

การศึกษากระบวนการอุดมคติโดยใช้ระบบการผลิตแบบผลัก แบบดึง และแบบผสม

A Study of Ideal Process using Push, Pull and Mixed Systems

จิรรัตน์ ธีระวราพุกษ์ และ สุภกิจ สถาผลเดชา

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบการผลิตมีความสำคัญอย่างมากต่ออุตสาหกรรม เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิตให้ได้มากที่สุดไม่ว่าจะเป็นในส่วนของปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต ระยะเวลาการผลิต เปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร และอื่นๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการผลิตที่มีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งระบบการผลิตโดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ ระบบผลัก และระบบดึง ซึ่งแต่ละระบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบการผลิตแบบผสม ซึ่งระบบการผลิตแบบนี้เป็นการผลิตแบบผสมผสานระบบการผลิตแบบผลักและแบบดึงเข้าด้วยกัน ข้อดี ข้อเสีย และผลกระทบที่ได้จากการใช้ระบบการผลิตทั้งสามแบบนี้จะทำการศึกษาโดยใช้วิธีการจำลองการทำงาน การศึกษานี้จะศึกษาถึงผลการตอบสนองที่เกิดขึ้นในส่วนของปริมาณงานระหว่างทำ ระยะเวลาในการผลิต และเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร โดยพิจารณาจากการผลิตแบบอุดมคติ

Abstract

In present, production system is a crux of manufacturers. In order to obtain an efficiency production system (in terms of work in process, processing time, and percentage of utilization), production system is one of the keys to success. Production systems can generally be divided into two types: Push and Pull systems. Each system has its own pros and cons. This research proposed a system called Push-Pull Mixed System, which is the combination of push and pull systems. The study of the advantages, disadvantages, and effects of using those systems are given in this research through simulation method. This research assumed that the production system is ideal and the emphasis of the study is given to work in process, processing time, and percentage of utilization.

1. บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมให้สามารถสร้างหนทางในการแข่งขันได้สูงขึ้น มีความจำเป็นอย่างย่งที่จะต้องมีการดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ โดยปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการที่จะทำให้เกิดการผลิตที่มีประสิทธิภาพคือระบบการผลิต โดยทั่วไปแล้วระบบการผลิตที่เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางคือระบบผลักและระบบดึง ระบบผลักเป็นระบบที่เกิดขึ้นมานานแล้ว และมีความซับซ้อนของกลไกการทำงานน้อย เนื่องจากไม่มีการควบคุมขั้นตอนการทำงานภายในระบบการผลิต ข้อดีของระบบผลักคือการมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรสูง และข้อ

เสียของระบบนี้คือการมีปริมาณงานระหว่างทำสูง ซึ่งอาจส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตสูงตามไปด้วย ในส่วนของระบบดึงนั้น เป็นระบบที่สามารถควบคุมปริมาณงานระหว่างทำให้อยู่ที่ ดังนั้นระบบดึงจึงมีกลไกที่ซับซ้อนกว่าระบบผลัก ข้อดีของระบบดึงคือการมีปริมาณงานระหว่างทำน้อยและไม่แปรปรวน ซึ่งจะส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตสั้นและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามระบบการผลิตแบบนี้มีข้อเสียคือต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพื่อที่จะให้ปริมาณงานระหว่างทำอยู่ในระดับที่กำหนดไว้ ซึ่งการกำหนดปริมาณงาน

ระหว่างทำนั้นอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรต่ำลง

จากการศึกษาในเมืองต้น จะเห็นได้ว่าระบบการผลิตแบบผลักและแบบดึงมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้ทำการพัฒนาระบบการผลิตแบบใหม่ ซึ่งระบบการผลิตแบบใหม่นี้เป็นการผสมผสานข้อดีของระบบผลักและระบบดึง โดยระบบการผลิตแบบนี้จะให้เปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรที่สูงเพื่อลดระยะเวลาในการผลิตลง และควบคุมปริมาณงานระหว่างทำให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม นอกจากนี้ระบบการผลิตแบบใหม่นี้ยังพยายามที่จะลดผลกระทบของผลเสียจากระบบทั้งสอง ระบบการผลิตแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นนี้เรียกว่า ระบบการผลิตแบบผสม (Push-Pull Mixed System) ระบบการผลิตทั้งสามระบบ กล่าวคือ ระบบผลัก ระบบดึง และระบบผสม จะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อถัดไป

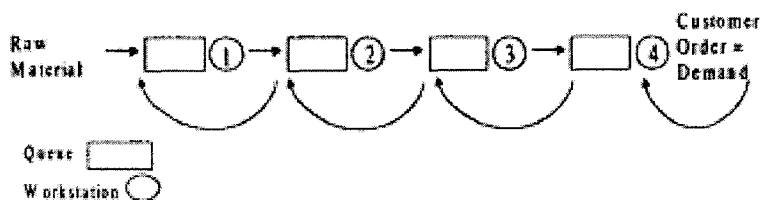
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการโดยใช้ระบบการผลิตทั้งสามแบบที่ได้กล่าวข้างต้น โดยวิธีการจำลองสถานการณ์ในการศึกษาจะทำการวิเคราะห์โดยใช้ตัววัด 3 ตัว คือ ปริมาณงานระหว่างทำ ระยะเวลาในการผลิต และเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร ซึ่งความสำคัญของตัววัดทั้งสามได้กล่าวไว้ในตอนต้น นอกจากนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการศึกษา งานวิจัยนี้จึงศึกษาเฉพาะกระบวนการแบบอุดมคติ กล่าวคือกระบวนการผลิตที่กระบวนการย่อยมีเวลาในการผลิตเท่ากัน ซึ่งสภาวะอุดมคตินี้จะเป็นสภาวะที่ไม่มีคอขวดเกิดขึ้นในระบบ ซึ่งการศึกษานี้จะครอบคลุมถึงระบบการผลิตแบบผลัก แบบดึง และแบบผสม

