



การสร้างข่ายงานกิจกรรมในกระบวนการผลิต กรณีศึกษา: เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิด 6 ลูกยาง

The Constructions Activity Network in Production Process Case Study: Paddy Husker Milled Rubber 6 Type

สุรพงศ์ บางพาน* พิรพันธ์ บางพาน ณรงค์ศักดิ์ เกียรติประชา ณัฐพล ปัญญาสุ และ นิตกร ใจตา
**Surapong Bangphan*, Phiraphan Bangphan, Narongsak Kietpracha, Nuttapon Panyasu
and Nitikorn Jaita**

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

128 หมู่ 1 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

Program of Industrial Technology, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Mai Campus, 128 mu 1 Huay Kaew Road,
Muang District, Chiang Mai, 50300, Thailand

*Corresponding author. E-mail: pong_pang49@yahoo.com,

Tel: 053-921444, Fax: 053-213183

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการพิจารณาการบริหารโครงการด้วยการสร้างข่ายงานกิจกรรมในกระบวนการผลิตกรณีศึกษาเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิด 6 ลูกยาง โดยใช้กิจกรรมบนลูกศร กิจกรรมบน node ของข่ายงานประกอบด้วยข้อมูลลำดับของความแตกต่าง สำหรับปัญหาตารางกิจกรรมของโครงการ วัตถุประสงค์ก็เพื่อสร้างข่ายงานอย่างเหมาะสม โดยได้พิจารณาถึงความพึงพอใจในการผลิตจากวิธีการทำงานและมีการควบคุมทุกขั้นตอนการผลิตเป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ได้เสนอกิจกรรมที่สามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย ข่ายงานของ PERT & CPM โดยใช้กิจกรรมบนลูกศรและกิจกรรมบน node เป็นหลักสำคัญของการควบคุมในเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ซึ่งพบว่าความน่าจะเป็นโครงการจะแล้วเสร็จที่ 38 วัน มีค่าเท่ากับ 99.46% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการอยู่ที่ 1.572 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก การบริหารโครงการ ข่ายงานกิจกรรม เทคนิคการประเมินผลและทบทวนโครงการ
เส้นทางวิกฤต

ABSTRACT

This research study considers the project management of constructions activities network in production process case study paddy husker milled rubber 6 type by activity on arrow. The activity on node of networks included different order data for project scheduling problems. The objective is to construct suitable networks by considerate production desirability from methods which control all production of a case study. The proposed activities can be implemented efficiently and integrated with the traditional main controlling focus in paddy husker milled of PERT & CPM by AOA and AON

respectively. The probability finish of project is 38 day, equal value to 99.46% and standard deviation of project is 1.572 respectively.

Keywords : Paddy Husker Milled, Activity Network, Project Management, Program Evaluation and Review Technique (PERT), Critical Path Method (CPM)

1. บทนำ

การบริหารโครงการเป็นกระบวนการสำหรับการประยุกต์ความรู้ ทักษะ เครื่องมือและเทคนิคในการดำเนินงานกิจกรรมของโครงการให้ประสบความสำเร็จและบรรลุผลตามเป้าหมายที่ได้วางไว้ การวางแผนหรือการกำหนดปัจจัยนำเข้านั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการบริหารโครงการ ผู้กระบวนการคัดเลือกสรรชนิดเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างโครงการใด ๆ สุดท้ายจะได้ผลลัพธ์เป็นไปตามที่ได้วางแผนกำหนดตั้งเริ่มแรก ถ้าไม่เป็นไปตามแผนการดำเนินที่ได้วางไว้จำเป็นต้องพิจารณา สิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เป็นไปตามแผนนั้นประกอบด้วย การคัดเลือกคน การคัดเลือกเครื่องจักร การคัดเลือกอุปกรณ์ และการคัดเลือกวิธีการทำงาน ระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการตลอดจนสภาพแวดล้อมในการทำงานรวมทั้งภัยธรรมชาติ เป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณา

เนื่องจากที่ผ่านมาได้ศึกษาวิจัยจำนวนสองบทความ โดยทำการเลือกใช้เครือข่ายกิจกรรมด้วย PERT & CPM โดยใช้ AOA, AON และคำนวณหาเส้นทางวิกฤต (critical path) ตลอดจนการหาค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จพบว่าทำให้งานที่ได้เป็นไปตามแผนการดำเนินงานเป็นที่น่าพอใจและได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดใช้เวลาน้อย รวมทั้งต้นทุนต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงขยายผลด้วยการสร้างข่ายงานกิจกรรมการผลิตในเครื่องกะเพาะข้าวเปลือกเป็นกรณีศึกษา เพื่อช่วยในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง

1.1 ความเป็นมาของ PERT และ CPM

PERT พัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2501 โดยกองทัพเรือสหรัฐร่วมกับ บูซ แอลเลน และ แฮมิลตัน (Booz Allen and Hamilton) และ ล็อกฮีด แอร์คราฟต์ (Lockheed Aircraft) เพื่อใช้ในการบริหารโครงการขีปนาวุธโพลาริส

(Polaris) ซึ่งเป็นโครงการขนาดใหญ่ ประกอบด้วยผู้รับเหมาช่วง (subcontractor) มากกว่า 9,000 ราย ลักษณะของโครงการเป็นการวิจัยและพัฒนา และมีการผลิตส่วนประกอบใหม่ ๆ ซึ่งไม่เคยมีผู้ใดผลิตมาก่อน ดังนั้นการประมาณระยะเวลาในการดำเนินการต่าง ๆ ในโครงการจึงไม่สามารถกำหนดลงไปได้แน่นอนตายตัว จำเป็นต้องนำเอาแนวความคิดของความน่าจะเป็น (probability concept) เข้ามาประกอบด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่า จุดเด่นของ PERT คือ การสามารถนำไปใช้กับโครงการที่มีเวลาดำเนินงานไม่แน่นอน ส่วน CPM พัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2500 โดย เจ.อี. เคลลี (J.E. Kelly) แห่งบริษัทเรมิงตัน แรนด์ (Remington Rand) ร่วมกับ เอ็ม. อาร์. วอล์กเกอร์ (M.R. Walker) แห่งบริษัทดูปองต์ (DuPont) เพื่อใช้ในโครงการก่อสร้างและซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงานเคมี โดยเน้นในด้านการวางแผนและควบคุมเวลา ตลอดจนค่าใช้จ่ายโครงการ CPM มักจะนำไปใช้กับโครงการที่ผู้บริหารเคยมีประสบการณ์มาก่อน และสามารถประมาณเวลารวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการได้แน่นอน [1]

