# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

## 3.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน

การตั้งปัญหาในการศึกษาระบบการผลิต ของโรงงานทั่ว ๆ ไป หลายแห่งมีข้อสังเกตว่ามีเวลาคอยในแต่ละการผลิต จำนวนชิ้นงานที่รอคอยมีมากเกินไป หรือมีจำนวนเครื่องจักรไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงคำถามที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังต่อไปนี้

- สาเหตุที่ทำให้เวลารอคอยของชิ้นงานมีมากเนื่องมาจากสาเหตุใด และเวลารอคอยเฉลี่ยของแต่ละชิ้นงานเป็นอย่างไร
- ทำอย่างไรจึงให้เปอร์เซ็นต์การใช้งานของเครื่องจักรมีความสมดุลกัน

แต่ปัจจัยอื่น ๆ ก็มีผลต่อคำถามดังกล่าวข้างต้น โดยต้องทำการศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

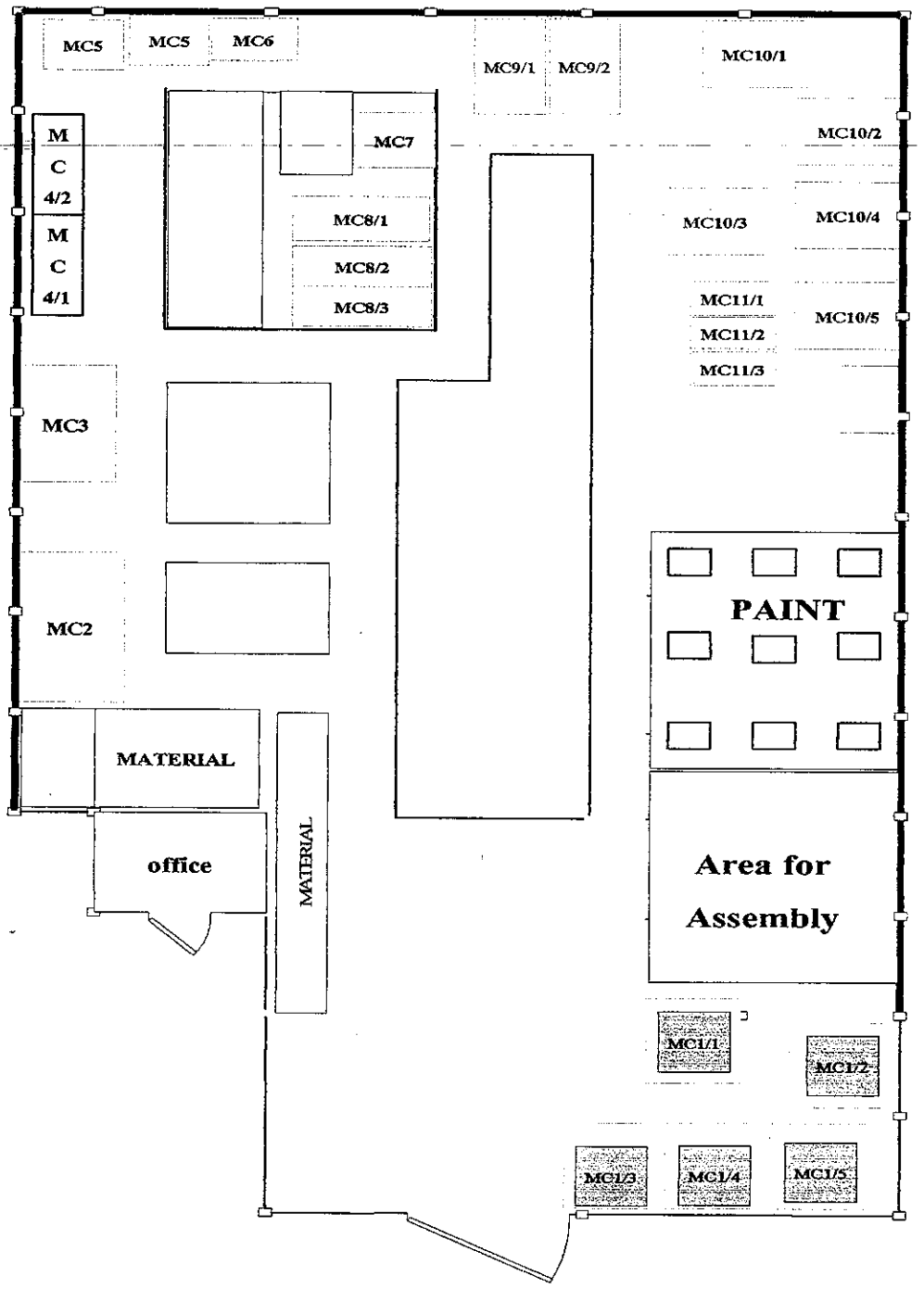
- ศึกษาระบบการผลิตในโรงผลิตของโรงงานพิชัยเฟอร์นิเทค ในช่วงวันและเวลาที่ทำการผลิต (วันจันทร์ — วันเสาร์ 10.30 น. — 15.30 น.) และเปรียบเทียบผังการไหลของโรงงานเก่า และใหม่
- ศึกษาโปรแกรมการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ Arena v.7.01 (ภาคผนวก ก) เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของการวิจัยและมีความยืดหยุ่นสูง
- การสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ระบบการผลิตในโรงผลิต
- ทำการทดลองปรับปรุงเวลาในระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นจากเดิมที่มีอยู่แล้วโดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมา

### 3.1.1 ศึกษาระบบการผลิตในโรงผลิต

ห้างหุ้นส่วน พิชัยเฟอร์นิเทค แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

- โรงผลิต
- โรงประกอบ

เนื่องจากโครงงานนี้ทำการวิจัยเฉพาะโรงผลิต โดยทำการศึกษาที่เกี่ยวกับเวลาของเครื่องจักรแต่ละชนิด เวลาในการรอคอยของชิ้นงาน และทำแบบจำลองของระบบ เพื่อให้ระบบการผลิตมีความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้น




**รูปที่ 3.1** ผังโรงผลิตเก่าของโรงงาน

**3.1.1.1 ขั้นตอนในกระบวนการผลิต** สามารถสรุปขั้นตอนในการผลิตได้ ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

**ตารางที่ 3.1** ลำดับขั้นตอนการผลิตของโรงผลิต

| ลำดับ | กิจกรรม | สถานีงาน | เครื่องจักร | จำนวน (เครื่อง) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | การเข้ามาของแผ่นไม้อัด | วัตถุดิบ ถึง เครื่องตัดตามยาว | - | - |
| 2 | การตัดแผ่นไม้อัดของเครื่องตัด 2 | เครื่องตัดตามยาว | MC 2 | 1 |
| 3 | การส่งต่อชิ้นงานที่ตัดแล้วสู่เครื่องตัด 3 | เครื่องตัดตามยาว ถึง เครื่องตัดตามขวาง | - | - |
| 4 | การตัดแผ่นไม้อัดของเครื่องตัด 3 | เครื่องตัดตามขวาง | MC 3 | 1 |
| 5 | การส่งต่อชิ้นงานที่ตัดแล้วสู่เครื่องตัด 1 | เครื่องตัดตามขวาง ถึง เครื่องตัดขนาดเล็ก | - | - |
| 6 | การตัดแผ่นไม้อัดของเครื่องตัด 1 | เครื่องตัดขนาดเล็ก | MC 1 | 5 |
| 7 | การส่งต่อชิ้นงานที่ตัดแล้วสู่เครื่องเซาะร่อง | เครื่องตัดขนาดเล็ก ถึง เครื่องเซาะร่อง | - | - |
| 8 | การเซาะร่องแผ่นไม้อัด | เครื่องเซาะร่อง | MC 4 | 2 |
| 9 | การส่งต่อชิ้นงานที่ตัดแล้วสู่เครื่องคว้าน | เครื่องตัดตามขวาง ถึง เครื่องคว้าน | - | - |
| 10 | การคว้านแผ่นไม้อัด | เครื่องคว้าน | MC 5 | 2 |
| 11 | การส่งต่อชิ้นงานสู่เครื่องลบมุม | เครื่องคว้าน ถึง เครื่องลบมุม | - | - |
| 12 | การลบมุมชิ้นงานต่อจากเครื่องคว้าน | เครื่องลบมุม | MC 6 | 1 |
| 13 | การส่งต่อชิ้นงานสู่เครื่องเข้าขอบแบบโค้ง | เครื่องลบมุม ถึง เครื่องเข้าขอบแบบโค้ง | - | - |
| 14 | การเข้าขอบแบบโค้งของชิ้นงาน | เครื่องเข้าขอบโค้ง | MC 7 | 1 |
| 15 | การส่งต่อชิ้นงานสู่เครื่องเข้าขอบตรง | เครื่องเข้าขอบโค้ง ถึง เครื่องเข้าขอบตรง | - | - |
| 16 | การเข้าขอบตรงของชิ้นงาน | เครื่องเข้าขอบตรง | MC 8 | 3 |