2. บรรณกรรมปริทัศน์และวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

2.1 บรรณกรรมปริทัศน์

ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยหลายชิ้นที่กล่าวถึงระบบการผลิต โดยในปี ค.ศ. 1960 ระบบการผลิตที่เรียกว่าระบบผลัก (Push System) ได้ถูกพัฒนาขึ้นพร้อมกับระบบ Material Requirement Planning (MRP) เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยระบบนี้เป็นระบบการผลิตชนิดแรกที่เกิดขึ้นโดยระบบการผลิตจะเริ่มทำการผลิตตามความต้องการของลูกค้าโดยเริ่มจากการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการผลิตในปริมาณที่เท่ากันหรือมากกว่าที่ลูกค้าต้องการ จากนั้นชิ้นงานก็จะถูกผลิตผ่านขั้นตอนกระบวนการต่างๆโดยจะถูกส่งผ่านไปยัง

กระบวนการถัดไปโดยทันที ระบบการผลิตชนิดนี้จะส่งผ่านชิ้นงานต่อไปในลักษณะเช่นนี้ซ้ำๆต่อเนื่องกันไปหลังจากทำการผลิตเสร็จในขั้นตอนนั้นจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต ต่อมาในปี ค.ศ. 1975 Onlicky [1] ได้วิเคราะห์และพัฒนาระบบผลักขึ้นเนื่องจากเห็นว่าระบบผลักนั้นไม่สามารถควบคุมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอ โดยได้ศึกษาถึงผลของการจัดกลุ่มเครื่องมือเครื่องจักร ขนาดของกองชิ้นงาน และเวลาในการจัดตั้งเครื่องมือเครื่องจักร โดยผสมผสานเข้ากับระบบการทำงานที่อาศัยความต้องการของกระบวนการถัดไปเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้งหมดที่ได้กล่าวมานี้ได้เป็นจุดเริ่มต้นของระบบการผลิตแบบดึง ต่อมาในปี ค.ศ. 1987 Bitran and Chang [2] ได้ใช้วิธีการทางการจำลองระบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาพแบบการจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาระบบสายการผลิตแบบโครงสร้างต้นไม้ ในลักษณะหลายขั้นตอน เพื่อที่จะหาขนาดของสินค้าคงคลัง และจำนวนบัตรกัมบัง ที่เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้อยที่สุด สำหรับบัตรกัมบังนั้นเป็นบัตรที่ใช้ในการควบคุมปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต โดยทุกชิ้นงานในระบบการผลิตจะมีบัตรกัมบังแทรกอยู่ทุกตัวดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่ชิ้นงานได้เสร็จสิ้นกระบวนการผลิตแล้วก็จะถูกส่งออกมาจากระบบการผลิตสู่ขั้นตอนถัดไปดังนั้นบัตรกัมบังก็จะว่างและถูกส่งกลับไปที่เพื่อแทรกเข้ากับชิ้นงานตัวใหม่ ต่อมาในปี ค.ศ. 1992 Spearman and Zazanis [3] ได้ศึกษาทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบผลัก และระบบดึง โดยใช้การจำลองการทำงานเป็นตัวทดสอบและได้พยายามแสดงผลการทดสอบและอธิบายถึงความเหนือกว่าของระบบดึงที่เหนือกว่าระบบผลัก (Push System) ในด้านต่างๆ เช่น ปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตที่น้อยกว่าและระยะเวลาในการผลิตที่น้อยกว่า ในปี ค.ศ. 1998 Suri [4] ได้ทำการศึกษาและใช้วิธีการจำลองการทำงานลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการผลิตแบบผลักและดึง โดยจากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าในสภาพที่ระบบการผลิตต้องตอบสนองกับความหลากหลายของความต้องการผลิตภัณฑ์ ระบบผลัก จะให้ประสิทธิภาพที่เหนือกว่าระบบดึง (Pull System) ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตและระยะเวลาในการผลิต ในปี ค.ศ. 2002 Liberopoulos and Dallery [5] ได้ศึกษาและพัฒนาระบบ



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของระบบดึง (Pull System)

ดึง ให้มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นโดยใช้ภาพแบบการจำลองระบบทางคณิตศาสตร์ โดยในครั้งนี้ได้นำเอาระบบดึงที่มีบัตรกัมบัง มาผสมผสานเข้ากับจุดสั่งซื้อวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการควบคุมวัตถุดิบในการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.2 วิทยาการที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ระบบผลัก (Push System)

ในปี ค.ศ.1960 ระบบผลักได้ถูกสร้างขึ้นพร้อมกับการวางแผนความต้องการวัตถุดิบ (Material Requirement Planning) เพื่อที่จะตอบสนองตามความต้องการของลูกค้า โดยระบบการผลิตชนิดนี้เป็นระบบแรกที่ได้ถูกสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับแผนความต้องการวัตถุดิบซึ่งถูกกำหนดโดยความต้องการของลูกค้า จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนกลไกการทำงานของระบบการผลิตแบบผลักโดยทั่วไป

