต้องทำการบำรุงรักษาด้วย เพื่อจะได้ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้นๆ ไปดำเนินการซ่อมตามวิธีการที่กำหนด และเครื่องจักรที่มีพร้อมในการทำงานมากที่สุด มีอายุการใช้งาน ได้ยาวนานตามกำหนดอายุการใช้งานให้นานที่สุด

4) การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance : CM)

เป็นการดำเนินการเพื่อการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรหรือส่วนของเครื่องจักรเพื่อขจัดเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นบ่อยๆ จนเป็นปัญหาการขัดข้องซ้ำซากเกิดการเรื้อรังของเครื่องจักรให้หมดไป โดยสิ้นเชิงการปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องจักรให้สามารถผลิตได้ด้วยคุณภาพ และปริมาณที่สูงขึ้น สำหรับข้อมูลที่ได้นั้น มักเป็นข้อมูลที่ได้หลังการเกิดเหตุขัดข้องแล้วเท่านั้น ผู้ให้บริการในหน้าที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุตลอดจนการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขนี้ ต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญสูงเท่านั้น

5) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance :PM)

เป็นการดำเนินการในการซ่อมบำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักรนั้นจะชำรุดโดยการคาดคะเน และจัดแผนการบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า ซึ่งต้องสร้างแผนการซ่อมบำรุงรักษาอย่างมีมาตรฐานเหตุผลเนื่องมาจากการ ตระหนักถึงผลกระทบต่อการผลิตเมื่อมีความขัดข้องที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้านั่นเอง การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สามารถทำได้ด้วยการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรอุปกรณ์ ทำความสะอาด และทำการหล่อลื่นให้ถูกวิธี การปรับแต่งเครื่องจักรเป็นไปตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการปรับปรุง และเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนดเวลาวัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน คือ

5.1) ลดจำนวนการชำรุดขัดข้องของเครื่องจักรอุปกรณ์

5.2) ลดความสูญเสียในการผลิต เนื่องจากอุปกรณ์เกิดการชำรุดขัดข้อง

5.3) เพิ่มอายุการใช้งาน และผลผลิตของอุปกรณ์ทั้งหมด

5.4) เพื่อรับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการตัดสินใจต่างๆและสามารถช่วยผลตอบแทนการลงทุนอีกด้วย

5.5) ช่วยในการวางแผน และจัดลำดับตารางการผลิตที่ดีสำหรับการซ่อมบำรุงรักษา

5.6) ช่วยเพิ่มความปลอดภัย และสุขภาพของแรงงาน

2.2 วิธีการทางฮิวริสติก

ศิริวรรณ นิลน้อย (2557) การค้นหาคำตอบอาศัยวิธีการทางฮิวริสติก(heuristic search) มีความแตกต่างจากการค้นหาข้อมูลแบบธรรมดา ผู้ที่ทำการค้นข้อมูลทีละตัวจะต้องตรวจสอบข้อมูลทีละตัวจนครบทุกตัวแต่ฮิวริสติกจะไม่ลงไปดูข้อมูลทุกตัว วิธีการนี้จะเลือกได้คำตอบที่เหมาะสมให้กับการค้นหา ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถทำการค้นหาคำตอบจาก ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มากๆได้ แต่มีข้อเสียคือคำตอบที่ได้เป็นเพียงคำตอบที่ดีเท่านั้นไม่แน่ว่าจะดีที่สุด แต่เนื่องจากว่าปัญหาในบางลักษณะนั้นใหญ่มาก และเป็นไปไม่ได้ที่จะทำการค้นหาด้วยวิธีธรรมดา กระบวนการของฮิวริสติกจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหา

ในเรื่องของฮิวริสติกนั้น นอกจากจะมีการค้นหาแบบฮิวริสติกแล้ว ยังมีอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือ ฮิวริสติกฟังก์ชัน (heuristic function) ซึ่งหมายถึงฟังก์ชันที่ทำหน้าที่ในการวัดขนาดของความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาซึ่งจะแสดงด้วยตัวเลข

วิธีการดังกล่าวจะกระทำได้โดยการพิจารณาถึงวิธีการ (aspects) ต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ณ สถานะหนึ่งว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ตามที่ต้องการหรือไม่ โดยกำหนดเป็นน้ำหนักที่ให้กับการแก้ปัญหาของแต่ละวิธี น้ำหนักเหล่านี้จะถูกแสดงด้วยตัวเลขกำกับไว้กับโหนดต่างๆ ในการกระบวนการค้นหาและค่าเหล่านี้จะเป็นตัวที่ใช้ในการประมาณความเป็นไปได้ว่าเส้นทางที่ผ่านโหนดนั้น จะมีความเป็นไปได้ในการนำไปสู่หนทางการแก้ปัญหาได้มากน้อยแค่ไหน

จุดประสงค์ที่แท้จริงของฮิวริสติกฟังก์ชันก็คือ การกำกับทิศทางของกระบวนการค้นหา เพื่อให้อยู่ในทิศทางที่ได้ประโยชน์สูงสุด โดยการบอกว่าเราควรเลือกเดินเส้นทางไหนก่อน ในกรณีที่มีเส้นทางมากกว่าหนึ่งเส้นทางต้องเลือก กระบวนการค้นหาแบบฮิวริสติก โดยปกติและจะต้องอาศัยฮิวริสติกฟังก์ชัน ทำให้การแก้ปัญหาหนึ่งๆ จะดีหรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับฮิวริสติกฟังก์ชันดังนั้น การค้นหาแบบนี้จึงไม่มีอะไรเป็นหลักประกันว่าจะได้สิ่งที่ไม่ดีออกมาด้วยเหตุนี้เอง เราจึงเรียกการค้นหาแบบฮิวริสติกนี้