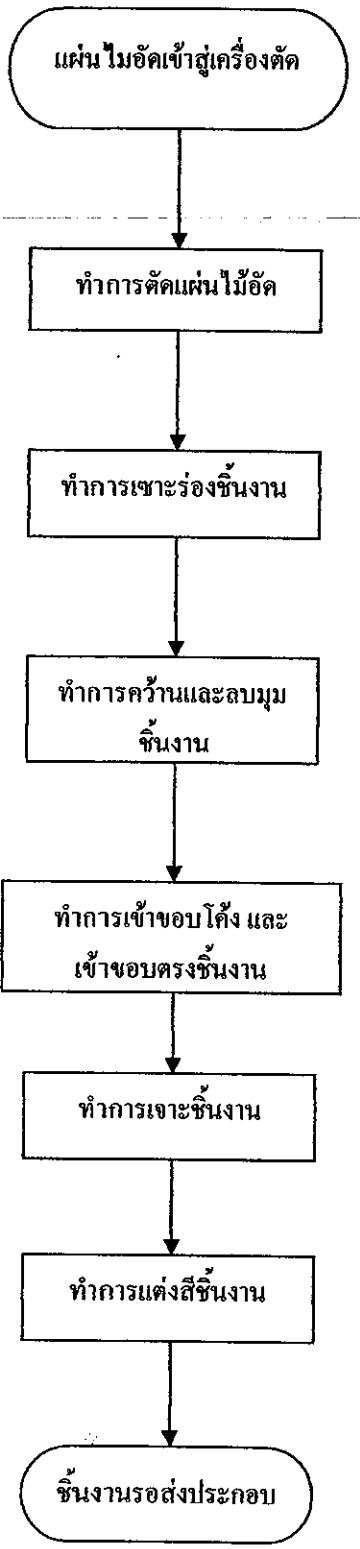
**ตารางที่ 3.1 (ต่อ)** ลำดับขั้นตอนการผลิตของโรงผลิต

| ลำดับ | กิจกรรม | สถานีงาน | เครื่องจักร | จำนวน (เครื่อง) |
|---|---|---|---|---|
| 17 | การส่งต่อชิ้นงานสู่เครื่องเจาะใหญ่ | เครื่องเข้าขอบตรง ถึง เครื่องเจาะใหญ่ | - | - |
| 18 | การเจาะชิ้นงาน | เครื่องเจาะใหญ่ | MC 9 | 2 |
| 19 | การส่งต่อชิ้นงานสู่เครื่องเจาะแนวดิ่ง | เครื่องเข้าขอบตรง ถึง เครื่องเจาะแนวดิ่ง | - | - |
| 20 | การเจาะชิ้นงาน | เครื่องเจาะแนวดิ่ง | MC 10 | 5 |
| 21 | การส่งต่อชิ้นงานสู่เครื่องเจาะแนวนอน | เครื่องเข้าขอบตรงถึง เครื่องเจาะแนวนอน | - | - |
| 22 | การเจาะชิ้นงาน | เครื่องเจาะแนวนอน | MC 11 | 3 |
| 23 | การส่งต่อชิ้นงานสู่การแต่งสี | เครื่องตัด เครื่องเจาะ และเครื่องเข้าขอบ ถึง บริเวณการแต่งสี | - | - |
| 24 | การแต่งสีเคลือบชิ้นงาน | บริเวณแต่งสี | PAINT | 9 |
| 25 | การส่งชิ้นงานไปยังบริเวณรอส่งโรงประกอบ | บริเวณแต่งสี ถึง บริเวณรอส่งโรงประกอบ | - | - |

ในระบบการผลิตนี้ มีผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตเป็นจำนวนมาก แต่ผลิตภัณฑ์หลักที่ผลิตนั้นมีอยู่ 5 ผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

- โต๊ะเครื่องแป้งโค้งมน (ดังแสดงในภาคผนวกที่ ค)
- โต๊ะเครื่องแป้ง 60 ซม. (ดังแสดงในภาคผนวกที่ ค)
- โต๊ะเครื่องแป้ง 80 ซม. (ดังแสดงในภาคผนวกที่ ค)
- เตียงคาราบาว 6 ฟุต (ดังแสดงในภาคผนวกที่ ค)
- ตู้ทีบ 4 ฟุต (ดังแสดงในภาคผนวกที่ ค)

จากตารางที่ 3.1 สามารถเขียนลำดับการบริการในรูปแบบของแผนผังการไหลเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นได้ดังรูปที่ 3.1




**รูปที่ 3.2** ผังลำดับขั้นตอนการผลิต

### 3.1.2 การศึกษาโปรแกรม ARENA V 7.01

การศึกษาโปรแกรม ARENA V 7.01 จะเป็นไปตามรายละเอียดในภาคผนวก ก.2 และจะสามารถเขียนโมเดลตัวต้นแบบ (Prototype Model) เพื่อเป็นแนวทางในการจับเวลาต่อไปในการเขียนโมเดลต้นแบบนั้นจะสร้างเลียนแบบระบบจริงให้สามารถประมวลผลได้และจะสนใจเฉพาะจุดที่ต้องการนำไปจับเวลาเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการจับเวลาและบิดเบือนไปจากระบบจริง

## 3.2 การสร้างแบบจำลอง

การนำเอาเทคนิคการจำลองแบบปัญหาไปใช้งานในระยะแรกๆ จำเป็นต้องอาศัยหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ ทำให้การใช้งานต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ระดับใหญ่ เท่านั้น ดังนั้นการใช้เทคนิคนี้ในธุรกิจอุตสาหกรรมจึงมีอุปสรรคในเรื่องของการลงทุนด้านคอมพิวเตอร์ แม้จะมีการพัฒนาภาษาเฉพาะการจำลองแบบปัญหาที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น SIMAN, MAP/I และ SLAMII ซึ่งพัฒนาขึ้นใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม แต่ความแพร่หลายของการใช้งานก็ยังคงอยู่ในวงจำกัด

เมื่อมีการพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ให้มีสมรรถนะด้านต่างๆให้ดีขึ้นโดยเฉพาะหน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การแสดงผลเป็นรูป และความรวดเร็วในการคำนวณ รวมทั้งมีราคาที่ถูกลงจนธุรกิจและอุตสาหกรรมสามารถซื้อหามาได้ เมื่อรวมกับการที่บริษัทผู้ผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ หันมาให้ความสนใจกับการพัฒนาภาษาเฉพาะการจำลองแบบปัญหาสำหรับใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ในปัจจุบัน เทคนิคการจำลองปัญหาได้กลายเป็นเทคนิคที่สำคัญในการออกแบบ วิเคราะห์และควบคุมในงานต่างๆ สำหรับในโรงงานอุตสาหกรรม เทคนิคการจำลองแบบปัญหาได้ทีความสำคัญมากขึ้น โดยเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ระบบการผลิต

## 3.3 การจัดเตรียมข้อมูล

เมื่อทราบและเข้าถึงขั้นตอนและกระบวนการต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการในระบบแล้วสิ่งที่ต้องทำมีดังต่อไปนี้

### 3.3.1 การเก็บข้อมูล

การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) เป็นวิธีการศึกษาเวลาที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยอาศัยการจับเวลาด้วยเครื่องมือบันทึกเวลา และแผ่นบันทึกข้อมูล ในบางกรณีก็ใช้อุปกรณ์สมัยใหม่ ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยมีดังนี้

#### 3.3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- นาฬิกาจับเวลาแบบตัวเลข

- แบบฟอร์มสำหรับใช้บันทึกเวลา ดังแสดงในภาคผนวก ค
- เครื่องคิดเลข

**3.3.1.2 วางแผนการจับเวลา**

วางแผนการจับเวลาอย่างละเอียดในทุกจุดขั้นตอนแล้วทำการแบ่งออกเป็นเป็นสถานีงานต่างๆ พร้อมทั้งหาข้อผิดพลาดของโมเดลตัวต้นแบบ (Prototype Model) และออกแบบแบบฟอร์มจับเวลาในภาคผนวก ค ซึ่งมีส่วนที่ต้องทำการจับเวลาดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

**ตารางที่ 3.2** เครื่องจักรต่าง ๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

| จุดที่ | กิจกรรม | ชื่อสถานีงาน |
|---|---|---|
| 1 | ตัด | MC1 |
| 2 | ตัด | MC2 |
| 3 | ตัด | MC3 |
| 4 | เซาะร่อง | MC4 |
| 5 | คว้าน | MC5 |
| 6 | ลบมุม | MC6 |
| 7 | เข้าขอบโค้ง | MC7 |
| 8 | เข้าขอบตรง | MC8 |
| 9 | เจาะ | MC9 |
| 10 | เจาะแนวดิ่ง | MC10 |
| 11 | เจาะแนวนอน | MC11 |
| 12 | แต่งสี | PAINT |