สำหรับขั้นตอนกลไกการทำงานของระบบการผลิตแบบผลักนี้จะมีความซับซ้อนน้อยกว่าระบบการผลิตชนิดอื่น โดยเริ่มจากมีความต้องการของลูกค้าเข้ามาเป็นอันดับแรก (Customer Demand) หลังจากนั้นความต้องการของลูกค้าจะเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาและปริมาณการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการผลิต จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใดก็ตามที่มีความต้องการของลูกค้าเข้ามา ก็จะมีการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการผลิตตามปริมาณที่ลูกค้าต้องการ หลังจากวัตถุดิบได้ถูกป้อนเข้าสู่ระบบการผลิตแล้ว วัตถุดิบก็จะถูกทำการผลิตที่กระบวนการแรกจนกระทั่งเสร็จสิ้น และจะถูกส่งไปยังกระบวนการที่สองต่อไปโดยทันที ลักษณะการส่งผ่านชิ้นงานเช่นนี้จะเห็นได้ว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับการผลิตการทำงานในลักษณะนี้จะถูกทำในลักษณะต่อเนื่องกันไปเป็นทอดๆจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการ จะเห็นได้ว่าระบบการผลิต

แบบผลักมีความซับซ้อนน้อยและในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตจะมีความเป็นอิสระจากกัน ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่กระบวนการใดกระบวนการหนึ่งมีปัญหาเกิดขึ้นทำให้ต้องหยุดการผลิต กระบวนการอื่นๆ ก็ยังคงทำการผลิตต่อเนื่องไปเรื่อยๆ และส่งต่อชิ้นงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตต่อเนื่องกันไป จากจุดนี้ได้แสดงให้เห็นว่าอาจก่อให้เกิดการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต ซึ่งมีผลกระทบต่อระยะเวลาในการผลิตของชิ้นงานด้วย

2.2.2 ระบบดึง (Pull System)

ระบบการผลิตชนิดนี้นั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นเนื่องจากระบบผลักรยังคงมีจุดบกพร่องอยู่ในเรื่องของความแปรปรวนของปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต โดยได้อาศัยการพิจารณาองค์ประกอบหลายๆส่วนเข้าด้วยกันคือ กลไกการขับเคลื่อนระบบโดยอาศัยความต้องการของกระบวนการถัดไปเป็นตัวเริ่มต้นมาประกอบเข้ากับบัตรกัมบัง จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานโดยทั่วไปของระบบดึง

สำหรับการเริ่มต้นการทำงานของระบบดึงนั้นจะเริ่มจากระบบได้รับความต้องการของลูกค้าเข้ามาก่อนแต่จะมีความแตกต่างจากระบบผลักตรงที่ว่าความต้องการลูกค้านั้นจะเข้ามาที่กระบวนการผลิตขั้นตอนสุดท้ายดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 2 จากรูปจะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายคือกระบวนการที่สี่ หลังจากกระบวนการที่สี่ได้รับความต้องการลูกค้าแล้วก็จะส่งชิ้นงานที่เสร็จสิ้นการผลิตให้กับลูกค้า ดังนั้นปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตที่มีอยู่ในกระบวนการผลิตที่สี่ก็จะลดลงเท่ากับศูนย์ส่งผลให้กระบวนการผลิตที่สามสามารถส่งชิ้นงานที่เสร็จสิ้นในกระบวนการผลิตที่สามแล้วไปยังกระบวนการผลิตที่สี่ กระบวนการดังกล่าวนี้จะถูกควบคุมในระบบบัตรกัมบังเพื่อที่จะ

รักษาระดับปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตให้คงที่ จะเห็นได้ว่าลักษณะดังกล่าวจะมีลักษณะคล้ายการตั้งขึ้นงานต่อกันไปเป็นทอดๆ ตามลำดับ จนกระทั่งถึงกระบวนการผลิตขั้นตอนแรกซึ่งจะตั้งวัตถุดิบเข้ามาสู่ระบบการผลิต ดังที่กล่าวมาแล้วว่าระบบการผลิตแบบดึงนี้มีความซับซ้อนเพราะเนื่องจากระบบดังกล่าวต้องอาศัยขั้นตอนการควบคุมจากระบบการผลิตที่อยู่ถัดไปโดยพิจารณาจากระดับปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต จึงส่งผลทำให้การทำงานในแต่ละกระบวนการผลิตขึ้นอยู่กับความต้องการชิ้นงานของกระบวนการผลิตขั้นตอนถัดไป

2.2.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบการผลิตแบบผลักและแบบดึง

ข้อดีและข้อเสียของระบบผลักและระบบดึงสามารถแสดงในตารางที่ 1

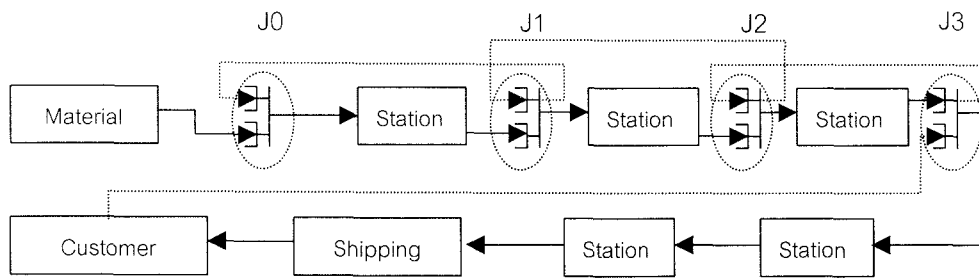
3. ระบบการผลิตแบบผสม (Push-Pull Mixed System)