ว่า Weak Methods หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ Weak Methods เป็นกระบวนการควบคุมโดยทั่วไป (general-purpose control strategies) ซึ่งการค้นหาแบบฮิวริสติกที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

- บลานช์แอนด์บาวน์ด (Branch and bound)

การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกที่มักจะถูกหยิบยกมาเป็นตัวอย่างในการอธิบายบ่อยมากคือ การเดินทางเดินของเซลแมน (Traveling Salesman) ปัญหาคือ “เซลแมนคนหนึ่งมีชื่อของเมืองที่ตัวเองจะต้องเดินทางอยู่ในมือ เขามีแผนที่จะเดินทางไปยังแต่ละเมืองเพียงครั้งเดียว และทุกเมืองที่เขาจะต้องเดินทางไปมีเส้นทางต่อถึงกันหมด เขาต้องการหาเส้นทางของการเดินทางที่สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ของการเดินทางครั้งนี้ โดยที่เขาจะเริ่มต้นเดินทางที่เมืองใดก็ได้ และสิ้นสุดที่เมืองใดก็ได้” การแก้ปัญหาแบบนี้ด้วยวิธีการปกติก็คือการหาเส้นทางเดินทางที่เดินไปได้ทั้งหมด แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน และเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด

- เจนเนอเรทแอนด์เทสท์ (Generate Test)

หลักการของการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเจนเนอเรทแอนด์เทสท์นี้ก็คือการที่เราสร้างคำตอบที่เป็นไปได้ออกมา แล้วทำการตรวจสอบคำตอบนั้น ถ้าคำตอบนั้นถูกต้อง เราก็จะได้คำตอบ แต่ถ้าไม่ถูกต้อง ก็จะทำการสร้างคำตอบที่เป็นไปได้ออกมาอีกต่อไปเรื่อยๆจนพบคำตอบ หรือจนไม่สามารถสร้างคำตอบที่เป็นไปได้ออกมาอีกแล้ว

- ฮิลไคลบิง(Hill Climbing)

การค้นหาแบบฮิลไคลบิง(Hill Climbing) เป็นวิธีการค้นหาข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับการปีนภูเขา การที่นักปีนภูเขาจะเดินทางไปถึงยอดภูเขา นักปีนเขาจะต้องมองก่อนว่ายอดเขาอยู่ที่ใด แล้วนักปีนเขาจะต้องพยายามไปจุดนั้นให้ได้ ลองนึกภาพของการปีนภูเขาโล้นที่มองเห็นแต่ยอด และนักปีนเขากำลังปีนภูเขาอยู่เบื้องล่างที่มีเส้นทางเต็มไปหมด เพื่อที่จะเดินทางไปถึงยอดภูเขาโดยเร็วที่สุด นักปีนเขาจะมองไปที่ยอดเขาแล้วสังเกตว่าทิศทางใดที่เมื่อปีนแล้วจะยิ่งใกล้ยอดเขา และหลีกเลี่ยงทิศทางที่เมื่อไปแล้วจะทำให้ตัวเองห่างจากยอดเขา นักปีนเขาจะต้องทำเช่นนี้เรื่อยๆ จนกระทั่งถึงยอดเขา การค้นหาวิธีนี้เป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจาก generate-and-test ต่างกันตรงที่วิธีการของ generate and test ให้คำตอบของฟังก์ชันตรวจสอบ (test function) ออกมาเป็น yes และ no แต่ของ Hill Climbing จะให้ค่าออกมาเป็นว่าอะไรใกล้ที่สุดเพิ่มอีกด้วย

- การค้นหาแบบที่ดีที่สุดก่อน (Best-first search)

เป็นกระบวนการค้นหาข้อมูลที่ได้นำเอาข้อดีของทั้งการค้นหาแบบลึกก่อน (Depth first search) และการค้นหาแบบกว้างก่อน (Breadth first search) มารวมกันเป็นวิธีการเดียว โดยที่แต่ละขั้นของการค้นหาแบบกว้างก่อนจะเลือกเอาโหนดที่ดีที่สุด (most promising) และการที่จะทราบว่าโหนดใดดีที่สุดนี้ สามารถทำได้โดยอาศัยฮิวริสติกฟังก์ชัน ซึ่งฮิวริสติกฟังก์ชันนี้จะทำหน้าที่เหมือนตัววัดผลและให้ผลของการวัดนี้ออกมาเป็นคะแนน

2.3 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ทวีศักดิ์ นาคม่วง (2547) ได้กล่าวถึง ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System; DSS) ว่าเป็นระบบสารสนเทศที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ทำการตัดสินใจใช้ประกอบการตัดสินใจซึ่งเริ่มมีตั้งแต่ในช่วงปี ค.ศ. 1970โดยมีหลายบริษัทเริ่มพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้ช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน โดยข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตลอด ซึ่งระบบสารสนเทศเดิมที่ใช้ในลักษณะระบบการประมวลผลรายการ (Transaction Processing System) ไม่สามารถทำได้ นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อลดแรงงาน ต้นทุน และยังช่วยในเรื่องการวิเคราะห์การสร้างตัวแบบ (Model) จนกระทั่งปี ค.ศ. 1980 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจได้แพร่ออกไปใช้งานในวงกว้าง เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อนภายใต้ซอฟต์แวร์เดียวกัน ดังนั้นจึงเป็นระบบที่ง่ายต่อการเรียกใช้งานและการโต้ตอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจจึงเป็นระบบที่มีการผสมผสานสารสนเทศที่มีอยู่หรือเรียกใช้จากระบบสารสนเทศอื่นๆ นำมาเปรียบเทียบ คำนวณ วิเคราะห์คาดการณ์ โดยนำเสนอในรูปของกราฟิก แผนงานหรือแม้แต่ระบบปัญญา-ประดิษฐ์ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้สารสนเทศสำหรับผู้ทำการตัดสินใจนอกเหนือไปจากการงาน หรือสถานการณ์ภายในที่ควบคุมได้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะได้รับการออกแบบเพื่อให้สนับสนุนการตัดสินใจหลาย ๆด้านพร้อมกัน ดังนั้นสารสนเทศที่เกี่ยวข้องภายในองค์กรจึงได้รับการจัดระบบใหม่เพื่อให้สามารถแสดงความเกี่ยวข้องอย่างชัดเจนสามารถเรียกใช้ได้ทันที