**ตารางที่ 3.3** สถานีงานต่าง ๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

| ชื่อของจุดที่ทำการจับเวลา | กิจกรรม |
|---|---|
| Parts Arrive | การเข้ามาของชิ้นงาน |
| Material to MC2 | ชิ้นงานเข้าสู่เครื่องตัดตามยาว |
| MC2 to MC3 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามยาว สู่เครื่องตัดตามขวาง |
| MC2 to MC1 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามยาว สู่เครื่องตัดเล็ก |
| MC2 to MC4 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามยาว สู่เครื่องเซาะร่อง |
| MC3 to MC1 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามขวาง สู่เครื่องตัดเล็ก |
| MC3 to MC4 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามขวาง สู่เครื่องเซาะร่อง |
| MC3 to MC6 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามขวาง สู่เครื่องลบมุม |
| MC3 to MC5 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามขวาง สู่เครื่องคว้าน |
| MC3 to MC8 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามขวาง สู่เครื่องเข้าขอบตรง |
| MC3 to MC11 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามขวาง สู่เครื่องเจาะแนวนอน |
| MC3 to Leave | ชิ้นงานจากเครื่องตัดตามขวาง สู่พื้นที่รอส่งประกอบ |
| MC1 to MC4 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดเล็ก สู่เครื่องเซาะร่อง |
| MC1 to MC6 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดเล็ก สู่เครื่องลบมุม |
| MC1 to MC5 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดเล็ก สู่เครื่องคว้าน |
| MC1 to MC8 | ชิ้นงานจากเครื่องตัดเล็ก สู่เครื่องเข้าขอบตรง |
| MC1 to Paint | ชิ้นงานจากเครื่องตัดเล็ก สู่ การแต่งสี |
| MC1 to Leave | ชิ้นงานจากเครื่องตัดเล็ก สู่ พื้นที่รอส่งประกอบ |
| MC4 to MC6 | ชิ้นงานจากเครื่องเซาะร่อง สู่เครื่องลบมุม |
| MC4 to MC5 | ชิ้นงานจากเครื่องเซาะร่อง สู่เครื่องคว้าน |
| MC4 to MC7 | ชิ้นงานจากเครื่องเซาะร่อง สู่เครื่องเข้าขอบโค้ง |
| MC4 to MC8 | ชิ้นงานจากเครื่องเซาะร่อง สู่เครื่องเข้าขอบตรง |
| MC4 to Paint | ชิ้นงานจากเครื่องเซาะร่อง สู่การแต่งสี |
| MC5 to MC7 | ชิ้นงานจากเครื่องคว้าน สู่เครื่องเข้าขอบโค้ง |
| MC5 to MC8 | ชิ้นงานจากเครื่องคว้าน สู่เครื่องเข้าขอบตรง |
| MC5 to MC10 | ชิ้นงานจากเครื่องคว้าน สู่เครื่องเจาะแนวดิ่ง |

**ตารางที่ 3.3 (ต่อ)** สถานีงานต่าง ๆ ที่ต้องทำการจับเวลา

| ชื่อของจุดที่ทำการจับเวลา | กิจกรรม |
|---|---|
| MC6 to MC7 | ชิ้นงานจากเครื่องลบมุม สู่เครื่องเข้าขอบโค้ง |
| MC6 to MC8 | ชิ้นงานจากเครื่องลบมุม สู่เครื่องเข้าขอบตรง |
| MC7 to MC8 | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบโค้ง สู่เครื่องเข้าขอบตรง |
| MC7 to MC9 | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบโค้ง สู่เครื่องเจาะใหญ่ |
| MC7 to MC10 | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบโค้ง สู่เครื่องเจาะแนวดิ่ง |
| MC7 to Paint | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบโค้ง สู่การแต่งสี |
| MC8 to MC9 | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบตรง สู่เครื่องเจาะใหญ่ |
| MC8 to MC10 | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบตรง สู่เครื่องเจาะแนวดิ่ง |
| MC8 to Paint | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบตรง สู่การแต่งสี |
| MC8 to Leave | ชิ้นงานจากเครื่องเข้าขอบตรง สู่พื้นที่รอส่งประกอบ |
| MC9 to Paint | ชิ้นงานจากเครื่องเจาะใหญ่ สู่การแต่งสี |
| MC10 to Paint | ชิ้นงานจากเครื่องเจาะแนวดิ่ง สู่การแต่งสี |
| MC11 to Paint | ชิ้นงานจากเครื่องเจาะแนวนอน สู่การแต่งสี |
| MC11 to Leave | ชิ้นงานจากเครื่องเจาะแนวนอน สู่พื้นที่รอส่งประกอบ |
| Paint to Leave | ชิ้นงานจากการแต่งสีสู่ พื้นที่รอส่งประกอบ |

**3.3.1.3 ทำการจับเวลา** การผลิตและขนถ่ายชิ้นงานของแต่ละจุดดังตารางที่ 3.2 และ 3.3 โดยสุ่มเลือกตัวอย่าง อย่างน้อย 50 ค่าโดยใช้วิธีตามหลักการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) ซึ่งเวลาที่ได้ในจุดต่างๆและแบบฟอร์มในการจับเวลาสามารถดูได้จากภาคผนวก ค

### 3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและแปรรูปข้อมูล

จากทฤษฎีในหัวข้อที่ 2.15 – 2.17 เนื่องจากเวลาที่ได้เป็นข้อมูลจำนวนมากและมีการกระจายตัวของข้อมูลแตกต่างกันไปนั้นเรียกว่าข้อมูลดิบ ซึ่งในการป้อนข้อมูลลงในโมเดลนั้นจะต้องมีการแปลงข้อมูลดิบทั้งหมดที่ได้มาให้มีการกระจายตัวแบบเฉลี่ย ดังนั้น จึงต้องใช้ตัวช่วยวิเคราะห์ซึ่งในทางสถิตินั้นนิยมใช้คือ

วิธีทดสอบ Goodness of Fit ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ที่สังเกตได้กับความถี่ที่คาดว่าจะเป็นหรือความถี่ที่คาดหวัง ซึ่งวิธีทดสอบ Goodness of Fit ที่นิยมใช้ 2 วิธีคือ - Chi – Square Test

- K – S Test หรือ Kolmogorov – Smirnov Test

ซึ่งในโปรแกรม Arena นี้เรียกว่าการวิเคราะห์ข้อมูลป้อนเข้า (Input Analyzer) ซึ่งใช้วิธีทดสอบ Goodness of Fit โดยใช้ Chi – Square Test ในการวิเคราะห์ เป็นส่วนใหญ่ รายละเอียดสามารถศึกษาได้ในภาคผนวก ข. 2 ส่วนในการเก็บข้อมูลนั้นทำการสุ่มจำนวนข้อมูลอย่างน้อย 50 ค่าด้วยกัน ซึ่งตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลของชิ้นงานเข้าสู่เครื่องจักรตามยาวดังแสดงให้เห็นดังตารางที่ 3.4