ในส่วนของระบบการผลิตแบบผสมนั้นที่จะนำเสนอในงานวิจัยนี้เกิดขึ้นได้โดยมีแนวและการพิจารณาถึงข้อเท็จจริงที่ว่าระบบการผลิตโดยทั่วไปจะมีคอขวด (Bottleneck) เกิดขึ้นเสมอ ประกอบกับคุณสมบัติข้อดีของทั้งระบบผลักและระบบดึงที่นำมาผสมผสานกันโดยมีรายละเอียดและสมมติฐานดังนี้คือ ระบบการผลิตใดก็ตามที่มีกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดเกิดขึ้นย่อมแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดจะมีรอบเวลาการผลิตสูงกว่าขั้นตอนการผลิตอื่นอันจะส่งผลให้ปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตนั้นสูงขึ้นตามไปโดยเฉพาะระบบผลัก เนื่องมาจากกระบวนการผลิตที่อยู่ก่อนหน้าสามารถทำการผลิตขึ้นงานได้เร็วกว่า ดังนั้นชิ้นงานจึงถูกส่งเข้ามาในกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดในอัตราที่สูงกว่าอัตราการการผลิตของกระบวนการที่เป็นคอขวด จากจุดนี้จะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิต

ที่เป็นคอขวดนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหาปริมาณงานระหว่างทำในระบบการผลิตสูงโดยเฉพาะในกรณีที่ระบบการผลิตเป็นแบบระบบผลัก เพื่อที่จะลดปัญหาดังกล่าวลง ระบบดึงซึ่งมีข้อดีในการควบคุมความแปรปรวนของปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตให้มีค่าต่ำจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหานี้ โดยจะควบคุมกระบวนการผลิตในส่วนที่อยู่ก่อนกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดทั้งหมดจนถึงกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวด สำหรับในส่วนของกระบวนการผลิตที่อยู่หลังกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดนั้นโดยข้อเท็จจริงจะมีรอบเวลาการผลิตต่ำกว่ารอบเวลาการผลิตของกระบวนการที่เป็นคอขวดอยู่แล้ว ดังนั้นอัตราการส่งชิ้นงานจากกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดไปสู่กระบวนการผลิตถัดไปจึงน้อยกว่าอัตราการผลิตของกระบวนการถัดไป ดังนั้นเพื่อให้ระบบการผลิตในส่วนหลังสามารถส่งต่อชิ้นงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องจัดเก็บชิ้นงานเอาไว้ในระบบการผลิตและเพื่อเป็นการลดปริมาณของงานระหว่างทำในระบบการผลิตส่วนที่อยู่หลังกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดลง การนำเอาระบบผลักมาควบคุมระบบการผลิตส่วนหลังจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม เนื่องจากระบบผลักจากการทำการส่งต่อชิ้นงานไปยังขั้นตอนถัดไปโดยทันทีหลังจากทำการผลิตเสร็จ อีกทั้งยังสามารถทำงานสอดคล้องกับระบบดึงที่อยู่ส่วนหน้าได้เป็นอย่างดีโดยในส่วนของการปฏิบัติงานนั้นจะถูกอธิบายในย่อหน้าถัดไป จากจุดนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของคอขวดในกระบวนการผลิตซึ่งจะถูกใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของระบบการผลิตซึ่งได้มีการพิจารณาถึงข้อดีของระบบการผลิตแบบผลักและดึงมารวมกัน และพยายามลดข้อเสียของระบบทั้งสองชนิดลง โดยคำนึงถึงผลกระทบจากคอขวด (Bottleneck) ในทางกลับกันถ้าเราทำการควบคุมระบบการผลิตที่อยู่ส่วนหน้าระบบการผลิตที่เป็นคอขวดด้วยระบบการผลิตแบบผลักและควบคุมระบบการผลิตที่อยู่หลังกระบวนการ