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจออกตามคุณสมบัติของแต่ละระบบออกเป็น 2 ประเภทหลักๆได้แก่

1. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบให้ความสำคัญกับข้อมูล(Data Oriented)เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ให้ความสำคัญกับเครื่องมือในการจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบทางสถิติ ตลอดจนการจัดข้อมูลในลักษณะต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้ทำความเข้าใจสารสนเทศและสามารถตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบให้ความสำคัญกับแบบจำลอง (Model-Based) เป็น

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ให้ความสำคัญกับแบบจำลองการประมวลปัญหาโดยเฉพาะแบบจำลองพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และแบบจำลองการวิจัยขั้นดำเนินงาน (Operations Research Model) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ปัญหา และปรับตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อพิจารณาเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ส่วนประกอบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

1) การจัดการข้อมูล (Data Management)เป็นฐานข้อมูลที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ สถานการณ์ต่าง ๆ และถูกจัดการโดยซอฟต์แวร์ที่เรียกว่าระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือDBMS)
2) การจัดการตัวแบบ (Model Management) เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่รวมการทำงานหลาย ๆ อย่าง เช่นการทำงานด้านการเงิน สถิติ หรือตัวแบบเชิงปริมาณอื่น ๆที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและมีซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการจัดการที่เหมาะสมที่เรียกว่า ระบบจัดการฐานตัวแบบ(Model Base Management SystemหรือMBMS)
3) การจัดการความรู้ (Knowledge Management) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สนับสนุนส่วนอื่น ๆหรือเป็นส่วนประกอบแบบอิสระไม่ขึ้นกับองค์ประกอบอื่นๆช่วยให้ข้อมูลหรือความรู้แก่ผู้ทำการตัดสินใจ
4) การติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารและสั่งงานระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยผ่านส่วนนี้

2.4 การศึกษาเวลา(Time Study)

คมสัน จิระภัทรศิลป (2553) กล่าวว่า การศึกษาเวลาคือการหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงานใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ผลของการศึกษาเวลาคือเราได้เวลามาตรฐาน Standard Time โดยเทคนิคที่เกี่ยวข้องในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้แก่ การศึกษาเวลาโดยตรง และเทคนิคการสุ่มงาน (Work Study)

ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

เพื่อใช้หากำหนดการและการวางแผนการทำงาน/การผลิต, ใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐานและช่วยประมาณงบใช้จ่าย, ใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต, ใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน-เครื่องจักร, ใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต, หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทนและหาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการใหญ่

1. **การศึกษาเวลาโดยตรง**
   คือการศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้วมาทำการจับเวลาโดยนาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลาแล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) เวลามาตรฐานต่อไป
2. **การสุ่มงาน (Work Sampling)**
   เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิตต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์
3. **การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas)**
   เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้นรวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จเช่นสูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึงสูตรที่โรงงานคิดขึ้นเองเป็นต้น
4. **การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้าหรือการสังเคราะห์เวลา (Predetermined-TimeSystem or Synthesis Time)**
   เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดจริงหรือการสังเคราะห์เวลาโดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่างเช่นระบบ MTMระบบ Work factor

2.4.1 การศึกษาเวลาโดยตรง

คือการศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการจากโดยการจับเวลาจากพนักงานที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกเป็นอย่างดีต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นๆจริงโดยใช้สถานที่ปกติสถานการณ์ที่ปกติ

ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง

1. หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา
2. แบ่งงานเป็นงานย่อยและบันทึก
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5. หาอัตราสมรรถนะการทำงาน
6. หาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)
7. หาเวลาเผื่อการทำงาน (Allowances)
8. หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานนั้น

ข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา

1) ข้อมูลของสถานที่ทำงานเครื่องมืออุปกรณ์
2) ข้อมูลพนักงานที่ต้องเลือกมาศึกษาเวลาพนักงานที่คัดเลือกต้องมีความสามารถในการทำงานนั้นได้อย่างดีทำงานสม่ำเสมอ(คงที่)ทำงานไม่เร็วหรือช้าเกินไป
3) ข้อมูลของขั้นตอนการทำงานได้แก่ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (อาจมาจาก Process Chart)

การแบ่งงานเป็นงานย่อยDividing Operation into Element

งานย่อย Element คืองานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่งๆในรอบการทำงานหนึ่งๆ(วัฏจักรการทำงาน Work Cycle) จะประกอบด้วยงานย่อยหลายๆงานวัฏจักรการทำงาน Work Cycle คือการทำงานวนซ้ำกันเมื่อทำงานตั้งแต่แรกและเมื่อสิ้นสุดการทำงานนั้นจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆกันเป็นรอบๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบเสมอการทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน
การแบ่งงานย่อยสามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