**ตารางที่ 3.4** ตัวอย่างตารางเก็บข้อมูลชิ้นงานเข้าสู่เครื่องตัดตามยาว

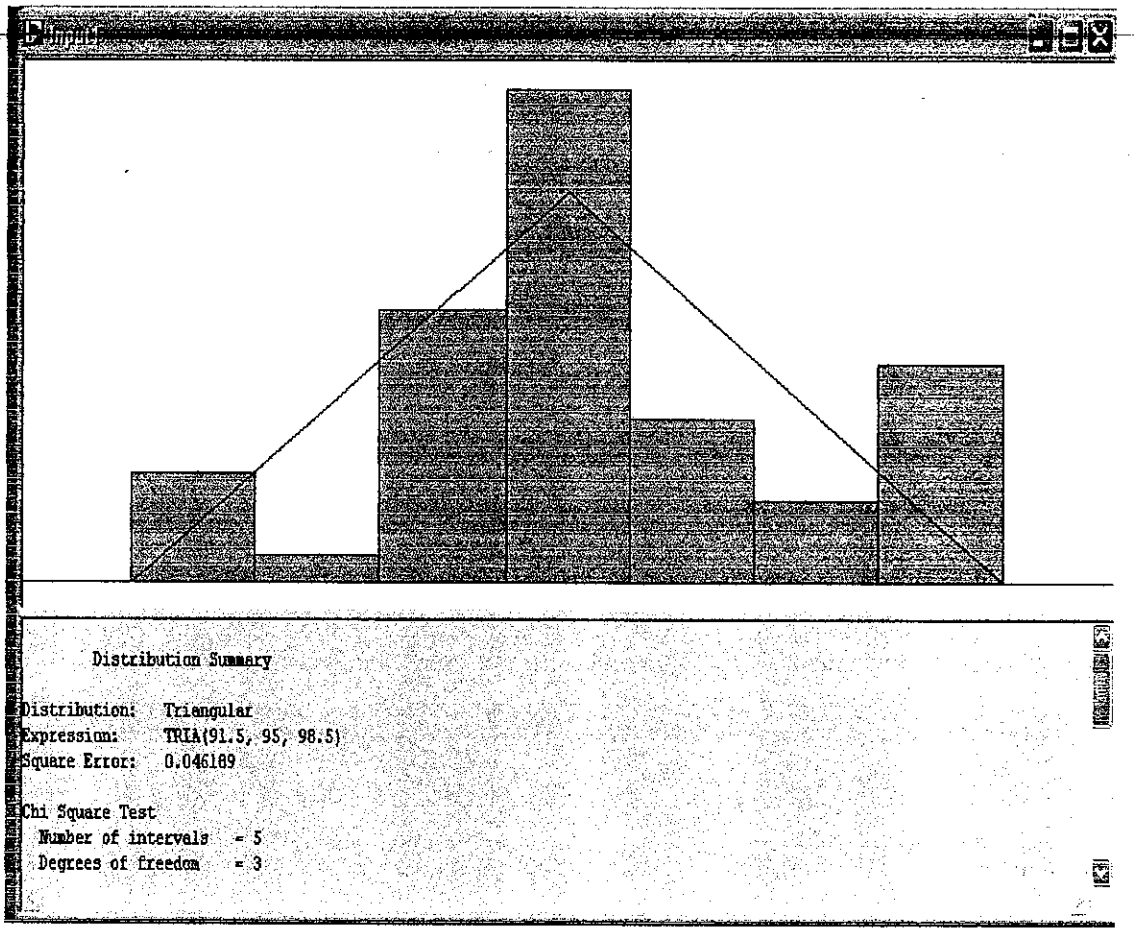
**OBSERVATION SHEET**

Name : Parts Arrive Product : -

Observer : Time : 11.30 - 13.30

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 94 | 26 | 95 |
| 2 | 98 | 27 | 95 |
| 3 | 95 | 28 | 96 |
| 4 | 94 | 29 | 94 |
| 5 | 98 | 30 | 98 |
| 6 | 95 | 31 | 92 |
| 7 | 94 | 32 | 95 |
| 8 | 94 | 33 | 94 |
| 9 | 92 | 34 | 92 |
| 10 | 93 | 35 | 95 |
| 11 | 95 | 36 | 96 |
| 12 | 96 | 37 | 95 |
| 13 | 94 | 38 | 98 |
| 14 | 95 | 39 | 95 |
| 15 | 95 | 40 | 97 |
| 16 | 98 | 41 | 95 |
| 17 | 97 | 42 | 96 |
| 18 | 95 | 43 | 94 |
| 19 | 98 | 44 | 92 |
| 20 | 96 | 45 | 95 |
| 21 | 95 | 46 | 94 |
| 22 | 98 | 47 | 96 |
| 23 | 94 | 48 | 98 |
| 24 | 95 | 49 | 97 |
| 25 | 95 | 50 | 95 |

เมื่อใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ข้อมูลแล้ว (รายละเอียดขั้นตอนการใช้ Input Analyzer วิเคราะห์ข้อมูลสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ข) โปรแกรมจะแสดงการกระจายตัวของข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ได้เป็นรูปกราฟแท่งและเมื่อเลือก Fit All จะปรากฏค่าที่ต้องการที่เป็นข้อมูลที่ดีที่สุด ดังรูปที่ 3.2




**รูปที่ 3.3** หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลของชิ้นงานที่เข้าสู่เครื่องตัดตามยาว

จากรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบ Triangular ซึ่งมีค่าเฉพาะ (Expression) เท่ากับ TRIA( 91.5 , 95 , 98.5)และวิธีการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลประชากรกลุ่มนี้ คือ Chi Square Test

ผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Input Analyzer

Distribution Summary

Distribution: Triangular

Expression: TRIA(91.5, 95, 98.5)

Square Error: 0.046189

Chi Square Test

| | | |
|---|---|---|
| Number of intervals | = | 5 |
| Degrees of freedom | = | 3 |
| Test Statistic | = | 7.23 |
| Corresponding p-value | = | 0.0678 |

Data Summary

| | | |
|---|---|---|
| Number of Data Points | = | 50 |
| Min Data Value | = | 92 |
| Max Data Value | = | 98 |
| Sample Mean | = | 95.2 |
| Sample STD Dev | = | 1.67 |

นำข้อมูลเวลาที่ได้ทำการวิเคราะห์จาก Input Analyzer ไปป้อนลงในโมเดลต้นแบบ ซึ่งเวลาที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดสามารถดูได้จากภาคผนวก ข แล้วทำการประมวลผล (Run) และดูว่ามีความผิดพลาดหรือสามารถประมวลผลได้หรือไม่และสามารถดูผลได้จากรายงาน (Report) หลังเสร็จสิ้นการประมวลผล

ซึ่งผลที่ใช้ป้อนคือ Expression: TRIA(91.5, 95, 98.5)

จากนั้นนำผลที่ได้ทั้งหมดที่มาป้อนลงในแต่ละโมดูล (Module) ที่อยู่ในแบบจำลอง (Model) ที่สร้างไว้โดยจะนำค่าเฉพาะ (Expression) ซึ่งมีการกระจายตัว (Distribution) ในแบบต่าง ๆ ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.5

**ตารางที่ 3.5** แสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการ Input Analyzer ทั้งหมดที่ต้องการป้อนค่าลงในโมเดล

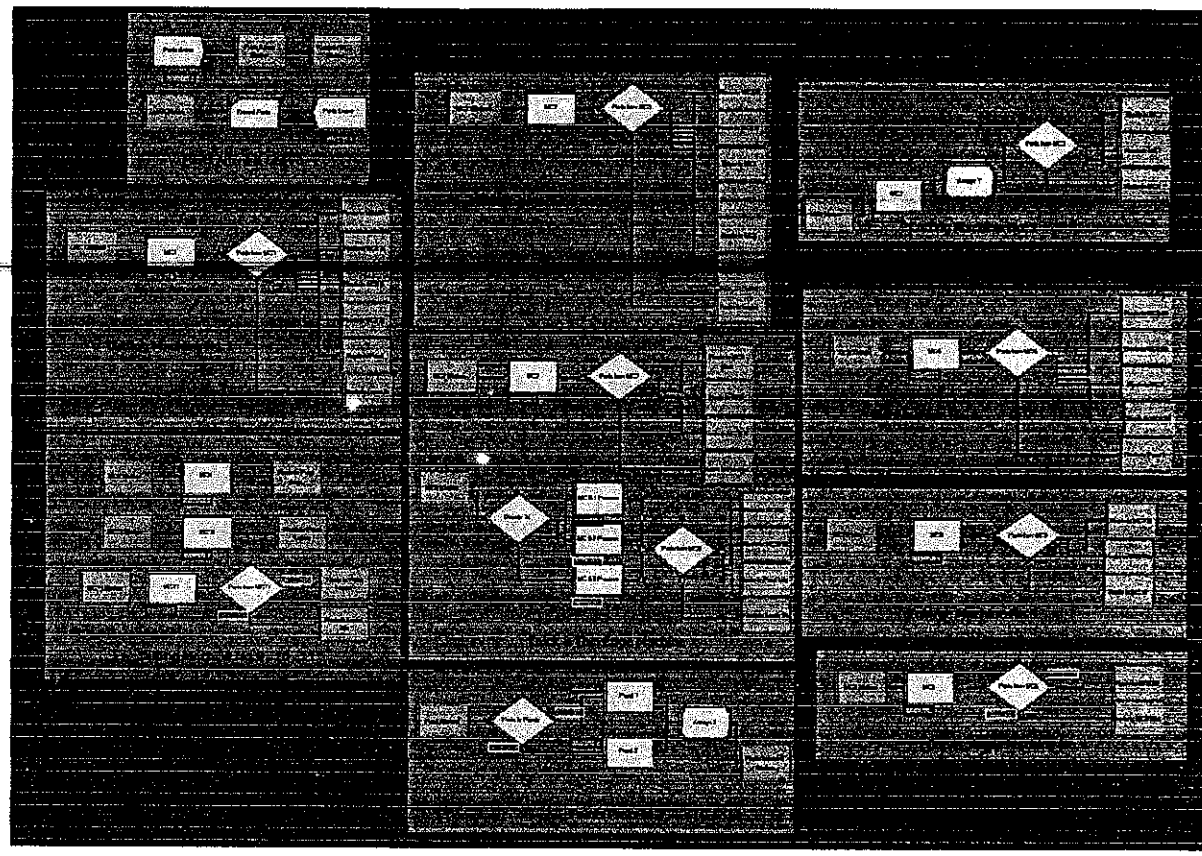
| จุดที่ต้องป้อนค่า | Module | Distribution | Expression |
|---|---|---|---|
| Parts Arrive | Create | Triangular | TRIA( 175 , 180 , 201) |
| Material to MC2 | Route | Triangular | TRIA(91.5, 95, 98.5) |
| MC2 | Process | Beta | 17+52*BETA(0.84,0.855) |
| MC2 to MC3 | Route | Normal | NORM(35.1,1.39) |

**ตารางที่ 3.5(ต่อ)** แสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการ Input Analyzer ทั้งหมดที่ต้องการป้อนค่าลงในโมเดล

| จุดที่ต้องป้อนค่า | Module | Distribution | Expression |
|---|---|---|---|
| MC2 to MC1 | Route | Normal | NORM(174,1.92) |
| MC2 to MC4 | Route | Erlang | 91.5+ERLA(0.65,6) |
| MC3 | Process | Erlang | ERLA(38.2,2) |
| MC3 to MC1 | Route | Beta | 241+9*BETA(2.63,1.55) |
| MC3 to MC4 | Route | Normal | NORM(60.2,2.44) |
| MC3 to MC6 | Route | Normal | NORM(154,1.95) |
| MC3 to MC5 | Route | Gamma | 140+GAMM(1.2,3.25) |
| MC3 to MC8 | Route | Normal | NORM(64.3,1.46) |
| MC3 to MC11 | Route | Normal | NORM(164,1.28) |
| MC3 to Leave | Route | Triangular | TRIA(187,190,193) |
| MC1 | Process | Gamma | 9.5+GAMM(9.88,4.42) |
| MC1 to MC4 | Route | Normal | NORM(295,1.66) |
| MC1 to MC6 | Route | Normal | NORM(400,1.97) |
| MC1 to MC5 | Route | Normal | NORM(384,1.71) |
| MC1 to MC8 | Route | Normal | NORM(245,1.68) |
| MC1 to Paint | Route | Normal | NORM(75.4,1.76) |
| MC1 to Leave | Route | Normal | NORM(160,2.44) |
| MC4 | Process | Gamma | 9.5+GAMM(8.86,2.13) |
| MC4 to MC6 | Route | Normal | NORM(124,1.44) |
| MC4 to MC5 | Route | Triangular | TRIA(81.5,86.9,89.5) |
| MC4 to MC7 | Route | Triangular | TRIA(130,132,137) |
| MC4 to MC8 | Route | Triangular | TRIA(59.5,64.4,68.5) |
| MC4 to Paint | Route | Normal | NORM(361,1.86) |
| MC5 | Process | Lognormal | 3.5+LOGN(21.2,13.1) |
| MC5 to MC7 | Route | Beta | 9.5+9*BETA(2.17,3.03) |
| MC5 to MC8 | Route | Normal | NORM(125,1.65) |

**ตารางที่ 3.5(ต่อ)** แสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการ Input Analyzer ทั้งหมดที่ต้องการป้อนค่าลงในโมเดล

| จุดที่ต้องป้อนค่า | Module | Distribution | Expression |
|---|---|---|---|
| MC5 to MC10 | Route | Normal | NORM(224,2.09) |
| MC6 | Process | Triangular | TRIA(8.5,35,40.5) |
| MC6 to MC7 | Route | Normal | NORM(8.2,1.15) |
| MC6 to MC8 | Route | Normal | NORM(84.8,1.86) |
| MC7 | Process | Erlang | 3+ERLA(10.7,2) |
| MC7 to MC8 | Route | Erlang | 14.5+ERLA(1.03,6) |
| MC7 to MC9 | Route | Weibull | 29.5+WEIB(2.85,1.46) |
| MC7 to MC10 | Route | Erlang | 107+ERLA(1.14,4) |
| MC7 to Paint | Route | Normal | NORM(190,2.49) |
| MC8 | Process | Lognormal | 9+LOGN(40.5,60.3) |
| MC8 to MC9 | Route | Lognormal | 49.5+LOGN(3.83,3.77) |
| MC8 to MC10 | Route | Triangular | TRIA(92.5,95,99.5) |
| MC8 to Paint | Route | Triangular | TRIA(240,241,249) |
| MC8 to Leave | Route | Triangular | TRIA(75.5,79.4,82.5) |
| MC9 | Process | Gamma | 16+GAMM(34.7,0.682) |
| MC9 to Paint | Route | Beta | 177+11*BETA(4.46,3.77) |
| MC10 | Process | Gamma | 24+GAMM(7.48,1.84) |
| MC10 to Paint | Route | Gamma | 150+GAMM(0.752,3.62) |
| MC11 | Process | Weibull | 10+WEIB(40.4,1.17) |
| MC11 to Paint | Route | Weibull | 97+WEIB(6.34,0.547) |
| MC11 to Leave | Route | Normal | NORM(85,1.22) |
| Paint | Process | Erlang | 24 + ERLA(21.9, 2) |
| Paint to Leave | Route | Triangular | TRIA(72.5,75.8,79.5) |
| Parts Leave | Dispose | - | - |

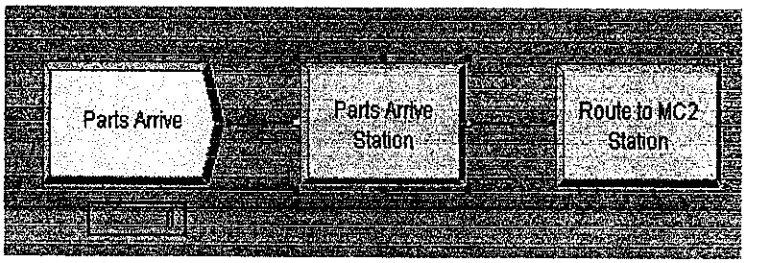


**รูปที่ 3.4** แสดงภาพรวมของโมเดลสำเร็จ

## 3.4 การแปรรูปแบบจำลองให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

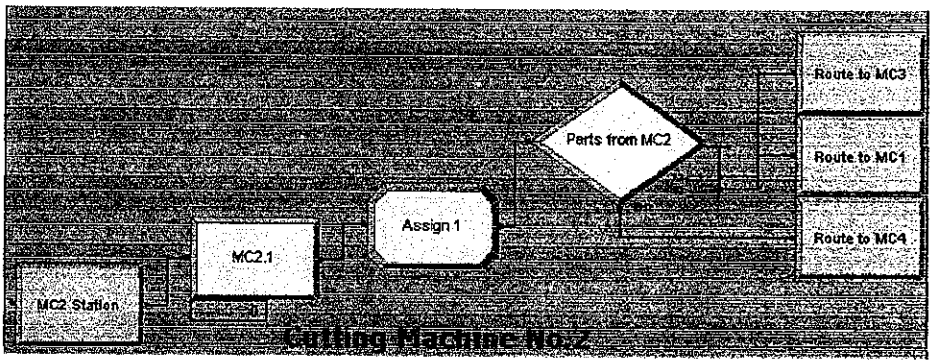
หลังจากได้ทำการเขียนแบบจำลองตัวต้นแบบ (Prototype Model) ไปแล้วในหัวข้อที่ 3.2 และได้ทำการเก็บข้อมูลเวลาพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลแล้วในหัวข้อที่ 3.3 ขั้นต่อมาเป็นการแปรรูปแบบจำลองตัวต้นแบบให้เป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มีความสมบูรณ์มากที่สุดและมีการกำหนดภาพเคลื่อนไหวเพื่อให้เกิดความสมจริงและเข้าใจระบบได้ง่ายยิ่งขึ้นโดยใช้โปรแกรม Arena เมื่อได้ค่าการกระจายตัวของข้อมูลมาทั้งหมดแล้ว นำข้อมูลเหล่านี้มาเขียนแบบจำลองเบื้องต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.4 ข้างต้น และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนแรกเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณที่ชิ้นงานเข้า (Parts Arrive Area) ให้เดินไปในส่วนต่อไปดังแสดงในรูปที่ 3.5



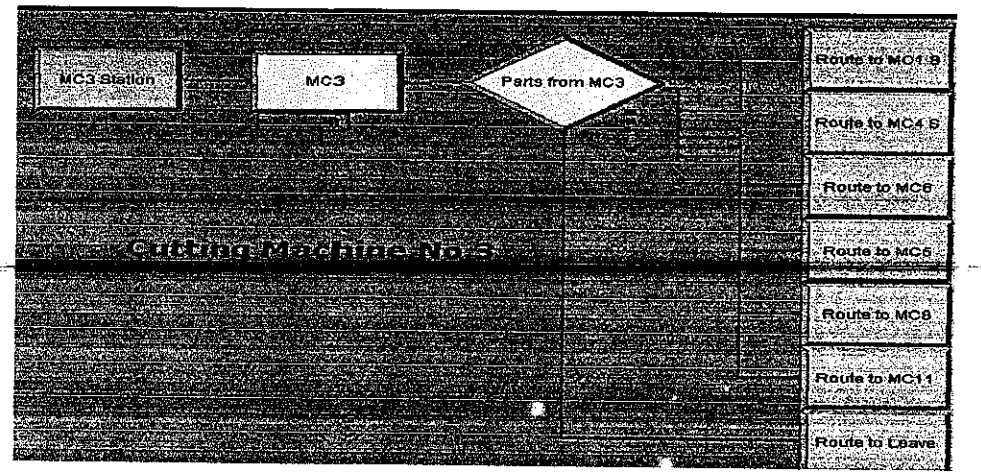

**รูปที่ 3.5** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณที่ชิ้นงานเข้า

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องตัดตามยาว (MC 2) เป็นสถานีแรกของกระบวนการตัดเมื่อเมื่อนำแผ่นไม้เข้ามา และเมื่อทำการตัดเสร็จจะแยกไปที่ MC 3, MC 1, MC 4 ดังแสดงในรูปที่ 3.6



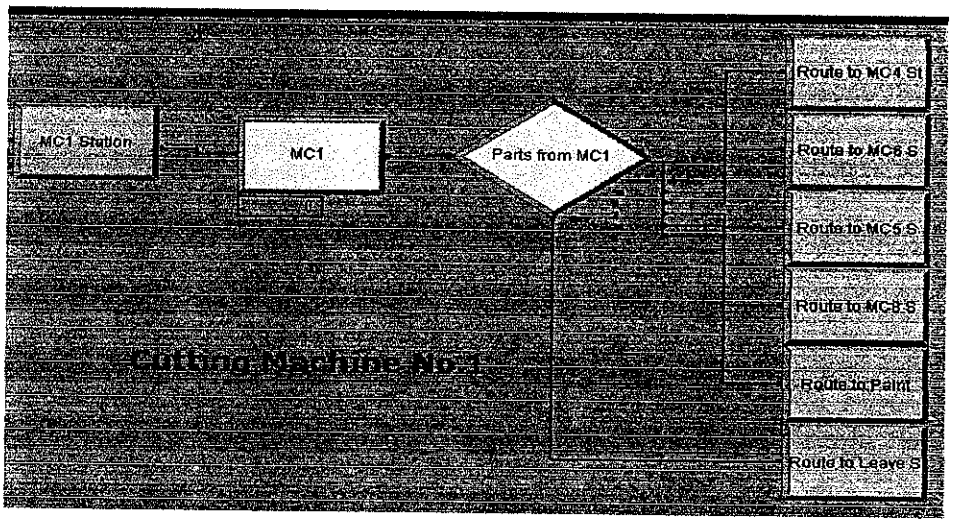

**รูปที่ 3.6** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 2

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องตัดตามขวาง (MC3) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยัง MC1, MC 4, MC6, MC5, MC8, MC11 และพื้นที่รอส่งประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



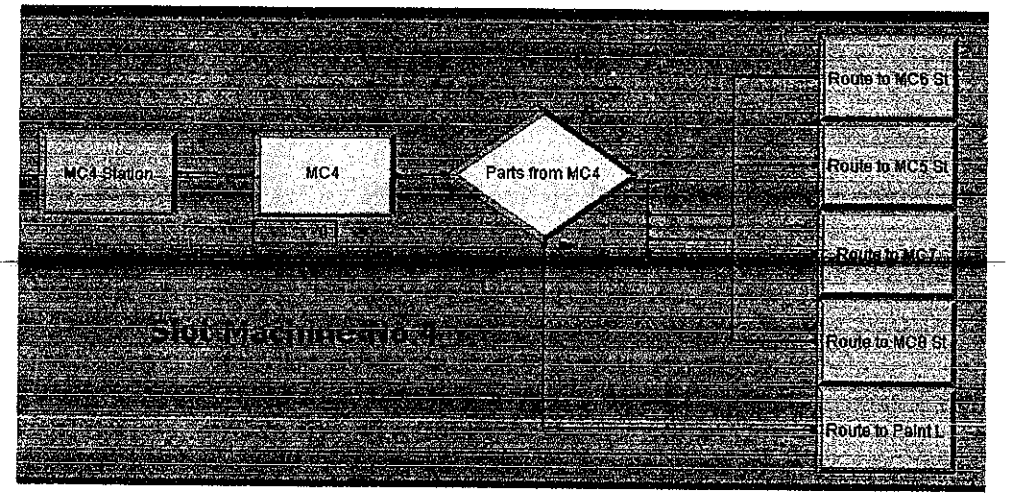

**รูปที่ 3.7** โมเดลส่วนพื้นที่ MC 3

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่เครื่องตัดเล็ก (MC 1) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยัง MC4, MC5, MC6, MC8, แต่งสี และพื้นที่รอส่งประกอบดังแสดงในรูปที่ 3.8



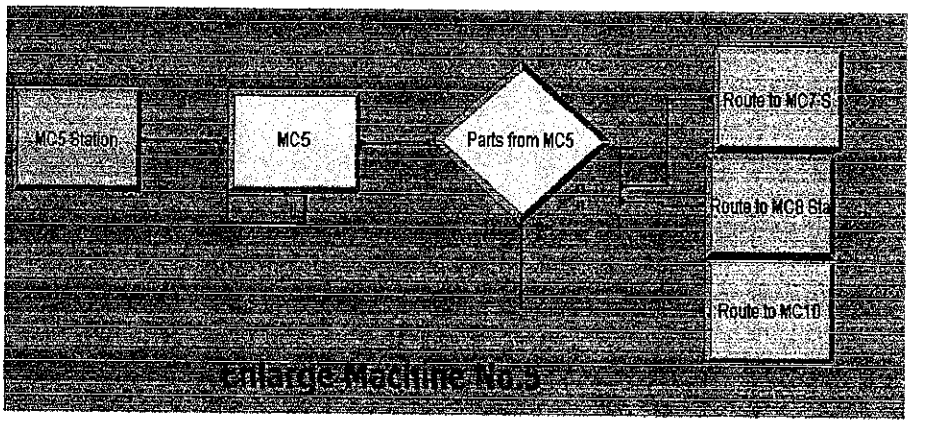

**รูปที่ 3.8** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 1

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องเซาะร่อง (MC 4) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยัง MC7, MC1, MC5, MC8 และแต่งสีดังรูปที่ 3.9



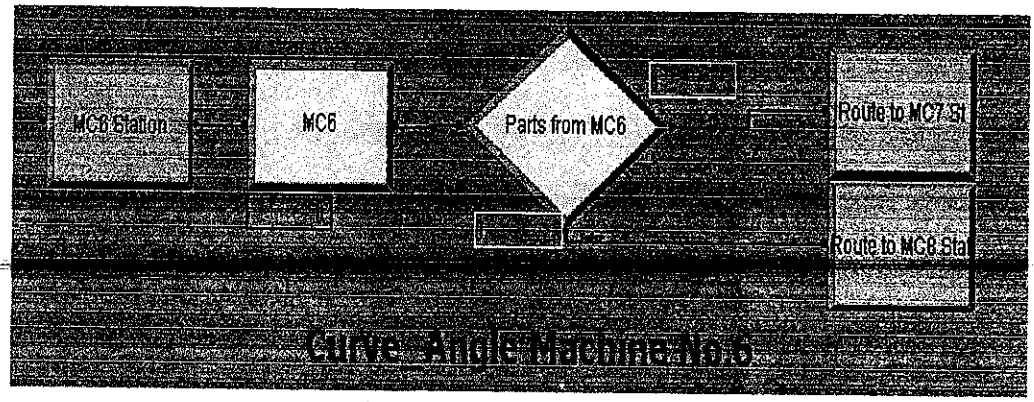

**รูปที่ 3.9** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณMC 4

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องคว้าน (MC 5) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยัง MC7, MC8 และ MC10ดังแสดงในรูปที่ 3.10



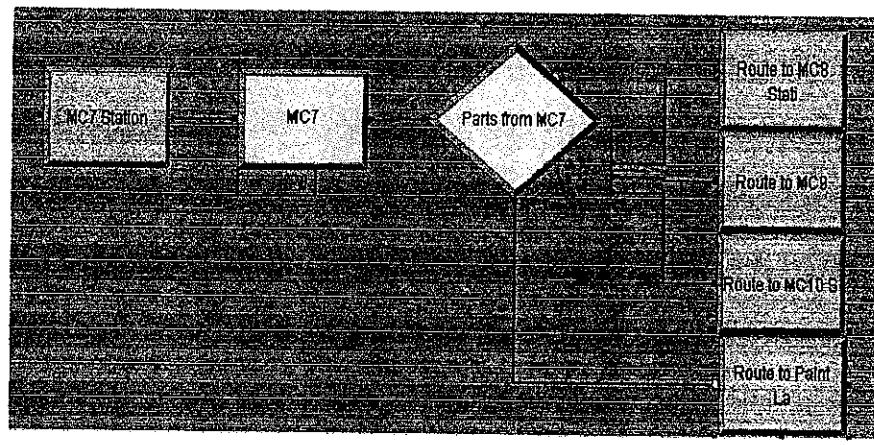

**รูปที่ 3.10** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 5

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องลบมุม (MC 6) เมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยัง MC7 และMC8 ดังแสดงในรูปที่ 3.11



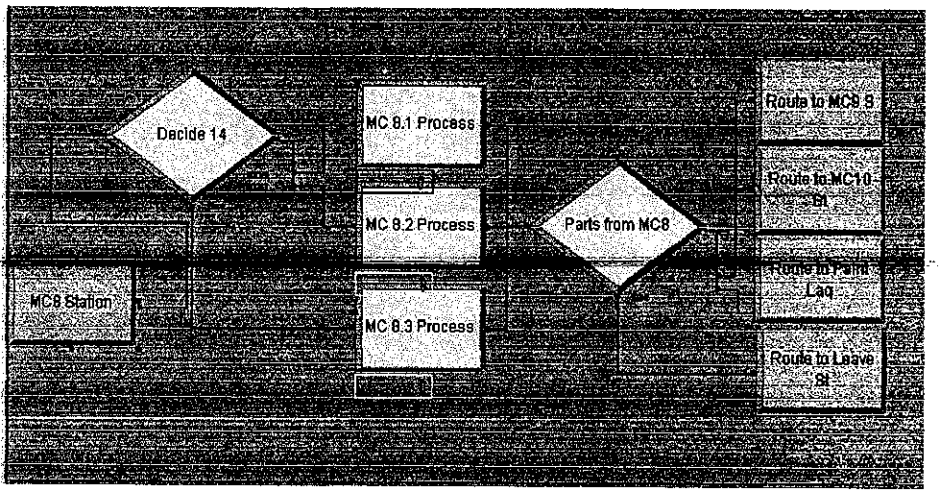

**รูปที่ 3.11** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC6

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องเข้าขอบโค้ง (MC 7) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยัง MC8, MC9, MC10 และแต่งสี ดังแสดงในรูปที่ 3.12



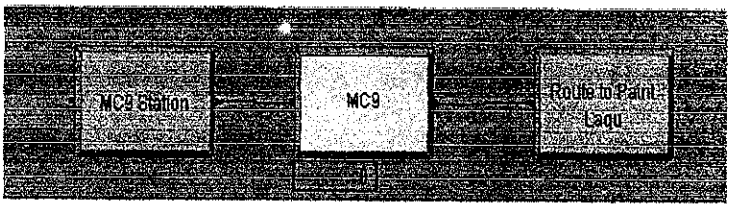

**รูปที่ 3.12** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 7

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องเข้าขอบตรง (MC 8) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยัง MC9, MC10 และแต่งสี ดังแสดงในรูปที่ 3.13



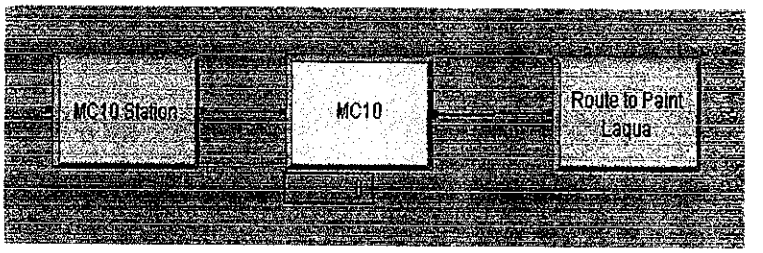

**รูปที่ 3.13** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 8

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องเจาะใหญ่ (MC 9)และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยังสถานีแต่งสี ดังแสดงในรูปที่ 3.14



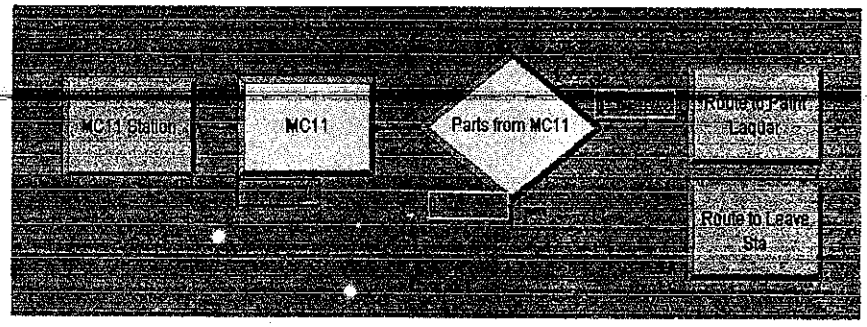

**รูปที่ 3.14**โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 9

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องเจาะแนวดิ่ง (MC10) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยังสถานีแต่งสี ดังแสดงในรูปที่ 3.15



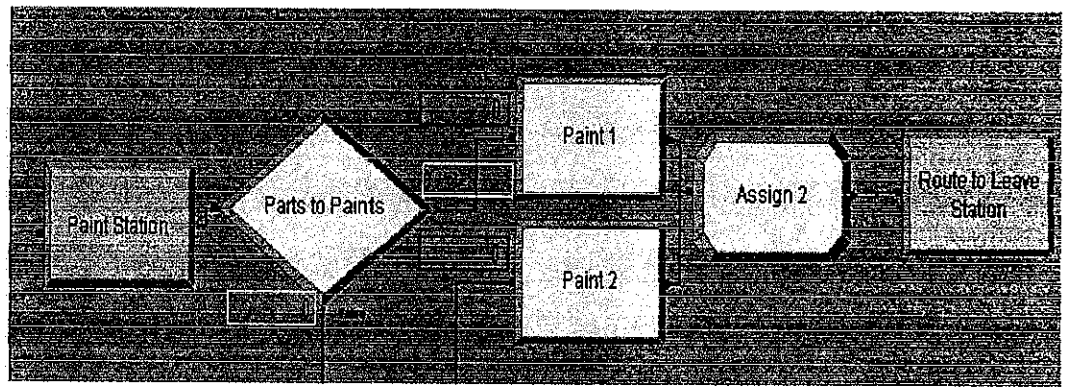

**รูปที่ 3.15** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 10

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเครื่องเจาะแนวนอน (MC11) และเมื่อตัดเสร็จก็จะแยกไปยังสถานีแต่งสี และพื้นที่รอส่งประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.16



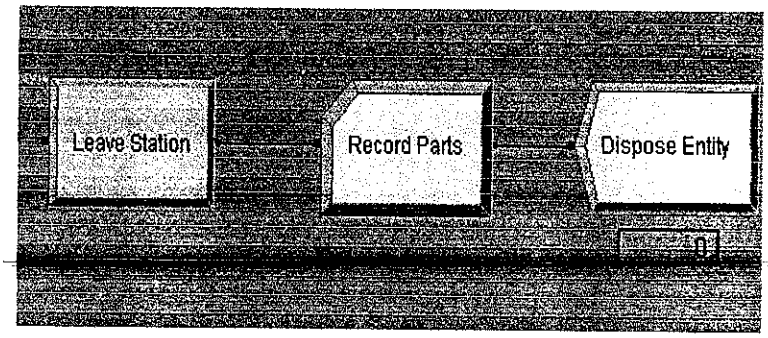

**รูปที่ 3.16** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ MC 11

ต่อมาเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณแต่งสี (Paint) จะส่งไปยังพื้นที่รอส่งประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.17



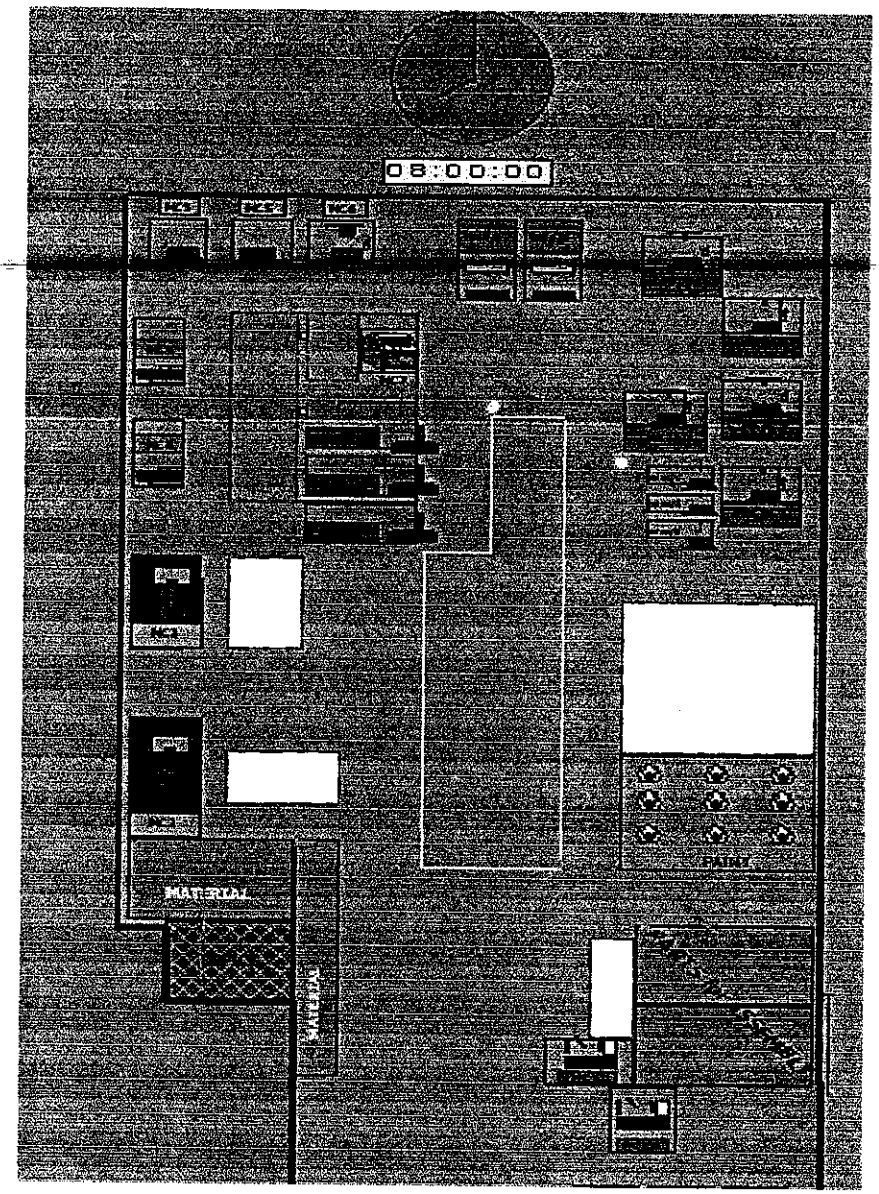

**รูปที่ 3.17** โมเดลส่วนพื้นที่บริเวณ Paint

สุดท้ายเป็นโมเดลที่แสดงส่วนของพื้นที่บริเวณเก็บชิ้นงานที่พร้อมประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.18




**รูปที่ 3.18** โมเดลส่วนพื้นที่รอส่ง ประกอบ

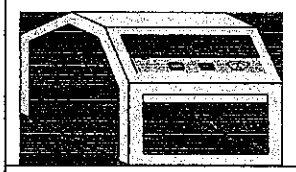
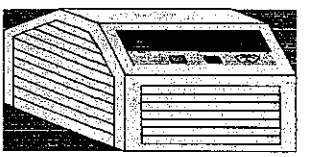
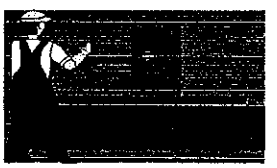
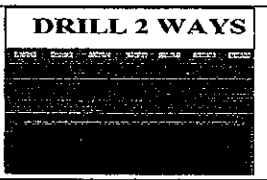
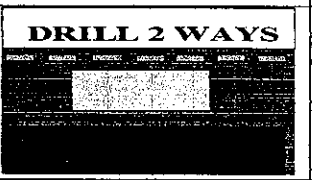
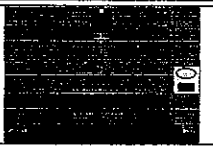
จากโมเดลทางคอมพิวเตอร์ที่ได้นี้ ค่าการตัดสินใจต่าง ๆ ของแต่ละเครื่องจักรสามารถดูได้จาก From to Chart ของจำนวนชิ้นงานต่อเดือน และ From to Chart ของเปอร์เซ็นต์ของเครื่องจักรในภาคผนวกที่ ค



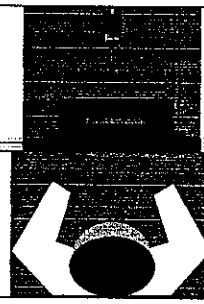

**รูปที่ 3.19** ภาพเคลื่อนไหว (Animation)

จากภาพเคลื่อนไหวของโมเดลที่ได้นั้นในระหว่างที่ทำการประมวลผล (Run) จะทำให้เห็นการเคลื่อนที่ของชิ้นงานที่เข้าสู่กระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบออกจากกระบวนการและในระหว่างที่เข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ นั้นเครื่องจักรต้องแสดงลักษณะการทำงานว่าทำงานอยู่ (Busy) และในช่วงที่ไม่มีการทำงาน (Idle) เพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะเฉพาะของเครื่องจักรแต่ละเครื่องรวมทั้งลักษณะชิ้นงานด้วยด้วยจึงแสดงได้ดังตารางที่ 3.5

**ตารางที่ 3.6** แสดงคุณสมบัติของเครื่องจักรในระบบการผลิต

| Idle | Busy | Resource Name | Duty | Station |
|---|---|---|---|---|
| | | Cutting2 | ตัดตามยาว | MC2 Station |
| | | Cutting3 | ตัดตามขวาง | MC3 Station |
| | | MC1 | ตัดเล็ก | MC1 Station |
| | | MC4 | เซาะร่อง | MC4 Station |
| | | MC5 | คว้าน | MC5 Station |
| | | Curve_Angle | ลบมุม | MC6 Station |
|  |  | Thick_Edge | เข้าขอบโค้ง | MC7 Station |
| |  | MC8 | เข้าขอบตรง | MC8 Station |
|  |  | MC9 | เจาะ | MC9 Station |
|  | | MC10 | เจาะแนวดิ่ง | MC10 Station |

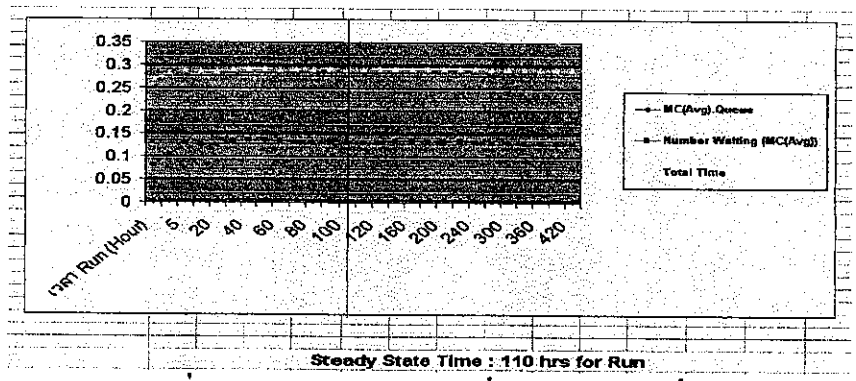
**ตารางที่ 3.6 ( ต่อ )** แสดงคุณสมบัติของเครื่องจักรในระบบการผลิต

| Idle | Busy | Resource Name | Duty | Station |
|---|---|---|---|---|
|  | | MC11 | เจาะแนวนอน | MC11 Station |
|  |  | Paint | แต่งสี | Paint Station |
| Parts = ====> | | | | |

จากตารางที่ 3.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อเครื่องจักรแต่ละเครื่องทำงานอยู่นั้นรูปจะเปลี่ยนจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง ส่วนชิ้นงานยังคงเป็นสีขาวอย่างเดิมจนเข้าพื้นที่รอส่งประกอบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (กล่องบรรจุหีบห่อ)

## 3.5 การทดสอบความถูกต้อง

**3.5.1 การหาช่วงเวลาคงที่ (Steady State)** เนื่องจากการประมวลผลในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน อาจทำให้ผลที่ได้มีความแกว่งและไม่คงที่และมีความผิดพลาด เช่น ในช่วงแรกเมื่อทำการประมวลผลค่าเวลาที่ได้จะมีค่าขึ้นๆ ลงๆ แต่เมื่อประมวลผลในเวลาที่เพิ่มขึ้นค่าเวลาที่ได้จึงจะเริ่มเข้าสู่สภาพคงที่ดังนั้นจึงต้องมีการหาช่วงเวลาคงที่ เพื่อทำการประมวลผลในเวลาที่เชื่อถือได้และสามารถอ้างอิงได้ซึ่งการหาช่วงเวลาคงที่สามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ข. 3 และสามารถแสดงแผนภูมิช่วงเวลาที่คงที่ได้ ดังภาคผนวกที่ ข.4 ส่วนค่าที่ใช้ในการประมวลผล (Run) นั้นอยู่ในหัวข้อที่ 3.5.2



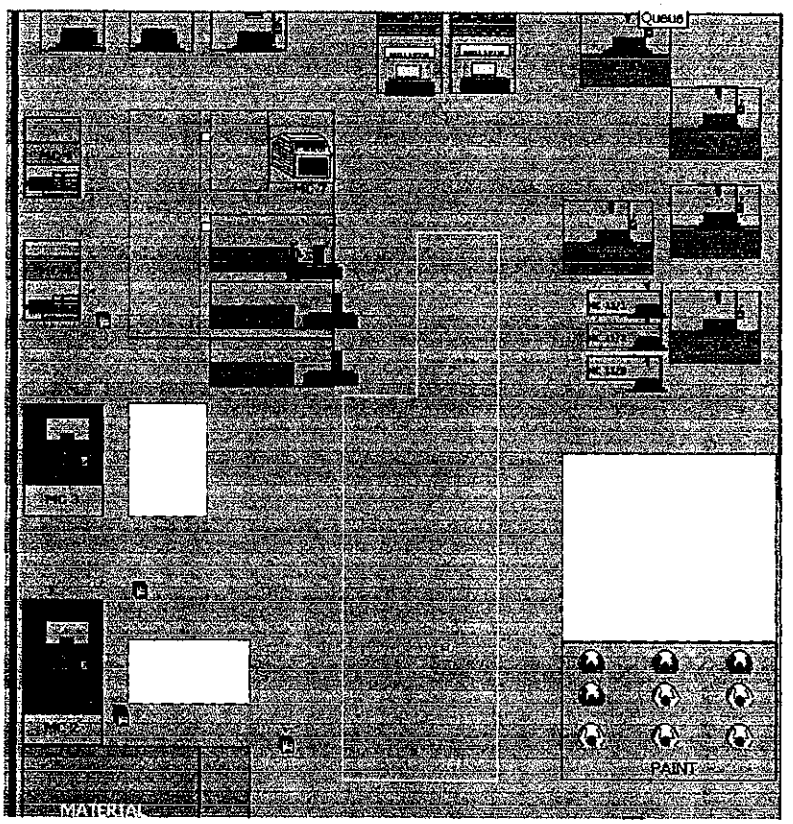

**รูปที่ 3.20** แผนภูมิช่วงเวลาคงที่ (Steady State) ที่ได้

**3.5.2 ทำการทดลองประมวลผล** ข้อมูลที่เวลา 110 ชั่วโมงซึ่งได้จากช่วงเวลาคงที่ในหัวข้อที่ **3.5.2.1** บันทึกผลการประมวลผล ในการประมวลผลนั้นมีขั้นตอนซึ่งสามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ก 3.3 และ ภาคผนวก ก 4.2

ค่าที่กำหนดสำหรับแบบจำลองระบบการผลิต คือ

| | | |
|---|---|---|
| Number of Replication | = | I |
| Warm-up Period | = | 0 Hours |
| Replication Length | = | 110 Hours |
| Hours per Day | = | 8 Hours |
| Base Time Units | = | Minutes |

เมื่อป้อนค่าที่ได้จากการหาช่วงเวลาคงที่ลงไปในโปรแกรม Simulation with Arena v7.01 จากนั้นทำการประมวลผลโมเดล ซึ่งแสดงให้เห็นเป็นภาพเคลื่อนไหว (Animation) เมื่อได้ทำการประมวลผลแล้วจะเห็นว่ามีการทำงานของเครื่องจักรที่ต่าง กันและมีการเคลื่อนที่ของชิ้นงานไปตามสถานีงานต่าง ๆ ซึ่งมีจำนวนในการรอคอยเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 3.21




**รูปที่ 3.21** แสดงภาพเคลื่อนไหว (Animation) เมื่อทำการประมวลผล

**3.5.3 วิเคราะห์ข้อมูลและผลได้** จากที่แบบจำลองว่าจุดใดที่มีเวลารอคอยมากที่สุดแล้วทำการจัดสมดุลใหม่ในแบบจำลองระบบโดยการเพิ่มทรัพยากรเข้าไปในระบบเพื่อลดเวลารอคอยและยังเป็นการเพิ่มอัตราการใช้งานของเครื่องจักรในระบบด้วย

**3.5.4 สรุปผล** โดยเปรียบเทียบแบบจำลองระบบกับระบบจริง และแบบจำลองที่ทำการปรับปรุงโดยวิธีการต่าง ๆ ในหัวข้อที่ 4.2 – 4.4