ตารางที่ 1 ข้อดีและข้อเสียของระบบหลักและระบบดิ่ง

	ข้อดี	ข้อเสีย
ระบบหลัก	- มีความยืดหยุ่นในการผลิตสูงและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีโดยเฉพาะความต้องการผลิตทันทีที่หลากหลาย เนื่องจากจากระบบการผลิตจะเริ่มทำการผลิตหลังจากได้รับความต้องการของลูกค้าแล้ว - ระบบการผลิตมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรสูงเนื่องจากในแต่ละกระบวนการเป็นอิสระต่อกันดังนั้นเมื่อทำการผลิตเสร็จสามารถส่งชิ้นงานและเริ่มทำการผลิตชิ้นงานต่อไปได้ทันที - ระบบมีความซับซ้อนน้อยทำให้ง่ายต่อการทำงาน	- เนื่องจากระบบมีความซับซ้อนน้อยและไม่มีการควบคุมการผลิตภายในระบบดังนั้นจึงทำให้เกิดปัญหาปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตมีค่าสูงโดยเฉพาะในกรณีที่ระบบมีคอขวดหรือเครื่องมือเครื่องจักรเสีย - เนื่องจากระบบมีความแปรปรวนของปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตสูงจึงทำให้มีความยุ่งยากในการวางแผนการผลิต - ผลกระทบจากปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตสูง ส่งผลให้เกิดระยะเวลาในการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย
ระบบดิ่ง	- ระบบการผลิตแบบดิ่งสามารถควบคุมปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต (Work In Process) ให้คงที่และมีความแปรปรวนน้อยโดยอาศัยกลไกการควบคุมดังกล่าวมาแล้ว - มีระยะเวลาในการผลิตต่ำในกรณีที่อัตราการผลิตสูง - สามารถส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากระยะเวลาในการผลิตต่ำ - ไม่ได้รับผลกระทบของปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิตสูงในกรณีที่เครื่องมือเครื่องจักรเสียในระบบการผลิต เนื่องจากระบบจะหยุดการเดินวัตถุดิบเข้ามาจนกระทั่งเครื่องมือเครื่องจักรได้ถูกแก้ไขปัญหาลแล้ว	- เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของระบบการผลิตจะต้องรักษาปริมาณของงานระหว่างกระบวนการผลิตไว้ตามระดับของขนาดกองงาน (Batch Size) ที่ได้กำหนดไว้ในตอนเริ่มต้น ดังนั้นจึงทำให้ในแต่ละกระบวนการต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ - ถ้าระบบมีขั้นตอนย่อยในระบบการบวนการผลิตมากย่อมจะส่งผลให้เกิดปริมาณของงานระหว่างกระบวนการผลิตสูงตามไปด้วย - เนื่องจากระบบชนิดนี้มีความซับซ้อนดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการรักษาระเบียบวินัยในการทำงานเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย - อาจก่อให้เกิดปัญหาเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรที่ต่ำเพราะเนื่องจาก - กระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆจะต้องรอความต้องการของขั้นตอนถัดไปก่อนจึงทำให้เกิดช่วงเวลาว่างงาน (Idle Time) เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของระบบผสม (Push-Pull Mixed System)

ผลิตภัณฑ์เป็นคอขวดด้วยระบบตั้งนั้น จะทำให้เกิดความขัดแย้งกันของระบบการผลิตทั้ง 2 ชนิด โดยความขัดแย้งนี้จะเกิดขึ้นบริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างระบบผลึกและระบบตั้งซึ่งไม่สามารถทำการจำลองการทำงานได้ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุมาจากความแตกต่างกันของกลไกการทำงานของระบบการผลิตทั้ง 2 ชนิด กล่าวคือระบบการผลิตแบบผลึกนั้นมีกลไกการทำงานดังที่กล่าวไปแล้วคือหลังจากกระบวนการผลิตทำการผลิตเสร็จก็จะส่งต่อชิ้นงานไปยังกระบวนการถัดไปโดยทันที โดยกระบวนการถัดไปจะทำการรับชิ้นงานที่ถูกผลักออกมาจากกระบวนการผลิตที่อยู่กึ่งหน้า แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตที่อยู่หลังกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดนั้นถูกควบคุมโดยระบบการผลิตแบบตั้งซึ่งมีกลไกการทำงานดังที่กล่าวถึงคือการตั้งชิ้นงานเข้ามาทำการผลิตก็ต่อเมื่อมีความต้องการเกิดขึ้นดังนั้นเมื่อระบบผลึกได้ส่งชิ้นงานออกมายังระบบตั้งโดยไม่มีความต้องการเกิดขึ้นย่อมทำให้ระบบเกิดความผิดพลาดและขัดแย้งภายในระบบ ดังนั้นระบบดังกล่าวจึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในทางทฤษฎีและปฏิบัติ จากภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบการผลิตแบบผสมซึ่งจะได้อธิบายถึงกลไกการทำงานในส่วนถัดไป

สำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบผสมนั้นเริ่มจากระบบการผลิตได้รับความต้องการจากลูกค้าโดยความต้องการของลูกค้านั้นจะถูกส่งไปยังกระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดและเข้าสู่ส่วนของการตัดสินใจที่ 3 (J3) หลังจากนั้นกระบวนการผลิตที่สามก็จะส่งงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตไปยังกระบวนการผลิตขั้นตอนที่สี่ซึ่งเป็นระบบการผลิตแบบผลึก ในทำนองเดียวกันกระบวนการผลิตที่สามก็จะมีระดับปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตลดลงเป็นศูนย์ดังนั้นจึงต้องส่งบัตรกัมบัง

กลับไปยังกระบวนการผลิตที่สองเพื่อตั้งชิ้นงานเข้ามาทำการผลิตต่อ จะเห็นได้ว่าทั้งสองระบบยังคงสามารถทำงานสอดคล้องและต่อเนื่องกันไปอย่างเป็นระบบโดยอาศัยกลไกการผลิตแบบผสมจากการผสมผสานของระบบควบคุมทั้งสองชนิดเข้าด้วยกันโดยใช้กลไกการทำงานข้างต้นทำให้เกิดสมมติฐานที่ว่าระบบการผลิตแบบผสมนี้จะสามารถลดข้อเสียของระบบทั้งสองลงพร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบการผลิตทั้งนี้ในงานวิจัยชิ้นนี้จะอาศัยตัววัด (Measurement Factors) ที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบอันได้แก่ ปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต (Work in Process) ระยะเวลาการผลิต (Processing Time) และเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร (Percentage of Utilization)