- แบ่งงานย่อยที่มีการทำงานที่แยกกันอย่างชัดเจนออกจากกัน
- แบ่งงานย่อยที่ทำโดยคนหรือคนและเครื่องจักรหรือทำโดยเครื่องจักรรวมทั้งการขนย้ายออกจากกันอย่างชัดเจน
- แบ่งงานย่อยที่ระยะเวลาคงที่ออกจากงานย่อยที่ระยะเวลาผันแปรไปตามตัวแปรต่างๆที่ทำให้เวลาการทำงานย่อยนั้นไม่คงที่อาทิความยาวน้ำหนักขนาดของชิ้นงาน
- แบ่งงานย่อยออกเป็นงานย่อยที่สามารถจับเวลาได้ทันคือไม่น้อยเกินไปและควรอยู่ระหว่างช่วง0.07 ถึง 0.2 นาที
- ถ้างานย่อยนั้นมีระยะเวลาสั้นมากเกินไปให้รวมงานย่อยเหล่านั้นเข้าด้วยกัน

การจับเวลา

นันท์นภัส ฐากุลวีรนันท์ (2555) การจับเวลาในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลาโดยใช้มาตรเวลาที่แตกต่างจากเวลาปกติกล่าวคือมาตรเวลาที่ใช้ในการศึกษาเวลาได้แก่มาตรเวลา 1/100 นาทีหรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01 นาทีนั่นเอง

การจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่คือ

1) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)
2) การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing)
3) การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

1) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)

เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลาแต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อยโดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลาณจุดสิ้นสุดงานย่อยนั้นตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใดก็บันทึกค่านั้นลงไปดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆจะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกันซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้นถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อยจำเป็นต้องมีการคำนวณโดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้นลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งานเราจะได้เวลาของงานย่อยนั้นเรียกว่าเวลา T

2) *การจับเวลาแบบจับซ้ำ(Repetitive Timing)*

เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปที่ค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไปดังนั้นเวลาที่เราจับได้จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลยหรือก็คือเวลา T นั่นเองข้อเสียของวิธีการแบบนี้คือผู้บันทึกจับเวลาต้องมีความชำนาญในการจับบันทึกค่าและตั้งค่าศูนย์ซึ่งใช้เวลาที่ค่อยข้างรวดเร็วมาก

3) *การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)*

เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกันเพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลานาฬิกาอีกตัวจะหยุดเมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลานาฬิกาตัวที่สองเข็มของมันจะหมุนกับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันทีทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือนข้อดีคือผู้ศึกษาเวลาสามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลยและไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทันในการจับเวลาการทำงานในการศึกษาเวลาโดยตรงจะทำการจับเวลาจากการทำงานของพนักงานจริงโดยพนักงานทำงานเหมือนในสภาพจริงหรือไม่มีการหยุดรอคนจับเวลาแต่จะทำงานไปเรื่อยๆผู้บันทึกจับเวลาจำเป็นสังเกตการทำงานแต่ละงานย่อยที่ต่อเนื่องกันและจับเวลาให้ทันโดยการจับเวลาจะทำไปตามวัฏจักรการทำงานในแต่ละรอบ

การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา

1) การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่มีการจับเวลาเบื้องต้นมากกว่าเท่ากับ 30 ตัวอย่างใช้การแจกแจง Zใช้สูตรดังนี้

$$\sigma_x = \frac{\sigma'}{\sqrt{N}} \tag{1}$$

แต่ $\sigma^2 = \frac{\sum\left(x-\bar{x}\right)^2}{N}$

ดังนั้น $\sigma^2 = \frac{\sqrt{\sum\left(x-\bar{x}\right)^2}}{N} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N}} - \bar{x}^2$

แต่ $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

ดังนั้น $\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2}$ (2)

$$\sigma = \frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2} \tag{3}$$

(3) แทนที่ใน (1)

$$\sigma_X = \frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sqrt{N}} \quad (4)$$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความเที่ยงตรง 95% (ค่าผิดพลาด±5%)

$$0.05x = 2\sigma_x$$

$$0.05\frac{\sum x}{N} = 2\left[\frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sqrt{N}}\right]$$

ดังนั้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด±5% จำนวนครั้งในการจับเวลาเท่ากับ

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sum x}\right]^2$$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%และค่าผิดพลาด± 10%

$$0.10x = 2\sigma_x$$

$$0.10\frac{\sum x}{N} = 2\left[\frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sqrt{N}}\right]$$

ดังนั้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด±10% จำนวนครั้งในการจับเวลาเท่ากับ

$$N' = \left[\frac{20\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sum x}\right]^2$$

โดย

N' = จำนวนครั้งของการจับเวลาที่ต้องการที่ระดับความเชื่อมั่นและค่าผิดพลาดหนึ่งๆ

N = จำนวนครั้งของการจับเวลาเบื้องต้น (จำนวนตัวอย่าง)

X = ค่าเวลาที่จับได้ของแต่ละครั้ง (ข้อมูลของแต่ละตัวอย่าง)
หาก คำนวณได้ N' น้อยกว่าเท่ากับ N ไม่ต้องจับเวลาเพิ่ม แต่หากคำนวณได้ N' มากกว่า N ให้จับเวลาเพิ่มเท่ากับ N'-N

2) การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่ตัวอย่างน้อยกว่า 30 ครั้งโดยใช้ t-distribution
จาก

$$\bar{x} \pm t\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

ค่าดังกล่าวสามารถพิจารณาเป็นค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ได้ดังนี้

$$k\bar{x} = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}$$

ดังนั้นจำนวนครั้งในการจับเวลาคือ

$$n = \left[\frac{t\sigma}{k\bar{x}}\right]^2$$

เมื่อ $\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2}}{n-1}$

$t = t_{(\alpha,n-1)}$ ค่า t หาค่าได้จากตารางการแจกแจง t
$k = \pm$ ร้อยละความน่าจะเป็นของความผิดพลาด