ความแตกต่างระหว่าง PERT และ CPM

ข้อแตกต่างชัดเจนระหว่าง PERT และ CPM คือ เวลาในการทำกิจกรรม กล่าวคือ เวลาในการทำกิจกรรมของ PERT จะเป็นเวลาโดยประมาณซึ่งคำนวณได้ด้วยการใช้ความน่าจะเป็น PERT จึงใช้กับโครงการที่ไม่เคยทำมาก่อน หรือโครงการซึ่งไม่สามารถเก็บรวบรวมเวลาของการทำกิจกรรมได้ เช่น โครงการพัฒนาวิจัย ส่วน CPM นั้น เวลาที่ใช้ในกิจกรรมจะเป็นเวลาที่แน่นอน ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลที่เคยทำมาก่อน เช่น อัตราการทำงาน ของงานแต่ละประเภท อัตราการทำงานของเครื่องจักร เป็นต้น CPM จึงใช้กับโครงการที่เคยทำมาก่อน ซึ่งมีความชำนาญแล้ว เช่น งานก่อสร้าง ชิ้นส่วนประกอบ

เครื่องจักรกลการเกษตร ส่วนประกอบเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิด 6 ลูกยาง [1]

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างข่ายงาน

การสร้างข่ายงาน (network)

ข่ายงาน (network) คือ แผนภูมิหรือไดอะแกรมที่เขียนขึ้นแทนกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องทำในโครงการ โดยแสดงรายละเอียดกิจกรรมในโครงการและลำดับการทำงานของกิจกรรม หรืองานย่อย ๆ ตามลำดับก่อนหลังของกิจกรรม ทำให้ได้ภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น การสร้างข่ายงานมี 2 แบบ คือ

1. กิจกรรมบนจุดเชื่อมแบบ activity on arrow (AOA) เป็นการเขียนข่ายงานโดยใช้เส้นเชื่อม arrow แทนกิจกรรม โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

○ แทน จุดเชื่อมต่อกับ node แสดงถึงเหตุการณ์เริ่มต้นหรือสิ้นสุดของกิจกรรมซึ่งวงกลมจะมีตัวเลขกำกับ โดยเริ่มจากเลขน้อยอยู่ทางซ้ายของข่ายงาน และเลขมากอยู่ทางขวาของข่ายงาน

→ แทน กิจกรรมที่ต้องทำ โดยมีหัวลูกศรแสดงถึงการสิ้นสุดของกิจกรรมนั้น ๆ กิจกรรม 1 กิจกรรมจะเขียนแทนด้วยลูกศร 1 อัน ซึ่งมักเป็นเส้นตรง

○₁ $\xrightarrow{A5}$ ○₂ เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อมแสดงถึงกิจกรรม ซึ่งสามารถตั้งชื่อว่า A มีเวลาเท่ากับ 5 ส่วน หมายเลข 1 และ 2 หมายถึงเลขกำกับ node สำหรับของกิจกรรม A

○₁ - - - → ○₂ เส้นประที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อมแสดงถึงกิจกรรมสมมติ (dummy activity) คือเป็นกิจกรรมที่ไม่มีตัวตนจริง ๆ ในโครงการ แต่นำมาใส่ในข่ายงานเพื่อช่วยในการแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมบางกิจกรรมให้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงส่วน หมายเลข 1 และ 2 หมายถึงเลขกำกับ node

2. กิจกรรมบนจุดเชื่อมแบบ activity on node (AON) เป็นการเขียนข่ายงานโดยใช้จุดเชื่อมแทนกิจกรรม มีสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

□_A จุดเชื่อม แสดงกิจกรรม A จุดเชื่อมอาจใช้รูปสี่เหลี่ยม หรือวงกลมก็ได้

□_A → □_B เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อม แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหรือลำดับการทำงาน เช่นตามตัวอย่างเมื่อทำกิจกรรม A เสร็จแล้วจึงทำกิจกรรม B ได้ อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้จะใช้การเขียนข่ายงานทั้งสองแบบแต่แบบที่ 2 เขียนได้ง่ายกว่า และยังไม่จำเป็นต้องใช้งานสมมติเข้ามาช่วยด้วย และจะใช้รูปสี่เหลี่ยมเป็นจุดเชื่อมเนื่องจากแสดงข้อมูลได้มากกว่า (บางครั้งต้องใช้ระยะเวลาลงไปด้วย)

หลักในการเขียนข่ายงาน มีดังนี้

1. จุดเริ่มต้นหรือเหตุการณ์เริ่มต้นของโครงข่ายงานต้องมีเพียง 1 จุด และจุดสิ้นสุดโครงข่ายงานต้องมีเพียงจุดเดียวหรือเหตุการณ์เดียวเท่านั้น
2. นิยมเขียนข่ายงานไปทางแนวนอน กล่าวคือจุดเริ่มต้นของโครงการอยู่ทางซ้ายมือ และจุดสิ้นสุดของโครงการอยู่ทางขวามือ (ไม่นิยมเขียนจากบนลงล่าง)
3. ในการเขียนโครงข่ายงานหรือผังลูกศรจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้
 - 3.1 ขณะที่กำลังเขียนงานนี้อยู่ มีงานใดต้องทำก่อนบ้าง
 - 3.2 ขณะที่กำลังเขียนงานนี้อยู่ มีงานใดต้องทำหลังจากงานนี้บ้าง
 - 3.3 ขณะที่กำลังเขียนงานนี้อยู่ มีงานใดต้องทำไปพร้อม ๆ กับงานนี้บ้าง
4. พยายามหลีกเลี่ยงลูกศรตัดกัน [1]