4. การจำลองระบบการผลิต

ในการศึกษากระบวนการผลิตแบบนี้ได้ทำการจำลองระบบการผลิตแบบผสมที่มีตำแหน่งจุดเชื่อมต่อระหว่างระบบตั้งและระบบผลึกต่างๆ กัน รวมมีระบบผสม 4 ระบบย่อยคือมีจุดเชื่อมต่อระหว่างระบบการผลิตแบบตั้งและแบบผลึกที่ตำแหน่งที่ 1-2, 2-3, 3-4 และ 4-5 และได้ทำการจำลองระบบการผลิตโดยใช้ค่าคงที่สำหรับรอบระยะเวลาการผลิต (Cycle Time) จำนวน 3 ค่าด้วยกันคือ 5, 10 และ 20 วินาที โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของรอบระยะเวลาการผลิตที่ค่าต่าง ๆ กันต่อผลลัพธ์ที่ได้ต่อตัววัดผลอันได้แก่ ปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต (Work in Process) ระยะเวลาการผลิต (Processing Time) และเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร (Percentage of Utilization)

ในส่วนแรกของการจำลองการทำงานได้ทำการหาค่าของอัตราการผลิตได้สูงสุดของชิ้นงานก่อนเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงในการจำลองการทำงานที่ค่าอัตราการผลิตได้สูงสุดของชิ้นงาน (Maximum Throughput) ต่างๆกัน โดยผลที่ได้จากการจำลองการทำงานพบว่าระบบการผลิตมีค่าอัตราการผลิตได้สูงสุดของชิ้นงาน (Maximum Throughput) ที่ 599, 327 และ 171 ชิ้นต่อชั่วโมง (UPH) เมื่อรอบระยะเวลาการผลิตเป็นค่าคงที่เท่ากับ 5, 10 และ 20 วินาทีตามลำดับ จากการจำลองการทำงานระบบการผลิตในสภาวะอุดมคติพบว่าในการจำลองการทำงานแต่ละครั้งค่าตัววัดผลที่ได้อันได้แก่ ปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต ระยะเวลาการผลิต และ เปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรมีค่าคงที่เท่ากันตลอดทุกครั้งดังนั้นจึงทำให้การจำลองการทำงานของระบบสามารถทำเพียงครั้งเดียว โดยผลลัพธ์ของตัววัดผลที่ได้จากการจำลองการทำงานจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป สำหรับสาเหตุที่ทำให้ผลที่ได้ออกมาเป็นค่าคงที่ตลอดเช่น เนื่องจากระบบการผลิตได้ถูกกำหนดให้มีสภาวะเป็นอุดมคติดังนั้นจึงมีรอบระยะเวลาการผลิตเป็นค่าคงที่ จากสาเหตุนี้จึงส่งผลให้ทุกครั้งที่ทำการจำลองระบบการผลิตค่าตัววัดผลที่ได้จึงมีค่าคงที่เท่ากันทุกครั้งไป

การจำลองระบบการผลิตนี้เป็นการจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA version 3.01 โดยมีข้อจำกัดและรายละเอียดของการจำลองการทำงานดังนี้

1. ระบบการผลิตไม่มีข้อจำกัดในด้านวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของระบบแต่ละครั้งคือ 8 ชั่วโมงหรือ 28800 วินาทีเท่ากับระยะเวลาการทำงานตามความเป็นจริงของแต่ละกะ
3. ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของระบบตั้งแต่รวมถึงส่วนของระบบตั้งในระบบผสมจะต้องรักษากำหนดวัตถุดิบที่รอการผลิตอยู่ให้เท่ากับ 1 เสมอ
4. ทำการจำลองระบบที่มีสภาวะอัตราการผลิตได้ของชิ้นงานต่าง ๆ กันตั้งแต่ 100 ถึง 50 เปอร์เซนต์ของอัตราการผลิตได้สูงสุดของชิ้นงาน (Maximum throughput) ซึ่งมีหน่วยเป็น Unit per Hour (UPH)
5. ระบบการผลิตที่มีจำนวน 4 สถานีงาน

จากการจำลองการทำงานเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากระบบการผลิตทั้ง 6 แบบคือ ระบบผลึก ระบบตั้งและระบบผสมย่อยอีก 4 ระบบ ซึ่งคือ ระบบผสมแบบที่ 1, 2, 3, และ 4 โดยระบบผสมแบบที่ 1 นั้นเป็นระบบผสมระหว่างระบบตั้งและระบบผลึกที่สถานีงานที่ 1 กล่าวคือสถานีงานที่ 1 จะทำการตั้งวัตถุดิบเมื่อต้องการใช้ และจะผลึกวัตถุดิบเมื่อทำการผลิตเสร็จสิ้นสำหรับระบบผสมแบบที่ 2 เป็นระบบผสมที่สถานีงานที่ 2 กล่าวคือ สถานีงานที่ 1 จะเป็นระบบตั้ง และสถานีงานที่ 2 จะเป็นการตั้งชิ้นส่วนที่ต้องการผลิต แต่เมื่อผลิตแล้วจะทำการผลึกไปให้กับสถานีงานถัดไป ซึ่งคือสถานีงานที่ 3 สำหรับระบบผสมแบบที่ 3 และ 4 จะเป็นในลักษณะเดียวกัน

ในสภาวะอุดมคติที่ไม่มีคอขวดที่ค่าอัตราการผลิตได้สูงสุดของชิ้นงาน (Maximum Throughput) ต่างๆกัน และทดลองใช้ค่าคงที่ของรอบระยะเวลาการผลิตที่ค่าคงที่ต่างๆกัน 3 ค่าพบว่าเมื่อระบบอยู่ในสภาวะอุดมคติและอัตราการผลิตได้เป็น 100 % ที่ไม่มีคอขวดระบบผลึก ระบบตั้งและระบบผสมจะไม่มี ความแตกต่างกันในเชิงของปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตแต่เมื่อลดอัตราการผลิตได้ของชิ้นงานลงพบว่าระบบผลึกจะมีระดับปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตน้อยที่สุด รองลงมาคือระบบผสมและระบบตั้ง นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่ารอบระยะเวลาการผลิตไม่ได้ส่งผลต่อแนวโน้มและผลลัพธ์ของระบบการผลิตในแง่ของปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 4