2.4.2 เทคนิคการสุ่มงานWork Sampling

นันท์นภัส ฐากุลวีรนันท์ (2555) การสุ่มงาน คือ วิธีการสำหรับวิเคราะห์การทำงานที่อาศัย การสังเกตจำนวนมากๆโดยการสุ่มเวลาการใช้การสุ่มงาน เพื่อ

- หาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร machine utilization
- หาเวลาเผื่อการทำงาน Allowances
- กำหนดเวลามาตรฐาน

การสุ่มงานใช้จำนวนการสังเกตเป็นหลักปฏิบัติ และจำเป็นต้องทำการสังเกตใช้ การสุ่มเป็นเวลาตั้งแต่ 2 สัปดาห์ขึ้นไป โดยข้อได้เปรียบของการสุ่มงาน เมื่อเทียบกับวิธีการศึกษาเวลาโดยตรง คือ

1. ไม่ต้องการสังเกตจับเวลาต่อเนื่อง โดยผู้วิเคราะห์เป็นเวลาต่อเนื่องนานที่เดียวหลายชั่วโมง
2. พนักงานไม่ต้องปฏิบัติงานต่อเนื่องยาวนานเพื่อให้จับเวลา

3. สามารถใช้ผู้ช่วยไปสังเกตได้ เพราะไม่จำเป็นต้องอาศัยความชำนาญในการจับเวลา

ทฤษฎีของการสุ่มงาน

ขึ้นกับกฎความน่าจะเป็น Probability โดยพิจารณาจาก ความน่าจะเป็นของการปรากฏของเหตุการณ์ x ในการสังเกตn

$$(p+q)^n = 1$$

เมื่อ p = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์นั้น

q = (1-p) = ความน่าจะเป็นของการที่ไม่เกิดเหตุการณ์นั้นๆ

n = จำนวนครั้งที่สังเกต

ถ้าพิจารณาว่าตามทฤษฎีของ binomial แล้ว เหตุการณ์ x =0 และเทอมที่สอง x=1 ไปเรื่อยๆดังนั้นการแจกแจงของมัน ก็จะเป็นแบบ binomial distribution โดย

ค่าเฉลี่ย mean ของการแจกแจงนี้ = np

ความแปรปรวน Variance ก็จะเท่ากับ = npq

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation = รากกำลังสองของความแปรปรวน

เมื่อจำนวน n มีค่ามากขึ้น เนื่องจากการสุ่มงานที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับขนาดตัวอย่างมากๆ โดยใช้การแจกแจงแบบปกติที่คาดหมายจาก การแจกแจงแบบ binomial ดังนั้น mean ของp (หรือnp/n) และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation σ ของ $\sqrt{pq/n}$

จากทฤษฎี เราสามารถจะหา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation σ_p ของกลุ่มตัวอย่างได้เป็น

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

โดย σ_p = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation ของร้อยละ

P = ร้อยละที่แท้จริงของการปรากฏเหตุการณ์ แสดงเป็น ทศนิยม

n = จำนวนสุ่มสังเกต ที่ขึ้นกับ p

เมื่อพิจารณา ที่ระดับความเชื่อมั่นหนึ่งแล้ว โดย

ระดับ ความเชื่อมั่น 95 % (พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ)= 1.96 σ

ระดับ ความเชื่อมั่น 99 % (พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ)= 2.58 σ

ระดับ ความเชื่อมั่น 99.99 % (พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ)= 3.36 σ

ถ้าใช้ ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 % (พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ)= 1.96 σ ดังนั้น

ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้น = e= 1.96 σ =1.96$\sqrt{\frac{pq}{n}}$

ถ้า ปัด เศษ 1.96 เป็น 2 แล้วแก้สมการ หาค่า n ได้ดังนี้

$$n = 4\frac{pq}{e^2} = 4\frac{p(1-p)}{e^2}$$

เมื่อ n = จำนวนสุ่มสังเกต (ตัวอย่าง) ที่ขึ้นกับ p

การวางแผนการสุ่มงาน

- ประมาณการกิจกรรมที่ต้องเก็บข้อมูลต่างๆ
- ประมาณการกิจกรรมจาก ประวัติการเก็บข้อมูลเดิม ถ้าไม่มี ให้ลองลงพื้นที่และทำการเก็บข้อมูล 2-3 วันก่อน เพื่อมาเป็นข้อมูลในการประมาณการ

การหาจำนวนการเก็บข้อมูลหรือการสังเกต

การหาจำนวนการเก็บข้อมูลหรอการสังเกตต้องกำหนด ความเที่ยงตรงของการเก็บข้อมูล(ปกติ 2%) ต้องทราบ ค่ารอคอย delay ต่าง ๆ ถ้าไม่ทราบก็ต้อง เก็บข้อมูลหาให้ได้

การหาเวลาเผื่อโดยใช้วิธีการสุ่มงาน

โดยการวิเคราะห์ความถี่ของการหยุดงาน เช่น หยุดตรวจสอบ หยุดนับชิ้นงาน หรือ หยุดรอคอยหรือการรอคอยแบบต่างๆ โดยการหาเวลาเผื่อการทำงาน หรือ Allowance หาได้โดยการนำจำนวนครั้งที่สังเกตพบว่ามีการหยุดทำงานส่วนด้วยจำนวนครั้งที่สังเกตพบว่าได้ทำงานจริง แล้วทำให้ เป็นร้อยละ ดังนี้

$$\% \text{ Allowance} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่สังเกตพบว่าที่หยุดงาน x } 100}{\text{จำนวนครั้งที่สังเกตพบว่าทำงานจริง}}$$