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างข่ายงานกิจกรรมในกระบวนการผลิตกรณีศึกษา: เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิด 6 ลูกยาง
2. เพื่อหาข่ายงานกิจกรรมที่เหมาะสมและดีที่สุด ในกระบวนการผลิตกรณีศึกษา: เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิด 6 ลูกยาง

1.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การใช้ข่ายงานเพื่อทำการวิเคราะห์โครงการ โดยทำการหาเส้นทางวิถีวิฤตซึ่งนำมาเพื่อทำการปรับปรุงโครงการให้เหมาะสมและดีที่สุดทั้งนี้เพื่อต้องการจำนวน

เวลาของการจัดทำโครงการตลอดจนการทำให้โครงการเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และจากการสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องการใช้ข่างานกิจกรรม ดังเช่น สุรพงษ์ บางพาน และคณะ [3] ได้พิจารณาการบริหารโครงการด้วยการสร้างข่างานกิจกรรมในกระบวนการผลิตชุดกระพ้อลำเลียงข่าโดยใช้กิจกรรมบนลูกศร กิจกรรมบน node ของข่างานประกอบด้วยข้อมูลลำดับของความแตกต่างสำหรับปัญหาตารางกิจกรรมของโครงการ วัตถุประสงค์เพื่อสร้างข่างานอย่างเหมาะสมโดยพิจารณาความพึงพอใจในการผลิตจากวิธีการทำงานมีการควบคุมทุกชั้นตอนการผลิตเป็นกรณีศึกษา วิธีการทำงานมีความสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตข่างานและความสัมพันธ์ของแหล่งวิธีการทำงานสำหรับการดำเนินโครงการนี้ ในงานวิจัยนี้ได้เสนอกิจกรรมที่สามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย ข่างานของ PERT & CPM โดยใช้กิจกรรมบนลูกศรกิจกรรมบน node เป็นหลักสำคัญ [4] สุรพงษ์ บางพานและคณะเลือกการบริหารโครงการด้วยการสร้างข่างานกิจกรรมในกระบวนการผลิตเครื่องย้อยกึ่งไม้โดยใช้กิจกรรมบนลูกศรกิจกรรมบน node ของข่างานและประกอบด้วยข้อมูลลำดับของความแตกต่างสำหรับปัญหาตารางกิจกรรมของโครงการ วัตถุประสงค์เพื่อสร้างข่างานอย่างเหมาะสมโดยพิจารณาความพึงพอใจในการผลิตด้วยวิธีการทำงานมีการควบคุมทุกชั้นตอนการผลิตเป็นกรณีศึกษา วิธีการทำงานซึ่งมีความสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตข่างานและความสัมพันธ์ของแหล่งวิธีการทำงานสำหรับการดำเนินโครงการนี้ ในงานวิจัยนี้ได้เสนอกิจกรรมที่สามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย ข่างานของ PERT & CPM โดยใช้กิจกรรมบนลูกศรและกิจกรรมบน node เป็นหลักสำคัญ และการควบคุมโดยใช้ข่างาน PERT & CPM กิจกรรมบนลูกศร และกิจกรรมบน node ในเครื่องย้อยกึ่งไม้ พบว่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จ 50 วัน มีค่าเท่ากับ 99.63% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการอยู่ที่ 1.86 Frank [5] ได้ศึกษาข่างานแบบสุ่มของ Markov คือรูปแบบสำหรับ

รอยต่อการกระจายความน่าจะเป็น โดยตัวแปรสุ่มสามารถที่จะประยุกต์ระหว่างการเชื่อมกับส่วนหนึ่งของ node นั้นๆ รูปแบบจำลองนี้เป็นรูปแบบจำลองที่ไม่ต้องแสดงโดยรูปภาพสอดคล้องกับข่างานของ Bayesian ส่วน Lazega [6] ได้เสนอ ข่างานแบบสุ่มของ Markov มีการขยายข่างานในรูปแบบจำลองแต่ละชนิด หุ่นจำลองประกอบด้วยหุ่นจำลองแบบ Hierarchical ส่วน T Zhao และ C-L Tseng [7] ได้ศึกษา การบันทึกกิจกรรมลอยตัวในข่างานกิจกรรมบนลูกศร พบว่าในตารางเวลาของโครงการ มีเวลาลอยตัวอิสระสำหรับแทนด้วยกิจกรรมการลอยตัวของตารางเวลาของกิจกรรมภายนอกมีผลกระทบต่อกิจกรรมส่วนย่อยตามลำดับ สำหรับตัวอย่างข่างานกิจกรรมบนลูกศร activity-on-arrow (AOA) ดังเช่น Erik Demeulemeester, Mario Vanhoucke, และ Willy Herroelen [8] ได้ศึกษาการกำเนิดข่างานแบบสุ่มสำหรับข่างานกิจกรรมบน node: RanGen การกำเนิดข่างานกิจกรรมบน node และข้อมูลที่ร่วมกันสำหรับความแตกต่างของลำดับชั้น โดยปัญหาตารางเวลาหลักของโครงการ วัตถุประสงค์คือการสร้างข่างานแบบสุ่มทั้งนี้เพื่อปรับค่าใหม่ในการใช้ค่าพารามิเตอร์มาควบคุมตัวอย่างของปัญหา ค่าพารามิเตอร์ทั้งสองที่มีความสัมพันธ์เป็นแบบข่างานรูปทรงเรขาคณิตและแหล่งที่มาที่มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์คือการดำเนินงาน การกำเนิดข่างานอาจพบกับความสัมพันธ์ที่เกิดจากข่างานกิจกรรมก่อนหน้า เนื่องจากข่างานการจ้างงานมีขอบเขตที่กว้างสำหรับความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ซึ่งอาจจะมี การแสดงการทำนายความเป็นไปได้สำหรับปัญหาความแตกต่างตารางเวลาหลักของค่าพารามิเตอร์ในโครงการ บางส่วนของข่างานอาจมีการดำเนินงานในการกำเนิดข่างานก่อนหน้าหรืออาจจะไม่มีก็เป็นไปได้ จะเห็นได้ว่าการนำเทคนิคข่างานมาบริหารโครงการจึงมีความจำเป็นต่อกระบวนการผลิต การนำเทคนิคข่างาน มาควบคุมโครงการสามารถทราบปัญหาของสาขงานใน network การผลิต ว่าควรกำหนดเวลาช้าสุด และเร็วสุด เมื่อใด ซึ่งสามารถช่วยให้ประหยัดเวลาในการผลิต งบประมาณ