ในส่วนของระยะเวลาการผลิต เมื่อระบบมีอัตราการผลิตได้ของชิ้นงานสูงสุดและเมื่อลดอัตราการผลิตได้ของชิ้นงานลงพบว่าระบบผลึกจะมีระยะเวลาการผลิตคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง และจะเพิ่มขึ้นตามลำดับจากน้อยไปมากในส่วนของการผสมและระบบตั้งโดยระบบตั้งมีความการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด สำหรับทุกๆรอบระยะเวลาการผลิตก็ยังคงให้ผลลัพธ์เดียวกันดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารอบระยะเวลาการผลิตไม่ได้ส่งผลต่อแนวโน้มและผลลัพธ์ของระบบการผลิตในแง่ของระยะเวลาการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 5

ในการศึกษาเปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรพบว่าที่ระดับอัตราการผลิตได้ของชิ้นงานสูงสุด ระบบการผลิตแต่ละระบบจะมีเปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรเท่ากันทุกระบบในแต่ละค่าของรอบระยะเวลาการผลิต และเมื่ออัตรา

การผลิตได้ของชิ้นงานลดลงจากระดับ 100 เปอร์เซนต์พบว่า เปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรของแต่ละระบบก็จะลดลงตามด้วยแต่จากการสังเกตพบว่าระบบผลักจะมีอัตราการลดลงของเปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรมากกว่าระบบผสมและระบบดั่งเล็กน้อยคือแตกต่างกันอยู่ที่ระดับ 0 ถึง 2.0 เปอร์เซนต์และสำหรับระบบผสมนั้นก็จะมีอัตราการลดลงของเปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรเมื่ออัตราการผลิตได้ของชิ้นงานลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่างค่าของระบบผลักและระบบดั่ง โดยอัตราการลดลงนี้จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งสุดท้ายในส่วนของระบบดั่งที่อยู่ในระบบผสมว่าอยู่ในตำแหน่งใด เนื่องจากตำแหน่งเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งบอกว่าระบบผสมมีส่วนประกอบของระบบใดมากกว่ากัน ดังแสดงในภาพที่ 6

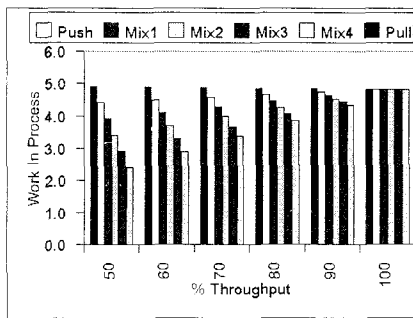
5. บทสรุป

จากผลที่ได้จากการจำลองการทำงานของระบบการผลิตทั้ง 3 ระบบในสภาวะอุดมคติที่ไม่มีคอขวด (Bottleneck) ในระบบโดยทำการศึกษาโดยใช้ตัววัดผล(Measurement Factors) ทั้ง 3 ตัวในการพิจารณาด้วยกันนั้นได้แก่ ปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต (Work In Process) ระยะเวลาการผลิต (Processing Time) และ เปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร (Percentage of Utilization) พบว่าที่ระดับอัตราการผลิตได้ของชิ้นงานสูงสุด(Maximum Throughput) ระบบการผลิตทั้งหมดจะมีประสิทธิภาพเท่ากันในแง่ของตัววัดผลทั้ง 3 ตัวด้วยกันนั้นได้แก่ ปริมาณของงานระหว่างทำในกระบวนการผลิต (Work In Process) ระยะเวลาการผลิต (Processing Time) และ เปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร (Percentage of Utilization) แต่หลังจากอัตราการผลิตได้ของชิ้นงานได้ลดลงพบว่าระบบการผลิตแบบผลักจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าระบบการผลิตแบบผลักและแบบดั่งโดยผลที่ได้นี้ไม่ขึ้นอยู่กับรอบระยะเวลาการผลิต (Cycle Time) ที่ใช้เนื่องจากผลจากการจำลองการทำงานโดยเปลี่ยนค่ารอบระยะเวลาการผลิต (Cycle Time) ที่ค่าต่างๆกันพบว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังคงให้ผลที่เหมือนกัน จากผลที่ได้นี้ทำให้ทราบว่าในกรณีที่ระบบการผลิตเป็นแบบอุดมคติและไม่มีคอขวดระบบการผลิตแบบผลักจะให้ประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบผสมและระบบดั่งที่ดั่งรองลงมาตามลำดับ