การหาเวลามาตรฐานจากการสุ่มงาน

การหาเวลามาตรฐานจากการสุ่มงานทำได้โดยการหาเวลาที่ได้จากสังเกตุการณ์ทำงานของงานนั้น หรือ Observed Time, OT ซึ่งหาได้โดย

$$\text{Observed Time, OT} = \frac{Txn_i}{Pxn}$$

เมื่อ T = เวลารวมที่สังเกตุ

n_i = จำนวนที่มีการทำงานใน งานย่อยหนึ่ง

P = จำนวนการผลิตต่อช่วงเวลาที่สังเกตุ

n = จำนวนครั้งของการสุ่มสังเกตุ

เราสามารถหาเวลาการทำงานปกติได้จากเวลาการทำงานที่สังเกตุได้ มาปรับค่าอัตราการทำงาน ซึ่งสามารถหาได้จาก

Normal Time, NT = OT x R / 100

เมื่อ R คือ Rating เฉลี่ย ที่สเกล 100

เวลามาตรฐานสามารถหาได้จากการนำเวลาการทำงานปกติมาเพิ่มเวลาเผื่อ ซึ่ง สามารถหาได้จาก

Standard Time, ST = NT x (1 + allowance)

เมื่อ Allowance = การเผื่อการทำงาน หน่วยเป็นร้อยละ

2.5 การจัดตารางการทำงาน (Job sequencing and scheduling)

2.5.1การจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิต เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับงาน โดยมีเงื่อนไขของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งจะเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีเป้าหมายเพื่อให้มีการตอบสนองต่อวัตถุประสงค์หนึ่งหรือหลายๆ วัตถุประสงค์ที่ดีที่สุด โดยที่ พิภพ ลลิตาภรณ์ (2546) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการจัดตารางการผลิต 3 วัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์แรก ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ เพิ่มประโยชน์การใช้หน่วยงานคือ การลดช่องว่างงานของหน่วยงาน สำหรับกรณีที่มีการกำหนดจำนวนงานที่แน่นอน วัตถุประสงค์ที่สองคือ ลดจำนวนงานโดยเฉลี่ยที่คอยอยู่ในแถวคอยขณะที่งานนั้นกำลังทำงานอื่นอยู่ วัตถุประสงค์สุดท้าย คือ ลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนดหรือพยายามทำใบสั่งงานทุกงานให้เสร็จในระยะเวลาที่กำหนดไว้

- **แบบจำลองการจัดตารางการผลิต (Scheduling Models)**

แบบจำลองการจัดตารางการผลิตสามารถแยกตามลักษณะการจัดเรียงของเครื่องจักรและการไหลของชิ้นงานในระบบออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. แบบจำลองเครื่องจักรเดี่ยว (Single Machine) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว โดยทุกงานที่เข้ามาในระบบจะต้องทำงานกับเครื่องจักรนี้ แต่ละงานจะมีเวลาปฏิบัติบนหน่วยผลิตและเวลากำหนดส่ง วัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิตโดยทั่วไปคือ จัดเรียงลำดับงานให้กับเครื่องจักร เพื่อให้มีค่าปรับของงานล่าช้าน้อยที่สุด
2. แบบจำลองเครื่องจักรขนาน (Parallel Machines) ระบบนี้ประกอบไปด้วยเครื่องจักร m เครื่อง ซึ่งสามารถทำงานที่เหมือนกันได้และมีการจัดวางแบบขนานกัน งานที่เข้ามาในระบบสามารถที่จะเลือกทำได้ที่เครื่องจักรเครื่องใดก็ได้ใน m เครื่องเหล่านี้ แบบจำลองเครื่องจักรขนานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ เครื่องจักรขนานที่เหมือนกัน (Identical Parallel Machine) เครื่องจักรขนานที่เหมือนกันแต่มีอัตราการผลิตต่างกัน (Uniform Parallel Machine) และเครื่องจักรขนานที่ไม่สัมพันธ์กัน (Unrelated Parallel Machines)
3. แบบจำลองการผลิตแบบไหล (Flow Shop) ระบบประกอบไปด้วยเครื่องจักรจำนวน m เครื่องที่แตกต่างกันวางต่อกันแบบอนุกรม งานทั้งหมดจะมีเส้นทางการไหลของงานไปในทิศทางเดียวกันทั้งนั้น (Unidirectional Flow) ระบบการผลิตแบบไหลเลื่อน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบการผลิตแบบไหลบริสุทธิ์ (Pure Flow Shop) และระบบการผลิตแบบไหลทั่วไป (General Flow Shop)
4. แบบจำลองการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) จะมีระบบที่ประกอบด้วยเครื่องจักร m เครื่อง ในแต่ละหน่วยงานจะมีเส้นทางการไหลของงานเฉพาะของตนเอง ตามที่ผู้วางแผนกระบวนการกำหนดให้เท่านั้น ทิศทางการไหลของงานมีได้หลายทิศทาง (Non-Unidirectional Flow) แต่ละงานสามารถที่จะดำเนินงานบนเครื่องจักรใดๆ ก็ตามที่อยู่บนเส้นทางงานของตนได้เพียงแค่ 1 ครั้งเท่านั้น
5. แบบจำลองการผลิตแบบเปิด (Open Shop) ระบบการผลิตแบบเปิดจะคล้ายกับระบบการผลิตแบบตามสั่ง ยกเว้นงานจะมีการดำเนินงานแบบเวียนซ้ำที่เครื่องจักรใดๆ ก็ได้ขึ้นกับเส้นทางงานของงานนั้นๆ

- **คำจำกัดความต่างๆในการจัดตารางการผลิต**

พิภพลลิตาภรณ์(2546)ได้แสดงคำศัพท์ส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตซึ่งได้อธิบายความหมายในตัวมันเองอยู่แล้ว เฉพาะไม่กี่คำที่จำเป็นจะต้องอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งได้แก่คำดังต่อไปนี้

1. เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Processing Time) เป็นการพยากรณ์ค่าโดยประมาณว่าในการทำงานหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จต้องใช้เวลาเท่าไร การประมาณนี้รวมถึงเวลาในการเตรียมงานที่อาจต้องมีอยู่ด้วย เวลาปฏิบัติของงาน i ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย P_i
2. เวลากำหนดส่งงาน (Due Date) เป็นการนำกำหนดวันสุดท้ายของกำหนดการส่งงาน หรือเป็นการกำหนดว่างานต้องเสร็จในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าหากงานแล้วเสร็จหลังจากช่วงเวลาดังกล่าว จะถูกพิจารณาว่าส่งงานไม่ทันกำหนด และสมมติว่าถ้ามีการส่งงานช้ากว่ากำหนดต้องถูกปรับ เวลากำหนดส่งของงาน i ใดๆ จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย D_i
3. เวลาเบี่ยงเบน (Lateness) เป็นการคำนวณหาความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นจากเวลาแล้วเสร็จของงานว่ามีการเบี่ยงเบนไปจากเวลากำหนดส่งอย่างไร ถ้างานนั้นเสร็จก่อนเวลากำหนดส่ง เวลาเบี่ยงเบนมีค่าเป็นค่าลบ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้างานนั้นเสร็จหลังเวลากำหนดส่ง เวลาเบี่ยงเบนมีค่าเป็นค่าบวก เวลาเบี่ยงเบนของงาน i ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย L_i ซึ่ง $L_i = C_i - D_i$
4. เวลาล่าช้าของงาน (Tardiness) เวลาของงานคำนวณได้จากเวลาเบี่ยงเบน โดยงานที่มีความล่าช้าของงานที่เสร็จหลังจากเวลาที่กำหนดส่ง ซึ่งเวลาล่าช้าของงานมีค่าเท่ากับเวลาเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวก แต่ถ้างานเสร็จก่อนกำหนดส่งค่าเวลาเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบ และค่าเวลาล่าช้าของงานมีค่าเป็น 0 เวลาล่าช้าของงานใช้สัญลักษณ์แทนด้วย T_i
5. เวลาเพียงพอ (Slack) เป็นการวัดความแตกต่างระหว่างเวลาที่เหลืออยู่นับถึงวันกำหนดส่งของงานนั้นกับเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานผลิตของงานนั้น ค่าเวลาเพียงพอใดๆ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย SL_i ซึ่ง$SL_i = D_i - T_i$
6. เวลากำหนดงานเสร็จ (Completion Time) เป็นช่วงกว้างของเวลาระหว่างเริ่มดำเนินการงานแรกได้เริ่มต้น ซึ่งเวลาที่งานแรกเริ่มต้นนี้ถูกกำหนดเป็น 0 จนกระทั่งงานi เสร็จสิ้นลง เวลากำหนดเสร็จของงาน i ใช้สัญลักษณ์ C_i
7. เวลาปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time) เป็นเวลาที่ใช้ในการเตรียมงานก่อนทำการผลิต เวลาปรับตั้งเครื่องของรุ่นผลิตภัณฑ์ที่ k (Model k) ใช้สัญลักษณ์ S_k
8. รุ่นการผลิต (Batch) หมายถึง จำนวนของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนรายการใดรายการหนึ่งที่ทำการผลิตบนหน่วยผลิตใดหน่วยหนึ่งหลังจากที่ผลิตภัณฑ์รุ่นใดรุ่นหนึ่ง ได้ทำการผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยใดๆ หรือชุดใดๆ จนเสร็จสิ้นแล้ว ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นก็ถูกนำมาผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยนั้นตามขนาดของรุ่นที่ได้กำหนด

2.5.2 การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบขนาน

การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบขนาน พิภพลลิตาภรณ์(2546)ได้อธิบายความหมายของการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตแบบขนานดังนี้ เรามีหน่วยผลิต 2 หน่วยขึ้นไปที่เหมือนกันและประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละหน่วยงานเท่ากัน เมื่อมีงานหลายงานที่เข้ามาในระบบ เราจะเลือกหน่วยผลิตทุกหน่วยมาใช้แล้วทำการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วย งานแต่ละงานนั้นไม่ว่าจะถูกจัดให้ทำงานบนหน่วยผลิตใดก็จะใช้เวลาเท่ากัน ในการจัดตารางการผลิตซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักใช้วิธีการง่ายๆ คือ ทำงานตามลำดับงานที่เข้ามาโดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์สูงสุดของการจัดตาราง ดังนั้นการจัดลำดับงานให้ได้ผลดีจึงไม่ใช่เรื่องที่ทำได้ง่ายนัก เนื่องจากงานต่างๆ นั้นมีหลายขั้นตอนที่ต้องทำไปตามลำดับ การใช้เวลาตั้งเครื่อง (Set up) ก็เข้ามาเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับงาน นอกจากนั้นอุปกรณ์ที่มีใช้ในแต่ละหน่วยก็อาจมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน เราจึงต้องมีการจัดตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตสำหรับหน่วยผลิตแบบขนานนั้น แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มงาน (Allocation) เป็นการตัดสินใจมอบหมายงานแต่ละงานไปยังหน่วยผลิตแต่ละหน่วย อีกขั้นตอนคือ การจัดลำดับก่อนหลัง (Sequencing) เกี่ยวข้องกับลำดับของงานในแต่ละหน่วยผลิต โดยทั้ง 2 ขั้นตอนดังกล่าวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมาพบว่าบทความวิจัยด้านการจัดสมดุลภาระงานและการจัดตารางการทำงานในอุตสาหกรรมด้านอื่นๆ โดยส่วนใหญ่ในกระบวนการผลิต ซึ่งมักจะมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับวิธีการทางฮิวริสติกส์

กัญชลา สุดาชาติ (2551) ทำการวิจัยที่ทำการเปรียบเทียบการใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ กับการใช้ฮิวริสติกเพื่อจัดลำดับการผลิตเครื่องจักรขนาน กรณีมีเวลาติดตั้งเครื่องจักร และมีข้อจำกัดของเครื่องจักร มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เวลาในการผลิตของระบบมีค่าต่ำสุด จากการวิจัยพบว่าการจัดลำดับการผลิตด้วยฮิวริสติกมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า

Raghavendra และ Muthy (2011) เสนอการจัดสมดุลภาระงานของเครื่องจักรแบบขนาน โดยได้ประยุกต์ใช้ Mixed Integer Programming Methods และ Genetic Algorithmsในอุตสาหกรรมแบบ

Flexible Manufacturing System (FMSs)เพื่อลดเวลาทำงานรวม(Makespan) ซึ่งพบว่าวิธีดังกล่าวให้ผลที่ดี อีกทั้งยังมีความถูกต้องและรวดเร็ว

Liawและคณะ (2003) ได้เสนอการจัดตารางของเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่สัมพันธ์กันเพื่อให้ได้เวลาล่าช้ารวมที่น้อยที่สุดซึ่งปัญหาค่อนข้างซับซ้อนจัดเป็นปัญหาประเภท NP-hard โดยได้มีการใช้ Branch and Bound Algorithm ในการแก้ปัญหา เทียบกับวิธี Dominant rules ซึ่งผลพบว่าวิธี Branch and Bound Algorithm ให้ผลที่ดีในการจัดตารางงานที่มีปริมาณงานตั้งแต่ 18 งาน และเครื่องจักรตั้งแต่ 4 เครื่องขึ้นไป

ณัฐวร ยมพูล (2550) ได้มีการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่สัมพันธ์กันหรือมีความสามารถด้านการผลิตแตกต่างกันในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกเพื่อให้เกิดความล่าช้ารวมน้อยที่สุด ด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน (Multi-Phase Methodology) โดยขั้นตอนแรกเป็นการแบ่งกลุ่มงาน(Allocation) มอบหมายงานให้เครื่องจักร โดยกฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules) ด้วยการใช้เกณฑ์กำหนดส่ง (EDD: Early Due Date) ขั้นที่สองเป็นการจัดลำดับงาน(Assigning)โดยใช้วิธีการค้นหาแบบตาบู(Tabu Search)ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งมีการสร้างคำตอบตั้งต้นได้ใช้การหาคำตอบข้างเคียง (Neighborhood Search) โดยการใช้การสลับงาน (Swap Pairwise Interchange)ซึ่งผลพบว่า การจัดตารางการผลิตที่ใช้การค้นหาแบบตาบูทำให้เวลาล่าช้ารวมน้อยกว่าวิธีการจัดตารางแบบเดิมประมาณ 90%

เศรษฐาเพชรอำไพ (2554) เสนอการประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)ในการจัดตารางการทำงานกรณีสถานีงานเรียงต่อกันเป็นอนุกรม โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธีของแคมเบลและโปรแกรม LIKIN Scheduler ซึ่งพบว่าวิธีที่ศึกษามีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีทั้งสองในบางกรณี

เกียรติขจรวรปรัชญา (2551) เสนอการจัดตารางการผลิตใหม่ที่คำนึงถึงเสถียรภาพ สำหรับกระบวนการหล่อเหล็กแผ่นแบบต่อเนื่อง โดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) และการจำลองสถานการณ์ในการประเมินผลล่วงหน้า เป็นเครื่องมือ โดยวัดทั้งประสิทธิภาพและเสถียรภาพ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสามารถกำหนดตัววัดประสิทธิภาพ ตัววัดเสถียรภาพ และกลยุทธ์ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ทั้งกรณีเครื่องจักรเกิดปัญหา และกรณีมีคำสั่งผลิตเร่งด่วน

ศิวรักษ์ อินต๊ะวงค์ และ สันติชัย ชีวสุทธิศิลป์ (2010) เสนอการจัดตารางการผลิตโดยวิธีอิวริสติกและเทคนิคการจำลองแบบปัญหาในอุตสาหกรรม 3 วิธี คือ Palmer, Gupta และ CDS ผลจากการศึกษา

พบว่า วิธีทางฮิวริสติกให้ผลที่ดีกว่าวิธีในปัจจุบัน ในการแก้ปัญหาเรื่องเวลาปิดงานของระบบส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตเพิ่มมากขึ้น

ในบทนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดตารางการทำงานเช่น การจัดตารางการผลิต รวมถึงการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และฮิวริสติก นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการทำงานและการจัดตารางการผลิตอีกด้วยโดยในแต่ละงานวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น ลดจำนวนรายการที่เลื่อนส่งลูกค้า เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุด เป็นต้นในส่วนของการบริหารงานซ่อมบำรุงยังมีการศึกษาวิจัยค่อนข้างน้อยมากในด้านการจัดตารางการทำงาน ส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการจัดตารางการทำงานในส่วนผลิต ซึ่งในความเป็นจริงแล้วปัญหาการส่งมอบงานไม่ทันเวลาส่วนหนึ่งมาจากการเกิดจำนวนงานล่าช้าที่เกิดจากภาวะเครื่องจักรการผลิตหยุดรอคอยการซ่อมเป็นเวลานาน ไม่สามารถส่งมอบงานซ่อมให้ฝ่ายผลิตได้ทันอันเนื่องมาจากการที่ไม่มีการจัดตารางการทำงานที่เหมาะสม งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการใช้วิธีฮิวริสติกช่วยในการจัดตารางการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหางานจำนวนงานล่าช้าที่เกิดขึ้น