ตลอดจนการว่าจ้างงาน คຸ້ມคຳกັບการลงทุนในกิจการนั้น ๆ [3-4] การบริหารโครงการเชิงวิศวกรรมต้องพิจารณา 4 m เช่น คน (man) เครื่องจักร (machine) วัสดุ (material) และวิธีการทำงาน (method) นอกจากนี้แล้วต้องคำนึงถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ความเสี่ยง และคุณภาพของโครงการ ตลอดจนระยะเวลาในการบริหารโครงการหรือการออกแบบในการสร้างโครงการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ได้วางแผนไว้ [2]

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษารายละเอียดของชิ้นส่วนประกอบเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิด 6 ลูกยาง

ศึกษารายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างขำขงงาน ส่วนกรรมวิธีการผลิตเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ที่กิจกรรม A กล่าวคือสร้างโครงกล่งล่างโดยใช้เวลาดำเนินงานประมาณ 3 วัน เป็นกิจกรรมเริ่มต้นของการสร้างขำขงงานส่วนรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมและจำนวนวันทำการผลิต และประกอบ แสดงดังตารางที่ 1

2.2 วิธีการวิจัย

หลังจากศึกษารายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและประกอบ ทำการวิเคราะห์ขำขงงานเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์ขำขงงานที่สร้างขึ้น เพื่อหาเส้นทางวิกฤติ (critical path) ซึ่งประกอบด้วยงานต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ หรือ กิจกรรมวิกฤติ (critical activity) ซึ่งนับเป็นงานที่กำหนดและควบคุมการแล้วเสร็จของโครงการ เนื่องจากหากงานเหล่านี้ล่าช้าไปจะทำให้โครงการเสร็จช้าไปด้วย ส่วนกิจกรรมที่ไม่วิกฤติ (non-critical activity) เป็นงานที่อาจล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ได้ในช่วงเวลาหนึ่งโดยไม่กระทบกระเทือนต่อเวลาเสร็จสิ้นโครงการ เส้นทางวิกฤตินี้จะเป็นเส้นทางที่มีระยะเวลาขำขงงานที่สุคสุดของโครงการ

ซึ่งระยะเวลาการดำเนินของเส้นทางวิกฤติ เรียกว่า ระยะเวลาวิกฤติ (critical time) [2-4]

ตารางที่ 1 ชิ้นส่วนประกอบเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก

ลำดับ	กิจกรรม	รายละเอียด	จำนวนชิ้น	กิจกรรมก่อนหน้า	เวลา (วัน)
1	A	โครงกล่งเครื่อง	1	-	3
2	B	โครงกล่งตัวเครื่อง	1	A	5
3	C	ฝาติดกับโครงเครื่องยึดติดกับใบพัดคูดกล่ง	1	A	2
4	D	ใบพัดคูดกล่ง	1	A	2
5	E	ชุดประกอบเฟลาและแบร็ริง	6	A	8
6	F	เฟลา	7	A	5
7	G	ฝาครอบใบพัดคูดกล่ง	1	D	2
8	H	ฝาลำหน้าชุดโครงกล่งเครื่อง	2	C	3
9	I	เกลียวยึดแผ่นหน้าติดกับชุดโครงกล่ง	12	C	2
10	J	เฟลาเกลียวรองยึดค้ำใน	12	C	3
11	K	ทางลงขำ	16	C	3
12	L	ประกอบชุดเกลียวและทางลงขำ	1	H, I, J, K	5
13	M	ประกอบชุดหลักรวมทั้งหมดชิ้นที่สอง	1	B, E, F, G, L	7
14	N	ร่องสไลด์ฐานมอเตอร์	1	M	2
15	O	ตัวค้ำมอเตอร์	1	M	3
16	P	คึดคั้งมอเตอร์	1	M	2
17	Q	คึดคั้งชุดพุลลล่ย์	7	M	3
18	R	คึดคั้งชุดสายพาน	5	M	4
19	S	ประกอบและคึดคั้งตัวค้ำสายพาน	1	M	2
20	T	ตรวจสอบการทำงานทั้งหมด	1	M, N, O, P, Q, R, S	10

2.2.1 การคำนวณหาเส้นทางวิกฤติ (critical path)

การหาเวลาเร็วที่สุด ขำที่สุคสุดและเวลาล่าช้าของกิจกรรมนั้น ๆ หาได้ดังนี้

ES = เวลาเร็วที่สุดที่จะเริ่มต้นของกิจกรรม

EF = เวลาเสร็จสิ้นอย่างเร็วที่สุดของแต่ละกิจกรรม

duration = ช่วงระยะเวลาของกิจกรรม [1-2]

$$\text{เมื่อ } EF = ES + \text{duration} \quad (1)$$

ถ้ามีหลายกิจกรรมเลือกค่า ES ของกิจกรรมนั้น เท่ากับ EF ที่สูงที่สุดของกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องทำเสร็จ

LS = เวลาช้าที่สุดที่จะเริ่มต้นกิจกรรมนั้น ๆ โดยไม่ทำให้เวลาของโครงการเปลี่ยนไป

LF = เวลาเสร็จสิ้นอย่างช้าที่สุดของแต่ละกิจกรรม โดยไม่ทำให้เวลาของโครงการเปลี่ยนไป

การคำนวณหาเวลา LS และ LF คำนวณเริ่มจาก จุดสิ้นสุดโครงการย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้นโครงการ โดย กำหนดให้งานที่จุดสิ้นสุดของโครงการมีค่า LF เท่ากับ ระยะเวลาในการทำโครงการ หรือ EF = LF และสามารถ คำนวณกำหนดเวลาเริ่มต้นอย่างช้าที่สุดได้จากสูตร [1-2]

$$LS = LF - \text{duration} \quad (2)$$

การคำนวณหาเวลาที่เหลือหรือเวลาที่ยืดหยุ่นได้ (slack time) เวลาที่เหลือ หรือเวลาที่ยืดหยุ่นได้ (slack: SL) คือ จำนวนเวลาที่งานต่าง ๆ จะล่าช้าได้ โดยไม่กระทบกำหนดเวลาเสร็จสิ้นของโครงการ มีสูตรในการหา ดังนี้

$$SL = LS - ES, SL = LF - EF \quad (3)$$

คำนวณหาความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จ

2.2.2 การคำนวณเวลาของงาน

การคำนวณเวลาที่คาดหวังไว้ของงานและเวลาที่คาดหวังไว้สำหรับช่างานทั้งหมดหาได้จาก [1-2]

$$\text{expected value}(t_e) = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (4)$$

เมื่อ a = ค่าคาดหวังเวลาที่สั้นที่สุดที่ต้องการให้งานนั้นเสร็จ (optimistic time estimate)

m = ค่าคาดหวังที่เป็นเวลาที่ปกติหรือเป็นเวลาที่ ต้องการโดยส่วนใหญ่ (most likely time estimate)

b = ค่าคาดหวังเป็นเวลาที่มากที่สุดที่ต้องการให้งานนั้นเสร็จ (pessimistic time estimate) [1-2]

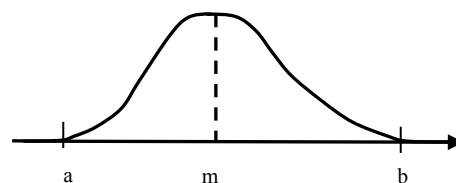
การประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลากิจกรรมหาได้จาก

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \quad (5)$$

โอกาสความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จของ เวลากิจกรรมนั้น ๆ คือความแปรปรวนแบบสุ่มที่แสดงเป็น นัยสำคัญของเวลาเสร็จสิ้นสำหรับ โครงการเป็นความ แปรปรวนแบบสุ่มด้วยเช่นกัน เวลาของกิจกรรมนั้นคือ ศักยภาพความแปรปรวนในเวลาเสร็จสิ้นทั้งหมด [2] ความแปรปรวนของเวลาที่เสร็จสิ้นของโครงการ σ^2 สอดคล้องกับสมการที่ 5 ดังนั้นค่าคาดหวังเวลาจะแล้วเสร็จของโครงการ μ_p ได้มาจากความแปรปรวนของเวลา แล้วเสร็จ σ_p หาได้จาก [2]

$$\mu_p \max(EF) = \max(LF) \quad (6)$$

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเบต้าประกอบด้วยค่า ต่ำสุดและค่าสูงสุดและค่าความหวังของโครงการที่คาดว่าจะแล้วเสร็จของกิจกรรม แสดงความแตกต่างการแจกแจง ความน่าจะเป็นแบบปกติกับลำดับที่ไม่มีขอบเขตของค่า ใดๆ การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเบต้าสามารถใช้กับ ชนิดต่าง ๆ ของรูปแบบของข้อมูล ชนิดของการแจกแจง ความน่าจะเป็นแบบเบต้าแสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดง โอกาสความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จ [2]



รูปที่ 1 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเบต้า

ความแปรปรวนในเวลาแล้วเสร็จของโครงการหาได้จาก

$$\sigma_p = \sqrt{\text{sum of the variance of the duration for the activities in the critical path}} \quad (7)$$

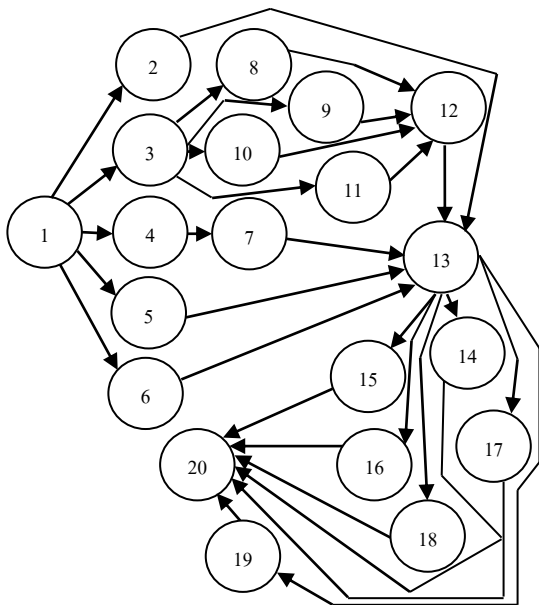
3. ผลการวิจัย

การคำนวณจากค่าตารางที่ 1 ได้ค่าแสดงดังตารางที่ 2 โดยที่กิจกรรม A เริ่มต้นทำได้ทันที ดังนั้นค่า ES ของ กิจกรรม A = 0 คำนวณกำหนดเวลาเสร็จอย่างรวดเร็วที่สุด

ของกิจกรรม A ได้ $EF = 0 + 3 = 3$ วัน การคำนวณกิจกรรม T เป็นกิจกรรมสุดท้ายของโครงการ ดังนั้นค่า LF ของกิจกรรม T มีค่าเท่ากับ 34 กิจกรรม T ใช้เวลาดำเนินงาน 10 วัน คำนวณค่า LS ของกิจกรรม T $= 34 - 0 = 24$ และการคำนวณค่า slack เช่นกิจกรรม A $= LF - EF = 3 - 3 = 0$ วัน ตัวอย่างการคำนวณกิจกรรม L ต่อจากกิจกรรมมี 4 กิจกรรม คือ H, I, J, K เลือกค่ามากที่สุดได้คือ H, J, K $= 8$ (EF) เพราะฉะนั้น ค่า $EF = ES + D = 8 + 5 = 13$ วัน และค่า $SL = LS - ES$ หรือ $LF - EF$ เช่นกิจกรรม A จะได้ค่า $SL = 3 - 3 = 0$ ส่วนค่าที่เหลือในการหาค่า ES, EF, LS, LF และ slack แสดงดังตารางที่ 2 รูปที่ 2 ส่วนตารางที่ 3 เวลาคาดหวังของกิจกรรมและความแปรปรวนสำหรับโครงการนี้

ความแปรปรวนในเวลาแล้วเสร็จของโครงการ หาได้จากเส้นทางวิกฤตของโครงการในเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกคือ

$A \rightarrow C \rightarrow H \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow R \rightarrow T$

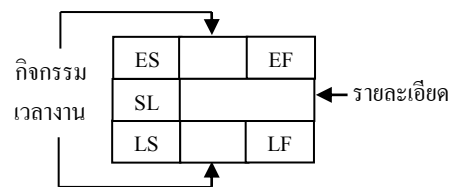


รูปที่ 2 กิจกรรมบนลูกศรของกระบวนการผลิต

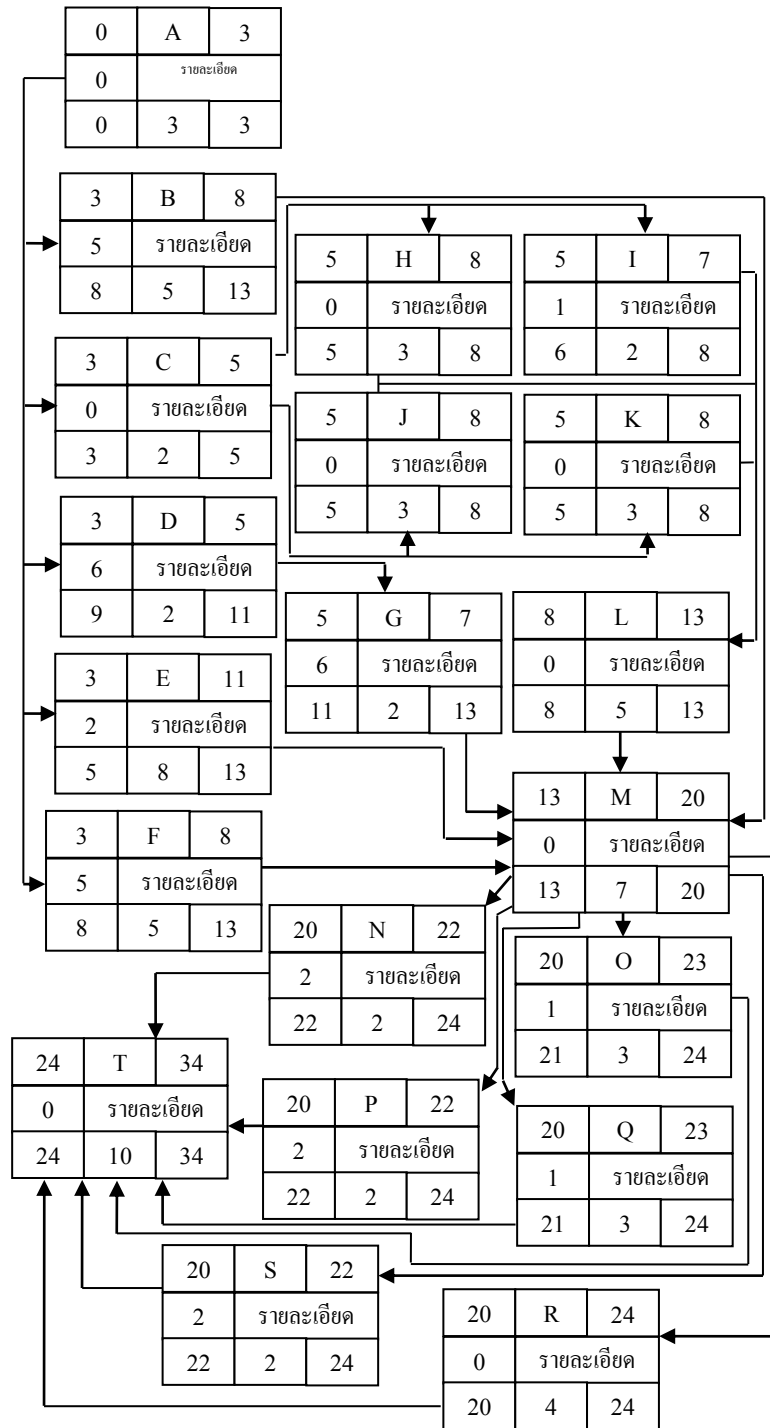
ตารางที่ 2 ค่าที่ได้จากการคำนวณ

ที่	กิจกรรม	กิจกรรมก่อนหน้า	เวลา งาน (วัน)	ES	EF	LS	LF	SL
1	A	-	3	0	3	0	3	0
2	B	A	5	3	8	8	13	5
3	C	A	2	3	5	3	5	0
4	D	A	2	3	5	9	11	6
5	E	A	8	3	11	5	13	2
6	F	A	5	3	8	8	13	5
7	G	D	2	5	7	11	13	6
8	H	C	3	5	8	5	8	0
9	I	C	2	5	7	6	8	1
10	J	C	3	5	8	5	8	0
11	K	C	3	5	8	5	8	0
12	L	H,I,J,K	5	8	13	8	13	0
13	M	B,E,F,G,L	7	13	20	13	20	0
14	N	M	2	20	22	22	24	2
15	O	M	3	20	23	21	24	1
16	P	M	2	20	22	22	24	2
17	Q	M	3	20	23	21	24	1
18	R	M	4	20	24	20	24	0
19	S	M	2	20	22	22	24	2
20	T	M,N,O,P,Q,R,S	10	24	34	24	34	0

ความหมายของกิจกรรม รายละเอียดและการหา ES, EF, LS, LF และค่า SL แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 node diagram [3-4]



รูปที่ 4 กิจกรรมบน node กระบวนการผลิต

จากข้อมูลตารางที่ 3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการคือ

$$\sigma_p = \sqrt{\text{var}(A) + \text{var}(C) + \text{var}(H) + \text{var}(J) + \text{var}(K) + \text{var}(L) + \text{var}(M) + \text{var}(R) + \text{var}(T)}$$

หมายเหตุ

$\text{var}(A, C, \dots, T) = \text{variance}$ (ความแปรปรวนของกิจกรรม A, C, ..., T)

ตารางที่ 3 ค่าความคาดหวังที่คำนวณได้

act	a	m	b	te	σ^2
A	3	4	6	4.167	0.250
B	5	7	9	7.000	0.444
C	2	3	4	3.000	0.111
D	2	4	6	4.000	0.444
E	8	10	12	10.000	0.444
F	5	7	9	21.000	0.444
G	2	4	6	4.000	0.444
H	3	4	5	4.000	0.111
I	2	3	4	3.000	0.111
J	3	5	7	5.000	0.444
K	3	4	5	4.000	0.111
L	5	7	9	7.000	0.444
M	7	9	11	9.000	0.444
N	2	4	6	4.000	0.111
O	3	5	8	5.000	0.694
P	2	4	6	4.000	0.444
Q	3	5	7	5.000	0.444
R	4	6	8	6.000	0.444
S	2	3	4	3.000	0.111
T	10	11	12	11.000	0.111

$$\sigma_p = \sqrt{0.250+0.111+0.111+0.444+0.111+0.444+0.444+0.444+0.111}$$

$$\sigma_p = \sqrt{2.47} = 1.572$$

โครงการนี้จะแล้วเสร็จภายใน 38 วัน ดังนั้นโอกาสที่โครงการจะสำเร็จหาได้จาก

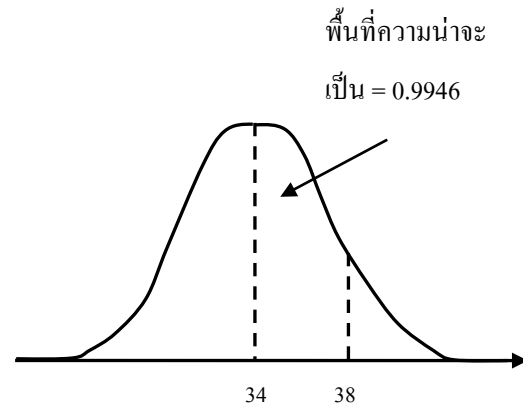
$$z = \frac{X - \mu_p}{\sigma_p} \tag{8}$$

X คือ เวลาที่ต้องการให้โครงการแล้วเสร็จ

ดังนั้นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติจะเท่ากับ

$$z = \frac{38-34}{1.572} = 2.55$$

เปิดตารางค่า Z = 0.9946 ความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จในวันที่ 38 เท่ากับ 99.46% หรือพื้นที่ความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 พื้นที่ความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จ

3.1 การผลิตส่วนประกอบของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกที่ได้จากการสร้างข่ายงานและเส้นทางวิกฤต

ในการผลิตส่วนประกอบของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกที่ได้จากการคำนวณและขั้นตอนการผลิตแสดงดังตารางที่ 2 และแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งมีส่วนประกอบและรายละเอียดค่อนข้างมาก บางครั้งกิจกรรมที่กำหนดในตารางที่ 1 และได้ผลลัพธ์ตารางที่ 2 แต่ละกิจกรรมต้องมีการ merge กันบ้าง แต่ละกิจกรรมที่ทำเสร็จก่อนจำเป็นต้องรอกิจกรรมถัดไป บางกิจกรรมมีการข้ามขั้นตอนของกิจกรรม เพราะในช่วงเวลาที่ทำการผลิตไม่ปฏิบัติตามแผนโครงการที่วางไว้ กล่าวคือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต มีจำนวนผู้ใช่มาก เพราะว่าเป็นเครื่องจักรและอุปกรณ์ของสถานศึกษา ในการศึกษาวิจัยนี้กำหนดให้เวลาสูงสุดเท่ากับ 38 วัน เส้นทางวิกฤตหรือเวลาลอยตัวอิสระที่ได้เท่ากับ 34 วัน

ดังนั้นเส้นทางวิกฤตสำหรับการสร้างข่ายงานกิจกรรมกระบวนการผลิต กรณีศึกษา เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกมีค่าเท่ากับ

$$A \rightarrow C \rightarrow H \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow R \rightarrow T$$

การประมาณค่าช่วงระยะเวลาของโครงการ = 34 วัน

และความแปรปรวนในเวลาแล้วเสร็จของโครงการหาได้จากเส้นทางวิวิวิกฤตของโครงการแสดงดังตารางที่ 2 และค่าความคาดหวังที่ได้แสดงดังตารางที่ 3

เพราะฉะนั้นค่าความน่าจะเป็นของโครงการคือ 38 วันมีค่าเท่ากับ 99.46 % ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการเท่ากับ 1.572

4. สรุปผลการวิจัย

การบริหารโครงการโดยใช้ช่างงานกิจกรรมมาควบคุมกระบวนการผลิตในเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกทำให้ทราบผลดำเนินงานเป็นไปตามแผนงานที่วางไว้มีขั้นตอนในการทำแต่ละกิจกรรม (บางช่วงเวลาของแต่ละกิจกรรมไม่เป็นไปตามแผนงาน) ซึ่งแต่ละกิจกรรมเชื่อมโยงสัมพันธ์กิจกรรมทั้งหมด โดยใช้เวลาน้อยในการสร้างเครื่อง [3-4] เป้าหมายของโครงการนี้ไม่เกิน 38 วัน ในโครงการวิจัยนี้สามารถทำงานได้ประมาณ 34 วัน ความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จใน 38 วัน เท่ากับ 99.46% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการอยู่ที่ 1.572 ส่วนขั้นตอนประกอบแต่ละชิ้นส่วนเข้าด้วยกันมีความยุ่งยากจำเป็นต้องอาศัยนักศึกษาที่มีประสบการณ์ และความชำนาญในการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ในโครงการนี้ การใช้ช่างงานมาวิเคราะห์ ทำให้สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต ลดของเสีย (ของเสียมีน้อย) ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง และได้เครื่องที่มีคุณภาพเทียบเคียงกับกลุ่มอุตสาหกรรมที่ทำการผลิตในเชิงพาณิชย์ [3-4]

5. ข้อเสนอแนะ

การสร้างช่างงานกิจกรรมกระบวนการผลิตกรณีศึกษาเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกใช้เวลาในการผลิตและประกอบ 34 วัน ซึ่งสามารถเร่งโครงการได้แต่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการผลิต เช่นอาจทำงานล่วงเวลา หรืออาจจำเป็นต้องเพิ่มแรงงาน (นักศึกษา) ทำให้สามารถใช้เวลาได้น้อยลงกว่าเดิม แต่เพิ่มค่าใช้จ่าย เป็นต้น

การเร่งโครงการสามารถทำได้ทันทีแต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ลดเวลาในการผลิตน้อยลงกว่าเดิม แต่ถ้าเป็นอุตสาหกรรมการผลิต ควรจะเร่งโครงการดีกว่าเพราะต้องการเวลาน้อยที่สุด (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องเช่นค่าใช้จ่ายอาจเพิ่มสูงขึ้นแต่ลดจำนวน

วันทำงานลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละโครงการว่าจะพิจารณาดำเนินการอย่างไร) ซึ่งมีโครงการอื่น ๆ ที่ต้องจัดทำต่อไปอีก [3-4] ในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างเครื่องเพื่อทดสอบโดยใช้การวางแผนโครงการช่างงานกิจกรรม ดังนั้นระยะเวลาของโครงการ 34 วัน ใช้เวลาน้อยสำหรับการสร้างและประกอบเครื่อง และความต้องของโครงการให้แล้วเสร็จที่ 38 วัน (เป้าหมายของโครงการ) สามารถเร่งงานได้ไม่เกิน 4 วันกิจกรรมที่เร่งได้คือ กิจกรรม L เร่งได้ 2 วัน กิจกรรม M และ T เร่งได้อย่างละ 2 วัน เพราะว่าการกิจกรรมทั้งสามส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นส่วนย่อยนำมาประกอบเข้าด้วยกันจึงต้องใช้เวลาก่อนข้างงาน

จะเห็นได้ว่าการนำเอาเทคนิคการบริหารโครงการ โดยเฉพาะการใช้ช่างงานกิจกรรมมีประโยชน์ดังบทความวิจัยทั้งสองที่ผ่านมาใช้เทคนิคเดียวกันกับบทความวิจัยในครั้งนี้เป็นการขยายผลการบริหารโครงการกระบวนการผลิต กรณีศึกษา : เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกชนิด 6 ลูกยาง ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากต่อกระบวนการผลิต สามารถช่วยลดเวลาในกระบวนการ ลดจำนวนของเสีย และลดจำนวนเงิน สำหรับโครงการวิจัยทั้งสองบทความเฉลี่ยลดลงประมาณ 900-2,700 บาท (ประมาณ 1-3 วัน) และโครงการวิจัยนี้ลดเวลาได้ 4 วันเท่ากับจำนวนเงินประมาณ 2,700 บาท (นักศึกษา 3 คน ๆ ละ 300 บาท) ซึ่งในอนาคตสามารถนำเอาเทคนิคดังกล่าวไปขยายผลในระดับจังหวัด โดยเฉพาะภาคเหนือตอนบน ในอุตสาหกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นต้น เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการบริหารจัดการกระบวนการผลิต จำเป็นต้องมีการเรียนรู้หลักการทฤษฎี จนนำไปสู่กระบวนการการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องเป็นนักวางแผนการทำงานที่ดี การคัดเลือกคนให้เหมาะสมกับการทำงาน การเลือกอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต สภาพแวดล้อมในการทำงาน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อระบบ เพราะฉะนั้น เทคนิคการบริหารโครงการ เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มผลผลิตในกระบวนการได้เป็นอย่างดี

เทคนิคการบริหารโครงการมีมานานแล้วไม่ใช่เป็นเทคนิคใหม่แต่อย่างใดซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพอีกวิธีการหนึ่งสามารถนำมาบริหารโครงการได้เป็นอย่างดีซึ่งจะช่วยให้โครงการบรรลุเป้าหมายตามที่ได้คาดหวังไว้แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกำหนัดกิจกรรมแต่ละสายงานของระบบ การกำหนัดระยะเวลาในการผลิตของแต่ละกิจกรรมตลอดจนการกำหนัดพนักงานของแต่ละกิจกรรมนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อโครงการและปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะขั้นตอนการเตรียมกรรมวิธีการผลิตและจำเป็นต้องนำหลักการการควบคุมคุณภาพมาช่วย

สนับสนุนการบริหารโครงการอีกแนวทางหนึ่งด้วยจึงจะทำให้โครงการมีความสมบูรณ์มากที่สุด

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการยกระดับปริญญาโทเป็นงานวิจัยตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน ประจำปี 2557 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนในการนำเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] [Online] Available: www.scaat.in.th/Bachelor/new/1_2552/010.
- [2] สุรพงศ์ บางพาน. การบริหารโครงการเชิงวิศวกรรม. เอกสารประกอบการสอน, แปลและเรียบเรียง, เชียงใหม่, 2556.
- [3] สุรพงศ์ บางพาน พิรพันธ์ บางพาน และวิบูลย์ลักษณ์ บางพาน. การบริหารโครงการด้วยการสร้างข่ายงานกิจกรรมในกระบวนการผลิตชุดกระโป๋ลำเลียงข้าว. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ*, 2557; 7(2), 104-112.
- [4] สุรพงศ์ บางพานและพิรพันธ์ บางพาน. การบริหารโครงการโดยการสร้างข่ายงานกิจกรรมในกระบวนการผลิตเครื่องขอยกิ้งไม้. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2557; 21 (3):47-55.
- [5] Frank, O., and Strauss, D. Markov graphs. *Journal of the American Statistical Association*, 1986; 81: 832-842.
- [6] Lazega, E. and Pattison, P. Multiplexity, generalized exchange and cooperation in organizations. *Social Networks*, 1999; 21: 67-90.
- [7] Zhao, T. and Tseng, C-L. A note on activity floats in activity-on-arrow Networks. *Journal of the Operational Research Society*, 2003; 54: 1296–1299.
- [8] Erik Demeulemester, Mario Vanhoucke, and Willy Herroelen. RanGen: A Random network generator for Activity on node networks. *Journal of scheduling*, 2003; 6: 17-38.