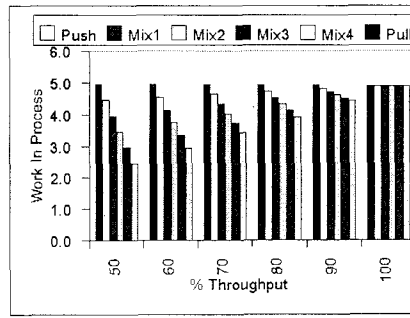
สำหรับระบบผสมนั้นจะมีค่าประสิทธิภาพอยู่ระหว่างทั้ง 2 ระบบคือระบบผลักและระบบดั่งเสมอเนื่องจากมีกลไกการทำงานของทั้ง 2 ระบบผสมอยู่ นอกจากนั้นยังพบว่าในสภาวะที่ระบบมีสภาวะเป็นแบบอุดมคติที่ไม่มีคอขวดเมื่อระบบการผลิตทำงานเต็มที่คือที่อัตราการผลิตได้ของชิ้นงานสูงสุด ระบบการผลิตทั้ง 3 ชนิดจะมีประสิทธิภาพเท่ากันในแง่ของตัววัดผลทุกประการ โดยผลที่ได้จะยังคงมีแนวโน้มลักษณะเช่นนี้ในทุกๆ ค่าของรอบระยะเวลาการผลิต

6. เอกสารอ้างอิง

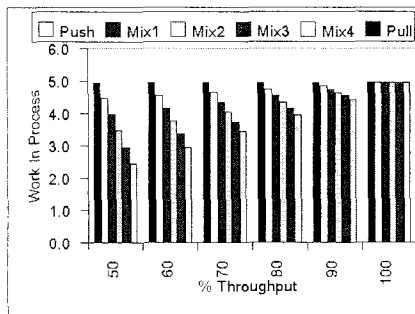
- [1] Orlicky, J., Materials Requirements Planning., McGraw Hill, New York, 1975.
- [2] Bitran, G. R. and Chang, L., A Mathematical Programming Approach to a Deterministic Kanban System, Management Science. 33: pp.427-441, 1987.
- [3] Spearman, M.L. and Zazanis, M.A., Push and Pull Production Systems: Issues on Comparisons, Operations Research. 40, pp.521-532, 1992.
- [4] Suri, R., Quick Response Manufacturing: A Companywide Approach to Reducing Lead Time., Productivity Press, Oregon, 1998.
- [5] Liberopoulos, G. and Dallery, Y., Queuing Network Modeling representation of Multi-Stage Production-Inventory Control Policies with Lot Sizing, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Thessaly, 2002.



a) Cycle Time = 5 seconds

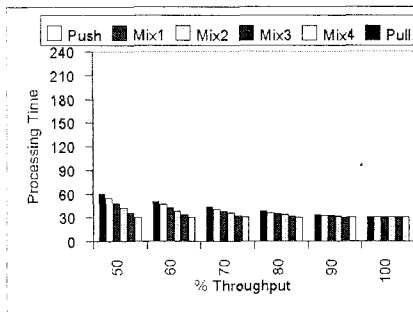


b) Cycle Time = 10 seconds

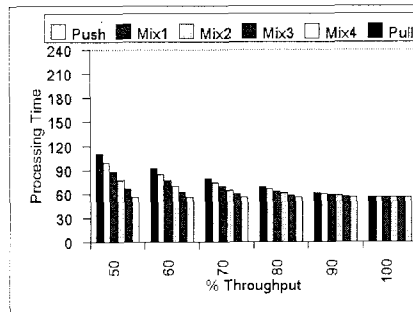


c) Cycle Time = 20 seconds

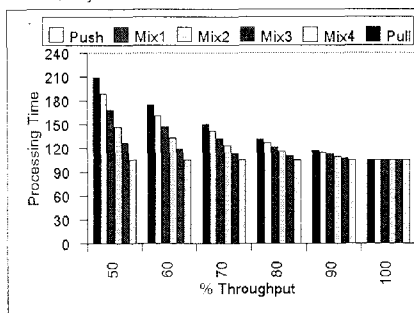
ภาพที่ 4 กราฟแท่งปริมาณงานระหว่างทำในกระบวนการผลิตในสภาวะอุดมคติ



a) Cycle Time = 5 seconds

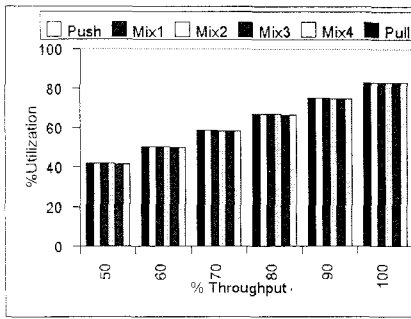


b) Cycle Time = 10 seconds

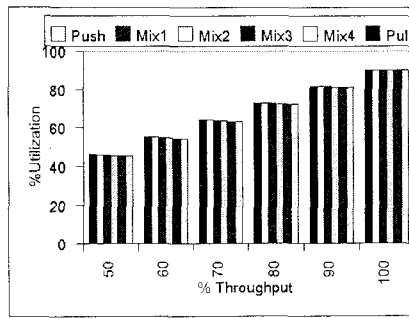


c) Cycle Time = 20 seconds

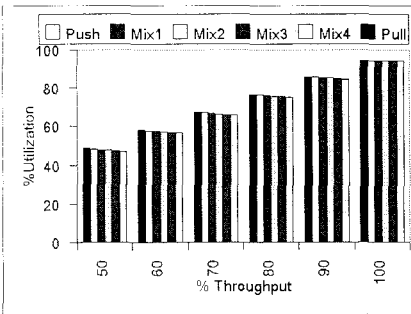
ภาพที่ 5 กราฟแท่งระยะเวลาการผลิตในกระบวนการผลิตในสภาวะอุดมคติ



a) Cycle Time = 5 seconds



b) Cycle Time = 10 seconds



c) Cycle Time = 20 seconds

ภาพที่ 6 กราฟแท่งเปอร์เซ็นต์การใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรในสภาวะอุดมคติ