บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการออกแบบการทดลองในส่วนของข้อกำหนดของระบบ รวมทั้งหลักการทำงานของระบบตั้งแต่ชิ้นงานเข้าสู่ระบบไปจนถึงชิ้นงานออกจากระบบ และส่วนประกอบของแบบจำลองปัญหารวมถึงการออกแบบการทดลองในส่วนของการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดในส่วนต่างๆ ดังนี้

3.1 ข้อกำหนดพื้นฐานของแบบจำลองปัญหา

3.2 หลักการทำงานของระบบ

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบและกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน

3.4 ส่วนประกอบของแบบจำลองปัญหา

3.5 การออกแบบการทดลอง

3.1 ข้อกำหนดพื้นฐานของแบบจำลองปัญหา

3.1.1 รูปแบบของผังโรงงาน

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบผังการผลิตแบบตามกระบวนการผลิต (Process Layout) โดยมีสถานีทั้งหมด 5 สถานี ซึ่งแบ่งเป็นสถานีการผลิต (Work Station) 4 สถานี และสถานีรับชิ้นงาน (Load Station) 1 สถานี โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1.1 สถานีรับชิ้นงาน (Load Station, Load) เป็นสถานีเริ่มต้นของระบบ โดยจะรับชิ้นงานเข้าสู่ระบบได้ไม่เกิน 20 ชิ้น เพื่อรอรถ AGV เดินทางมาหยิบชิ้นงานเข้าสู่สถานีการผลิต (Work Station) ตามลำดับ

3.1.1.2 สถานีรับชิ้นงานสำเร็จรูป (Unload Station, Unload) เป็นสถานีที่จะรับชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการผลิตตามสถานีการผลิต (Work Station) ทั้งหมดตามลำดับจนออกมาเป็นชิ้นงานสำเร็จรูป

3.1.1.3 จุดจอดรถ AGV (Parking Station) เป็นพื้นที่ใช้สำหรับจอดรถ AGV โดยจะสามารถจอดรถ AGV ได้ไม่เกิน 5 คันในระบบ

3.1.1.4 พื้นที่รับชิ้นงาน (Pick-up Station, P2-P5) กำหนดให้เป็นพื้นที่รับชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตในแต่ละสถานี เพื่อรอรถ AGV เดินทางมารับชิ้นงานไปสู่สถานีการผลิตถัดไป โดยกำหนดพื้นที่รับชิ้นงาน (Output Queue) ได้ไม่เกิน 5 ชิ้น ในแต่ละสถานี

3.1.1.5 พื้นที่วางชิ้นงาน (Drop-off Station, D2-D5) กำหนดให้เป็นพื้นที่รับชิ้นงานจากรถ AGV เข้าสู่กระบวนการผลิต โดยกำหนดพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ได้ไม่เกิน 5 ชิ้น ในแต่ละสถานี

รูปแบบแผนผังโรงงานโดยรวมจะแสดงดังภาพที่ 3.1 ในส่วนของทิศทางการวิ่งของรถ AGV ในแผนผังการผลิตนี้รถ AGV จะมีทิศทางการวิ่งแบบ 2 ทิศทาง และในแผนผังจะประกอบด้วยจุดตรวจสอบระหว่างทางทั้งหมด 17 ชุด ซึ่งในแต่ละชุดจะประกอบด้วยจุดตรวจสอบระหว่างทาง ซึ่งมีลักษณะเป็นวงเวียน เพื่อใช้ในการควบคุมรถ AGV ให้วิ่งได้ 2 ทิศทางและยังสามารถป้องกันการชนกันของรถ AGV ได้อีกด้วย

3.1.2 รูปแบบของเครื่องจักรในระบบการผลิต

3.1.2.1 กำหนดให้มีเครื่องจักร 1 เครื่องต่อ 1 สถานีการผลิต (Work Station) โดยเครื่องจักรทั้งหมดเป็นเครื่องจักรอัตโนมัติมีระยะเวลาการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดคงที่

3.1.2.2 เครื่องจักรแต่ละสถานีสามารถทำงานได้ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง

3.1.2.3 เครื่องจักรในแต่ละสถานีมีเวลาเสียและซ่อมแซมเป็นแบบ Exponential ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 360 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ

3.1.2.4 เครื่องจักรในแต่ละสถานีจะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ (Blocking) ในกรณีพื้นที่รับชิ้นงาน (Output Queue) มีชิ้นงานออกมารอรถ AGV เกินกว่า 5 ชิ้น และเครื่องจักรจะทำงานต่อ เมื่อรถ AGV เดินทางมารับชิ้นงานออกจากสถานีจนเหลือชิ้นงานน้อยกว่า 5 ชิ้น

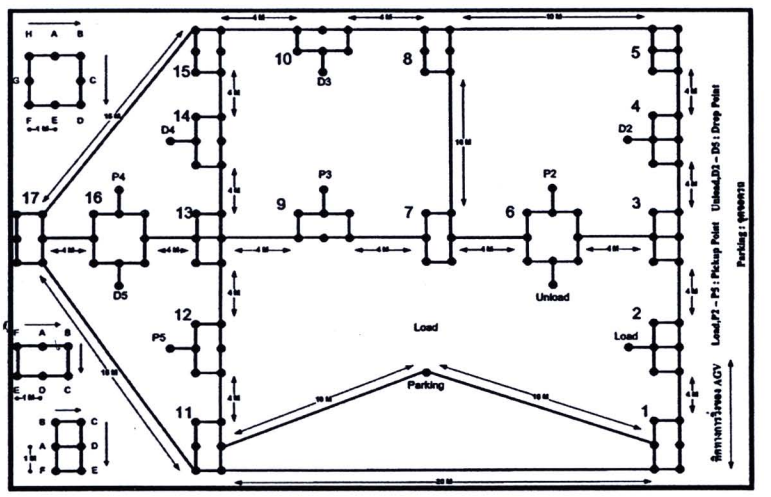
3.1.3 รูปแบบของรถ AGV ในระบบ

กำหนดให้รถ AGV มีความยาว 5 ฟุต ความสูงประมาณ 3.5 ฟุต วิ่งด้วยความเร็วคงที่ 10 ฟุต/นาที โดยไม่คำนึงถึงเวลาในช่วงออกวิ่ง (Accel Time) และเวลาก่อนจอด (Decel Time) และกำหนดเส้นทางการวิ่งของรถ AGV เป็นแบบ 2 ทิศทาง โดยมีเวลาที่ใช้ในการหยิบหรือวางชิ้นงานเท่ากับ 0.5 นาที และกำหนดให้มีรถ AGV ในระบบได้ไม่เกิน 5 คัน

3.1.4 ความจุของรถ AGV (AGV Capacity)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้พบว่ามีการทดลองความจุของรถ AGV แบบ 2 ชิ้นและ 4 ชิ้น ซึ่งผลของการทดลองสรุปได้ว่าการที่เราเพิ่มความจุของรถ AGV ให้สามารถจุชิ้นงานได้มากขึ้น ส่งผลให้ Flow time, throughput, Machine Utilization, AGV Utilization, Input Queues, Output

Queues, และ Central Queues เพิ่มขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยเล่มนี้จึงกำหนดความจุของรถ AGV เพิ่มขึ้นเป็น 5 ชิ้น



ภาพที่ 3.1 รูปแบบจำลองแผนผังโรงงาน

ที่มา: ดัดแปลงจาก ธีรเดช วุฒิพรพันธ์ (2540)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

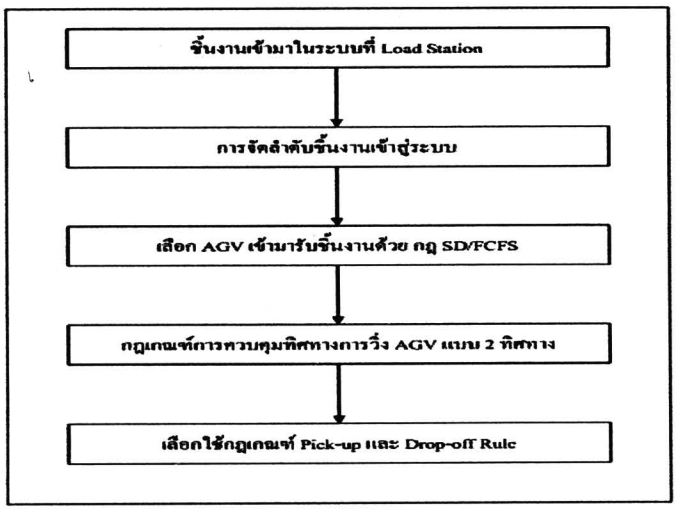
3.2 หลักการทำงานของระบบ

หลักการทำงานของระบบการผลิตจะเริ่มต้นที่ชิ้นงานทั้งหมดจะถูกส่งเข้ามาที่สถานีรับชิ้นงาน (Load Station) ตามลำดับ จากนั้นสถานีรับชิ้นงานจะทำการเรียกรถ AGV เพื่อเดินทางเข้ามารับชิ้นงานโดยรถ AGV จะเดินทางมาที่สถานีรับชิ้นงานด้วยกฎเกณฑ์ Shortest Distance/First Come First Serve (SD/FCFS) เพื่อขนส่งชิ้นงานไปยังสถานีการผลิต โดยในระหว่างการเดินทางไปยังสถานีการผลิตจะใช้กฎเกณฑ์การควบคุมทิศทางการวิ่งของรถ AGV เข้ามาควบคุมการเดินทาง

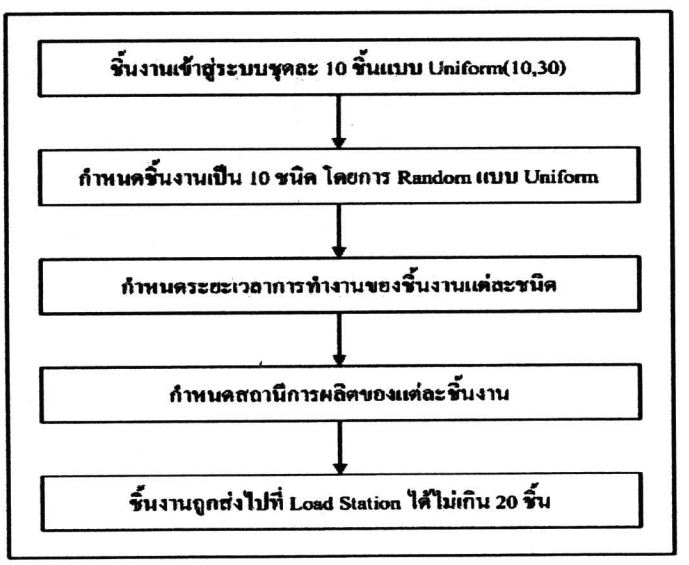
เนื่องจากภายในระบบการผลิตมีการใช้งานรถ AGV หลายคัน กฎเกณฑ์การควบคุมทิศทางการวิ่งของ AGV จะช่วยป้องกันการชนกันของรถ AGV ภายในระบบ เมื่อรถ AGV เดินทางมาถึงสถานีเป้าหมายไม่ว่าจะเป็นสถานีรับชิ้นงานหรือสถานีการผลิต รถ AGV จะใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน (Pick-up Rules) เพื่อหยิบชิ้นงานขึ้นบนรถ จากนั้นจะเดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน (Drop-off Rules) ในกรณีที่รถ AGV เกิดการว่างงานก็จะเดินทางไปจอดรอที่จุดจอดรถ (Parking Area) โดยสามารถจอดรถ AGV ได้ไม่เกิน 5 คัน จากนั้นชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตจะถูกส่งไปยังพื้นที่รับชิ้นงาน (Output Queue) เพื่อรอการขนส่งไปสู่ขั้นตอนต่อไป ดังภาพที่ 3.2

3.2.1 การจัดลำดับชิ้นงานเข้าสู่ระบบที่ Load Station

ชิ้นงานจะถูกส่งเข้าสู่ระบบเป็นชุด ชุดละ 10 ชิ้นแบบ Uniform ที่มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่เข้ามาอยู่ที่ 10 – 30 นาที โดยชิ้นงานจะถูกกำหนดเป็น 10 ชนิดโดยการ Random ของระบบ เพื่อกำหนดชิ้นงานแต่ละชนิดอย่างชัดเจน โดยชิ้นงานแต่ละชนิดจะมีสถานีที่ต้องผลิตและมีระยะเวลาในการทำงานแตกต่างกันในแต่ละสถานีดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งชิ้นงานจะถูกส่งไปที่สถานีรับชิ้นงาน (Load Station) ได้ไม่เกิน 20 ชิ้น จากนั้นจะทำการเรียกรถ AGV เดินทางมารับชิ้นงานจากสถานีเพื่อเดินทางไปยังสถานีต่อไปดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.2 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) หลักการทำงานของระบบ



ภาพที่ 3.3 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) การจัดชิ้นงานเข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตของชิ้นงานแต่ละชนิด และเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละสถานี

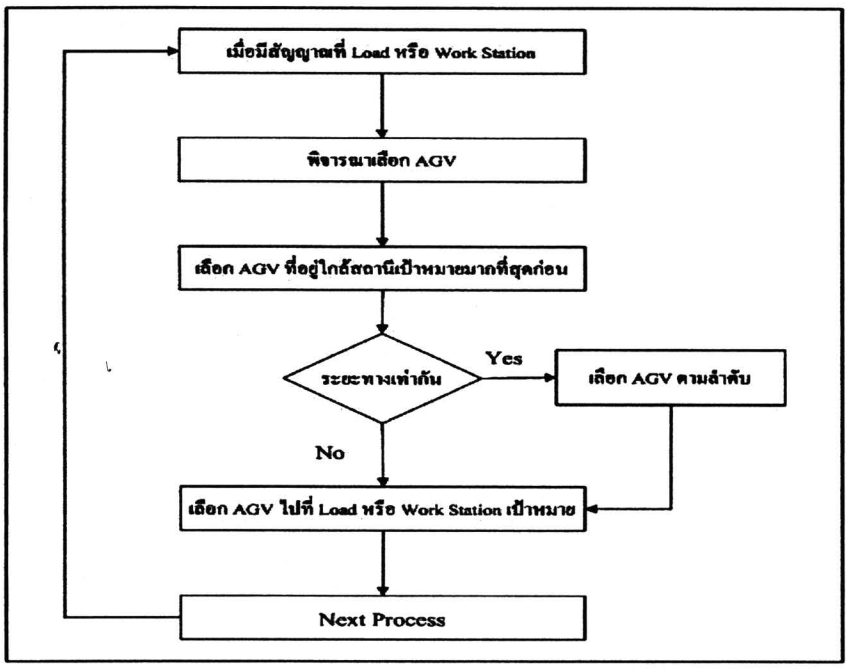
ชนิดของชิ้นงาน	สถานีที่ต้องผลิต	เวลาที่ใช้ในแต่ละสถานี(นาที)
1	1=>2=>3=>1	0,10,12,0
2	1=>3=>4=>1	0,12,15,0
3	1=>2=>3=>4=>1	0,10,12,15,0
4	1=>2=>5=>1	0,10,17,0
5	1=>3=>4=>5=>1	0,12,15,17,0
6	1=>4=>2=>1	0,15,10,0
7	1=>5=>3=>4=>1	0,17,12,15,0
8	1=>2=>5=>1	0,10,17,0
9	1=>3=>4=>1	0,12,15,0
10	1=>4=>5=>1	0,15,17,0

ในการออกแบบการควบคุมรถ AGV ที่ว่าง (Idle Vehicle) จะต้องใช้กฎเกณฑ์ในการเลือกใช้งาน AGV เพื่อกำหนดสถานีเป้าหมายที่จะให้รถ AGV เดินทางไปและจะใช้กฎเกณฑ์การควบคุมทิศทางการวิ่งของ AGV แบบ 2 ทิศทาง เพื่อควบคุมการเดินทางของรถ AGV ในกรณีที่มีรถ AGV ในระบบมากกว่า 1 คัน กรณีที่รถ AGV สามารถบรรทุกชิ้นงานได้มากกว่า 1 ชิ้น การควบคุมรถ AGV จะต้องมีกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานเข้ามาควบคุมรถ AGV ที่ยังมีพื้นที่ว่าง (Idle Capacity) และกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานเข้ามาควบคุมการวางชิ้นงานของรถ AGV เพื่อให้ชิ้นงานสามารถผ่านกระบวนการผลิตได้อย่างครบถ้วน และใช้เวลาได้อย่างเหมาะสม

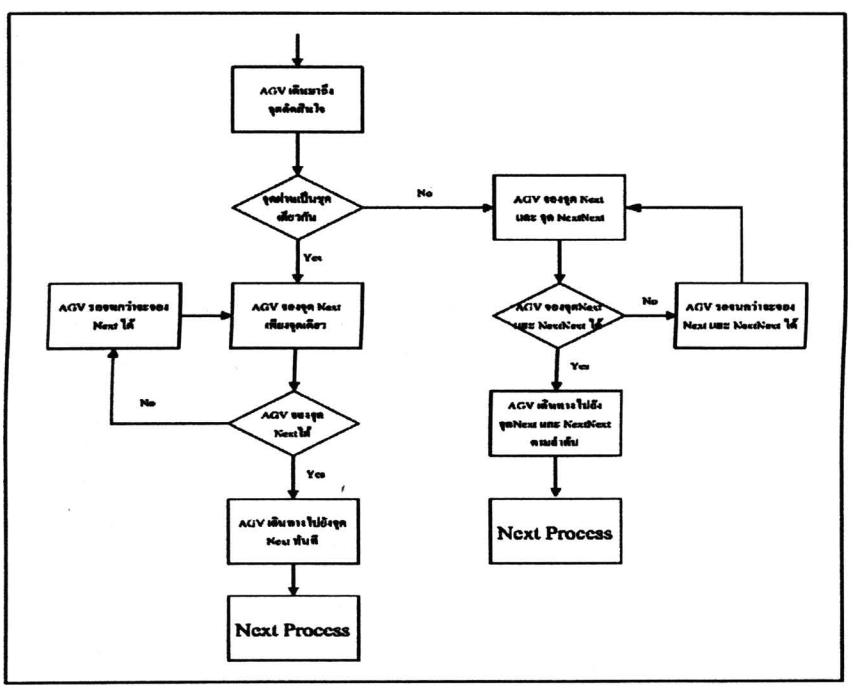
3.2.2 กฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV (AGV Selection Rules)

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้กฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV (AGV Selection Rules) ได้แก่ Shortest Distance/First Come First Serve (SD/FCFS) ภายใต้กฎเกณฑ์นี้ เมื่อมีชิ้นงานมารอที่ Load หรือ Work Station ระบบจะทำการเรียกรถ AGV เพื่อเดินทางมาหยิบหรือวางชิ้นงาน ในการพิจารณาเลือกรถ AGV ให้เดินทางมายังสถานีเป้าหมายนั้นจะทำการพิจารณาจากระยะทางระหว่างรถ AGV และสถานีเป้าหมายด้วยกฎเกณฑ์ Shortest Distance (SD) คือจะพิจารณารถ AGV ที่อยู่ใกล้สถานีเป้าหมายมากที่สุดให้เดินทางมาที่สถานีเป้าหมายก่อน ในกรณีที่พบว่ามีรถ AGV ที่มีระยะทางใกล้สถานีเป้าหมายมากกว่า 1 คัน ระบบจะทำการเลือกรถ AGV ตามลำดับ ด้วยกฎเกณฑ์ First Come First Serve (FCFS) เมื่อรถ AGV เดินทางมาถึงสถานีเป้าหมายแล้วก็จะดำเนินการ

ตามลำดับต่อไปคือ AGV จะเลือกหยิบหรือวางชิ้นงานที่สถานีเป้าหมายด้วย กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน (Pick-up Rules) หรือกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน (Drop-off Rules) ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV แบบ SD/FCFS



ภาพที่ 3.5 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) การป้องกัน Deadlock ด้วยกฎเกณฑ์ Next and NextNext

3.2.3 กฎเกณฑ์ในการควบคุมทิศทางการวิ่งของ AGV แบบ 2 ทิศทาง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้กฎเกณฑ์ในการควบคุมทิศทางการวิ่งของ AGV แบบ 2ทิศทาง ได้แก่ กฎเกณฑ์ Next and NextNext ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นมาเพื่อควบคุมทิศทางการวิ่งของ AGV แบบ 2 ทิศทาง เพื่อป้องกันการชนกันของรถ AGV ในระบบ โดยจะมีหลักการทำงาน 2 กรณี ดังภาพที่ 3.5 ดังนี้

3.2.3.1 กรณีที่ 1 จุด Next เป็นจุดถัดไปที่อยู่ในจุดตรวจสอบชุดเดียวกัน AGV จะทำการจอง Next หรือจุดถัดไปเพียงจุดเดียว โดยจะจองจุดที่รถ AGV กำลังจะเดินทางไปเท่านั้น หากไม่สามารถจองจุด Next หรือจุดถัดไปได้รถ AGV จะจอดรอจนกว่าจะจองได้จึงจะเดินทางต่อไป

3.2.3.2 กรณีที่ 2 จุด Next เป็นจุดถัดไปที่เชื่อมระหว่างจุดผ่าน (Node) AGV จะเกิดได้ 2 กรณีดังนี้

(1) กรณีที่ 1 มีรถ AGV เพียงคันเดียวในระบบ AGV จะทำการจอง Next หรือจุดถัดไปที่กำลังจะเดินทางไปและจองจุด NextNext ที่จุดถัดจากจุดถัดไป หากไม่สามารถจองจุด Next และ NextNext ได้ รถ AGV จะจอดรอจนกว่าจะสามารถจองจุด Next และ NextNext ได้จึงจะเดินทางต่อไป

(2) กรณีที่ 2 มีรถ AGV ในระบบ 2 คันขึ้นไป AGV จะทำการจอง Next หรือจุดถัดไปที่กำลังจะเดินทางไปและจองจุด NextNext ที่จุดถัดจากจุดถัดไปเช่นกัน แต่ในกรณีที่มีรถ AGV เดินทางมา 2 คันพร้อมกัน AGV จะทำการจองตามลำดับของรถ หากไม่สามารถจองจุด Next และ NextNext ได้ รถ AGV จะจอดรอจนกว่าจะสามารถจองจุด Next และ NextNext ได้จึงจะเดินทางต่อไป

3.2.4 กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน (Pick-up Rules)

กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานใช้สำหรับ AGV เพื่อกำหนดสถานี (Station) ที่จะเดินทางไปหยิบชิ้นงานและกำหนดลำดับในการหยิบของชิ้นงาน ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน 2 กฎเกณฑ์ ได้แก่

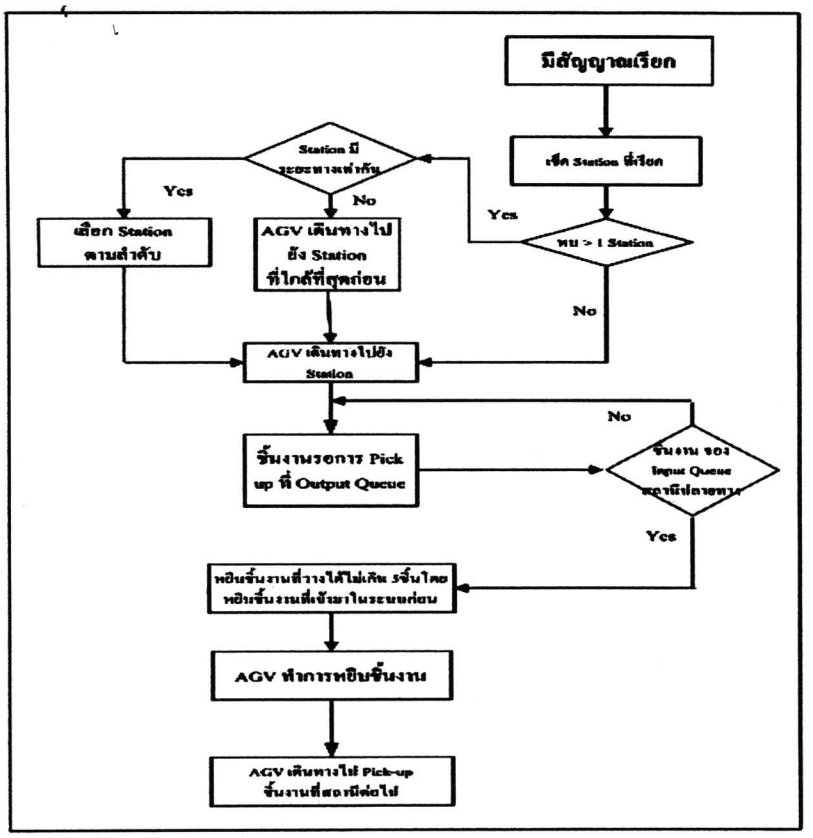
3.2.4.1 กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ First Come First Serve (FCFS) จะแสดงขั้นตอนการทำงานดังในภาพที่ 3.6 ภายใต้กฎเกณฑ์นี้ เมื่อมีสัญญาณเรียกไม่ว่าจะเป็นสถานี Load หรือ Work Station AGV จะทำการตรวจสอบสถานีที่เรียก ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

(1) กรณีที่ 1 พบสัญญาณเรียกมากกว่า 1 สถานี AGV จะทำการตรวจสอบระยะทางของสถานีที่เรียก หากพบว่ามีระยะทางเท่ากัน AGV จะเลือกเดินทางไปยัง

สถานีที่เรียกตามลำดับ แต่ถ้าระยะทางไม่เท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่มีระยะทางใกล้ที่สุดก่อน

(2) กรณีที่ 2 พบสัญญาณเรียกเพียงสถานีเดียว AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียกทันที

เมื่อเดินทางไปถึงสถานี AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้แล้วเท่านั้น (เพื่อป้องกันชิ้นงานไปค้างอยู่บน AGV) โดย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่วางได้ไม่เกิน 5 ชิ้นโดยจะหยิบชิ้นงานที่เข้ามาในระบบก่อนตามลำดับ จากนั้น AGV จึงจะเดินทางไปยังสถานีถัดไป



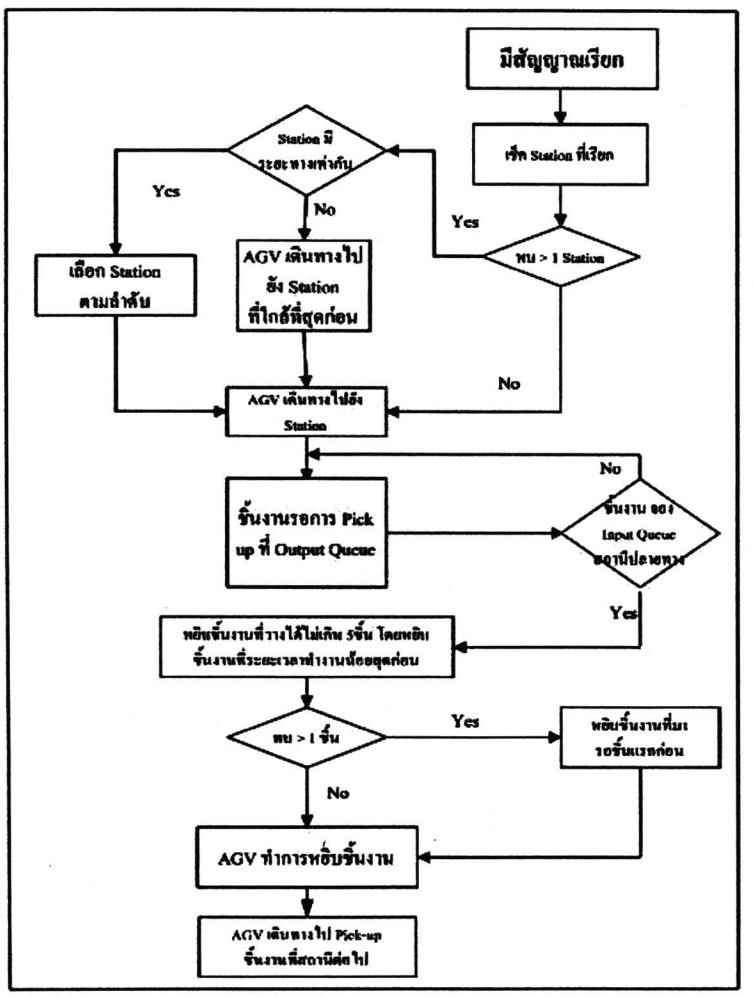
ภาพที่ 3.6 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ FCFS

3.2.4.2 กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ Shortest Processing Next Station Time (SPNT) จะแสดงขั้นตอนการทำงานดังในภาพที่ 3.7 ภายใต้กฎเกณฑ์นี้ เมื่อมีสัญญาณเรียกไม่ว่าจะเป็นสถานี Load หรือ Work Station AGV จะทำการตรวจสอบสถานีที่เรียกซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

(1) กรณีที่ 1 พบสัญญาณเรียกมากกว่า 1 สถานี AGV จะทำการเช็คระยะทางของสถานีที่เรียก หากพบว่ามีระยะทางเท่ากัน AGV จะเลือกเดินทางไปยังสถานีที่เรียกตามลำดับ แต่ถ้าระยะทางไม่เท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่มีระยะทางใกล้ที่สุดก่อน

(2) กรณีที่ 2 พบสัญญาณเรียกเพียงสถานีเดียว AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียกทันที

เมื่อเดินทางไปถึงสถานี AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้แล้วเท่านั้น (เพื่อป้องกันชิ้นงานไปค้างอยู่บน AGV) โดย AGV จะหยิบชิ้นงานที่วางได้ไม่เกิน 5 ชิ้นโดยจะหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการหยิบชิ้นงานชิ้นแรกที่มารออยู่ก่อน จากนั้น AGV จะเดินทางไปยังสถานีถัดไป

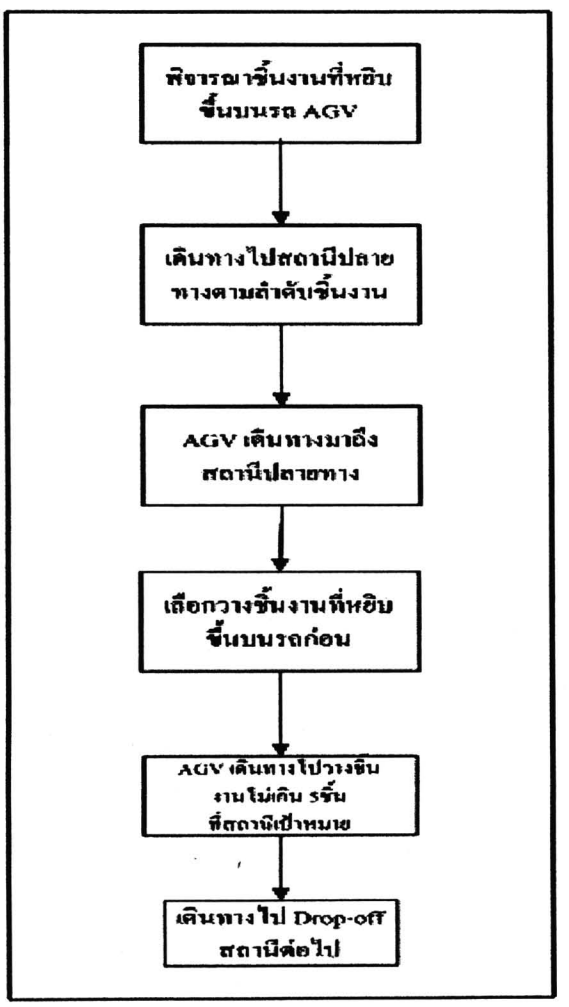


ภาพที่ 3.7 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT

3.2.5 กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน (Drop-off Rules)

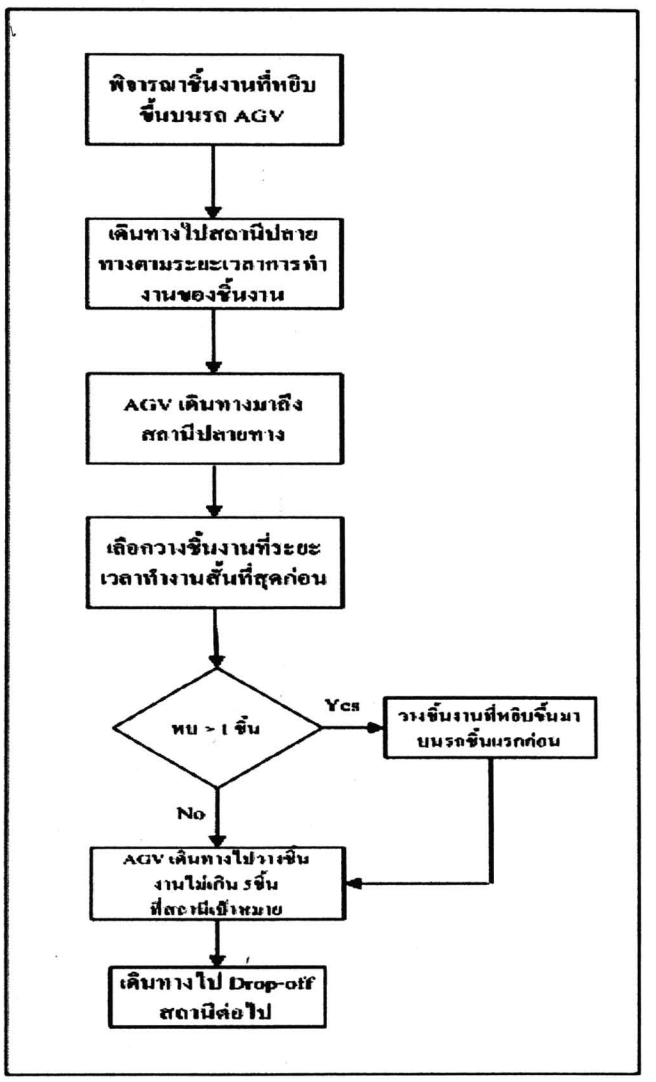
กฎเกณฑ์การวางชิ้นงานใช้สำหรับ AGV เพื่อกำหนดสถานีปลายทาง (Destination) ที่จะเดินทางไปวางชิ้นงานและกำหนดลำดับการวางของชิ้นงาน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้จะเลือกใช้กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน 2 กฎเกณฑ์ ได้แก่

3.2.5.1 กฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ First Come First Serve (FCFS) จะแสดงขั้นตอนการทำงานดังในภาพที่ 3.8 ภายใต้กฎเกณฑ์นี้ เมื่อ AGV ทำการหยิบชิ้นงานขึ้นบนรถแล้ว จากนั้น AGV จะพิจารณาชิ้นงานที่อยู่บนรถ เพื่อคำนวณสถานีปลายทางของชิ้นงาน โดย AGV จะเดินทางไปยังสถานีปลายทางตามลำดับของชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนรถ จากนั้นเมื่อ AGV เดินทางมาถึงสถานีปลายทางจะทำการวางชิ้นงานโดยจะวางชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้นตามลำดับที่สถานีเป้าหมาย จากนั้น AGV จะเดินทางไปยังสถานีถัดไป



ภาพที่ 3.8 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS

3.2.5.2 กฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ Shortest Processing Next Station Time (SPNT) จะแสดงขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 3.9 ภายใต้กฎเกณฑ์นี้ เมื่อ AGV ทำการหยิบชิ้นงานขึ้นบนรถแล้ว จากนั้น AGV จะพิจารณาชิ้นงานที่อยู่บนรถ เพื่อคำนวณสถานีปลายทาง โดย AGV จะเดินทางไปยังสถานีปลายทางตามระยะเวลาการทำงานที่สั้นที่สุดของชิ้นงานแต่ละชนิดที่หยิบขึ้นบนรถ จากนั้นเมื่อ AGV เดินทางมาถึงสถานีปลายทางจะทำการวางชิ้นงาน โดยจะวางชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น ซึ่งจะเลือกวางชิ้นงานที่มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการวางชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนรถก่อน จากนั้น AGV จะเดินทางไปยังสถานีถัดไป



ภาพที่ 3.9 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) กฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบและกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการนำกฎเกณฑ์การหยิบและกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน เมื่อนำมาใช้งานร่วมกันจะมีลักษณะการทำงานอย่างไร โดยทำการแบ่งลักษณะการเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบและวางชิ้นงานออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

3.3.1 การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS

เป็นกฎเกณฑ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS ดังภาพที่ 3.10 โดยในกฎเกณฑ์นี้จะพิจารณาการหยิบชิ้นงานโดยรถ AGV จะหยิบชิ้นงานที่มารอที่สถานีชิ้นแรกก่อน จากนั้นจะทำการหยิบชิ้นที่ 2 และ 3 ไปจนถึงชิ้นสุดท้ายตามลำดับ ในขณะเดียวกันกฎเกณฑ์การวางก็จะทำการพิจารณาที่คล้ายกันคือมองลำดับการหยิบของชิ้นงานที่ถูกหยิบขึ้นบนรถ AGV ก่อนหรือหลัง ตัวอย่างเช่น กรณีมีชิ้นงาน A, B และ C AGV จะทำการหยิบชิ้นงาน A, B และ C ตามลำดับ ดังนั้นในการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานี AGV ก็จะทำการวางชิ้นงาน A, B และ C ตามลำดับเช่นกัน ซึ่งเงื่อนไขในการทำงานของกฎเกณฑ์จะมีขั้นตอนดังนี้

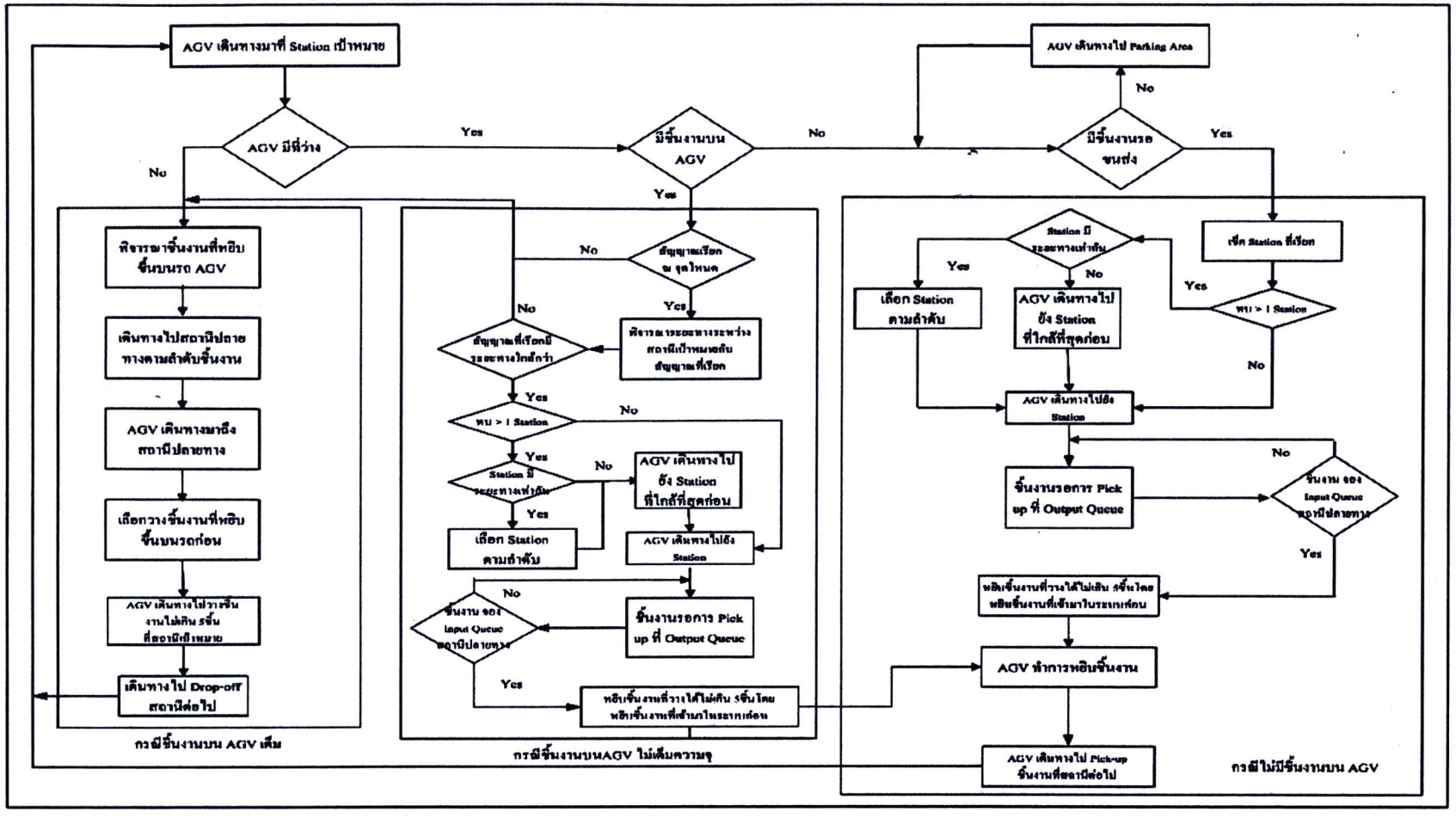
3.3.1.1 ขั้นตอนที่ 1 เมื่อ AGV เดินทางมาถึงสถานีเป้าหมาย ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการหยิบหรือวางชิ้นงานอย่างไร โดยจะแบ่งสถานะของ AGV เป็น 3 สถานะดังนี้

(1) กรณีที่ 1 AGV มีชิ้นงานเต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 AGV มีชิ้นงานแบบไม่เต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV ตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางไปหยิบชิ้นงานเพิ่มหรือจะเดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีเป้าหมายตามกฎเกณฑ์ที่เลือกใช้ในขั้นตอนที่ 3

(3) กรณี AGV ไม่มีชิ้นงานบนตัวรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปจอดรอที่จุดจอดรถ (Parking Area) จนกว่าจะมีสัญญาณเรียกใช้งานหรือมีชิ้นงานรอการขนส่ง AGV จึงจะดำเนินการตามขั้นตอนที่ 4

3.3.1.2 ขั้นตอนที่ 2 ระบบจะพิจารณาการวางชิ้นงาน โดยจะพิจารณาจากลำดับการหยิบชิ้นงานขึ้นมาบนตัวรถตามลำดับ จากนั้นจะทำการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานีเป้าหมาย โดยจะวางชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนรถเป็นลำดับแรกก่อนตามลำดับ โดยจะวางชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น จากนั้นจะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายของชิ้นงานลำดับถัดไป



ภาพที่ 3.10 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1.3 ขั้นตอนที่ 3 ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการวางชิ้นงานที่อยู่บนตัวรถหรือจะให้ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงานขึ้นมาเพิ่ม โดยที่ระบบจะทำการตรวจสอบระยะทางระหว่างสถานีปลายทางของชิ้นงานบนตัวรถกับสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอทำการขนส่ง ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจแบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้

(1) กรณีที่ 1 ไม่มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีปลายทางกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีปลายทางมีระยะทางที่สั้นกว่า ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(3) กรณีที่ 3 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีปลายทางกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีที่เรียกมีระยะทางสั้นกว่า AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียก ถ้าสถานีที่เรียกมีมากกว่า 1 สถานีและมีระยะทางเท่ากัน AGV จะเลือกสถานีที่เรียกตามลำดับ แต่ถ้าระยะทางไม่เท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่มีระยะทางใกล้ที่สุดก่อน จากนั้น AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานตามลำดับแต่ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงานได้ (Input Queue) AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถจากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

3.3.1.4 ขั้นตอนที่ 4 รถ AGV จอดอยู่ที่จุดจอดรถ (Parking Area) เพื่อรอรับสัญญาณเรียกใช้งาน เมื่อมีสัญญาณเรียกระบบจะทำการตรวจสอบสถานีเป้าหมายที่เรียก เพื่อสั่งให้รถ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงาน โดยจะทำการตรวจสอบจำนวนของสถานีเป้าหมายที่มีชิ้นงานรอการขนส่ง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 กรณีดังนี้

(1) กรณีที่ 1 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายเพียงสถานีเดียว AGV จะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายที่เรียกทันที เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานตามลำดับแต่ไม่เกิน 5 ชิ้น คือชิ้นงานไหนเข้ามาก่อนก็จะทำการหยิบก่อน แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงานได้ (Input Queue) AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถจากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

(2) กรณีที่ 2 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายมากกว่า 1 สถานี AGV จะทำการตรวจสอบระยะทางของแต่ละสถานีที่เรียกว่าสถานีใดมีระยะทางใกล้ที่สุด AGV ก็จะเดินทางไปยังสถานีนั้นก่อน แต่ถ้าระยะทางเท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียกตามลำดับ เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีที่เรียก AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทาง โดยจะทำการหยิบชิ้นงานตามลำดับแต่ไม่เกิน 5 ชิ้น คือชิ้นงานไหนเข้ามาก่อนก็จะทำการหยิบก่อน แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถจากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

3.3.2 การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT

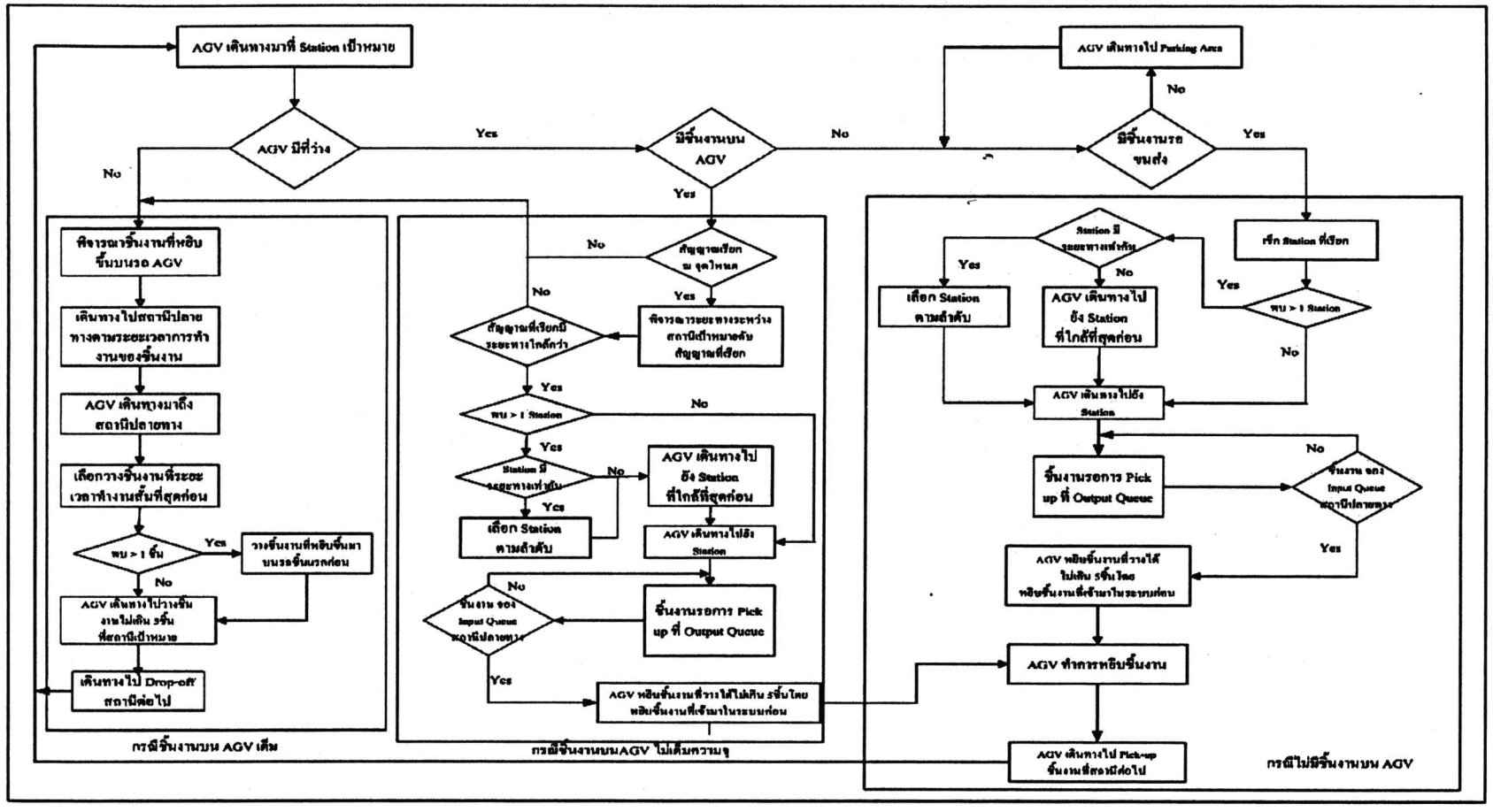
เป็นกฎเกณฑ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT ดังภาพที่ 3.11 โดยในกฎเกณฑ์นี้จะพิจารณาการหยิบชิ้นงานโดยจะหยิบชิ้นงานที่มารอที่สถานีชิ้นแรกก่อน จากนั้นจะทำการหยิบชิ้นที่ 2 และ 3 ไปจนถึงชิ้นสุดท้ายตามลำดับ ในขณะเดียวกันกฎเกณฑ์การวางก็จะทำการพิจารณาระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปของชิ้นงานที่อยู่บนรถ AGV ด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น กรณีมีชิ้นงาน A, B และ C มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปเท่ากับ 12, 10 และ 15 ตามลำดับ AGV จะทำการหยิบชิ้นงาน A, B และ C ตามลำดับ แต่ในการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานี AGV ก็จะทำการวางชิ้นงาน B, A และ C ตามระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไป ซึ่งเงื่อนไขในการทำงานของกฎเกณฑ์จะมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ขั้นตอนที่ 1 เมื่อ AGV เดินทางมาถึงสถานีเป้าหมาย ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการหยิบหรือวางชิ้นงานอย่างไร โดยจะแบ่งสถานะของ AGV เป็น 3 สถานะดังนี้

(1) กรณีที่ 1 AGV มีชิ้นงานเต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 AGV มีชิ้นงานแบบไม่เต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV ตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางไปหยิบชิ้นงานเพิ่มหรือจะเดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีเป้าหมายตามกฎเกณฑ์ที่เลือกใช้ในขั้นตอนที่ 3

(3) กรณี AGV ไม่มีชิ้นงานบนตัวรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปจอดรอที่จุดจอดรถ (Parking Area) จนกว่าจะมีสัญญาณเรียกใช้งานหรือมีชิ้นงานรอการขนส่ง AGV จะดำเนินการตามขั้นตอนที่ 4



ภาพที่ 3.11 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ FCFS ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT

3.3.2.2 ขั้นตอนที่ 2 ระบบจะพิจารณาการวางชิ้นงาน โดยจะพิจารณาระยะเวลาการทำงานของชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนตัวรถ จากนั้นจะทำการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานีเป้าหมาย โดย AGV จะทำการวางชิ้นงานที่มีระยะเวลาในการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการวางชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนรถก่อนตามลำดับ โดยจะวางชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น จากนั้น AGV จะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายของชิ้นงานลำดับถัดไป

3.3.2.3 ขั้นตอนที่ 3 ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการวางชิ้นงานที่อยู่บนตัวรถหรือจะให้ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงานขึ้นมาเพิ่ม โดยที่ระบบจะทำการตรวจสอบระยะทางระหว่างสถานีปลายทางของชิ้นงานบนตัวรถกับสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอทำการขนส่ง ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจแบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้

(1) กรณีที่ 1 ไม่มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีปลายทางกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีปลายทางมีระยะทางที่สั้นกว่า ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(3) กรณีที่ 3 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีปลายทางกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีที่เรียกมีระยะทางสั้นกว่า AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียก ถ้าสถานีที่เรียกมีมากกว่า 1 สถานีและมีระยะทางเท่ากัน AGV จะเลือกเดินทางไปยังสถานีที่เรียกตามลำดับ ถ้าระยะทางไม่เท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่มีระยะทางใกล้ที่สุดก่อน จากนั้น AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานตามลำดับแต่ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงานได้ (Input Queue) AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถ จากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

3.3.2.4 ขั้นตอนที่ 4 AGV จอดอยู่ที่จุดจอดรถ (Parking Area) เพื่อรอรับสัญญาณเรียกใช้งาน AGV เมื่อมีสัญญาณเรียกระบบจะทำการตรวจสอบสถานีเป้าหมายที่เรียก เพื่อสั่งให้ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงาน โดยจะทำการตรวจสอบจำนวนของสถานีเป้าหมายที่มีชิ้นงานรอการขนส่ง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 กรณีดังนี้

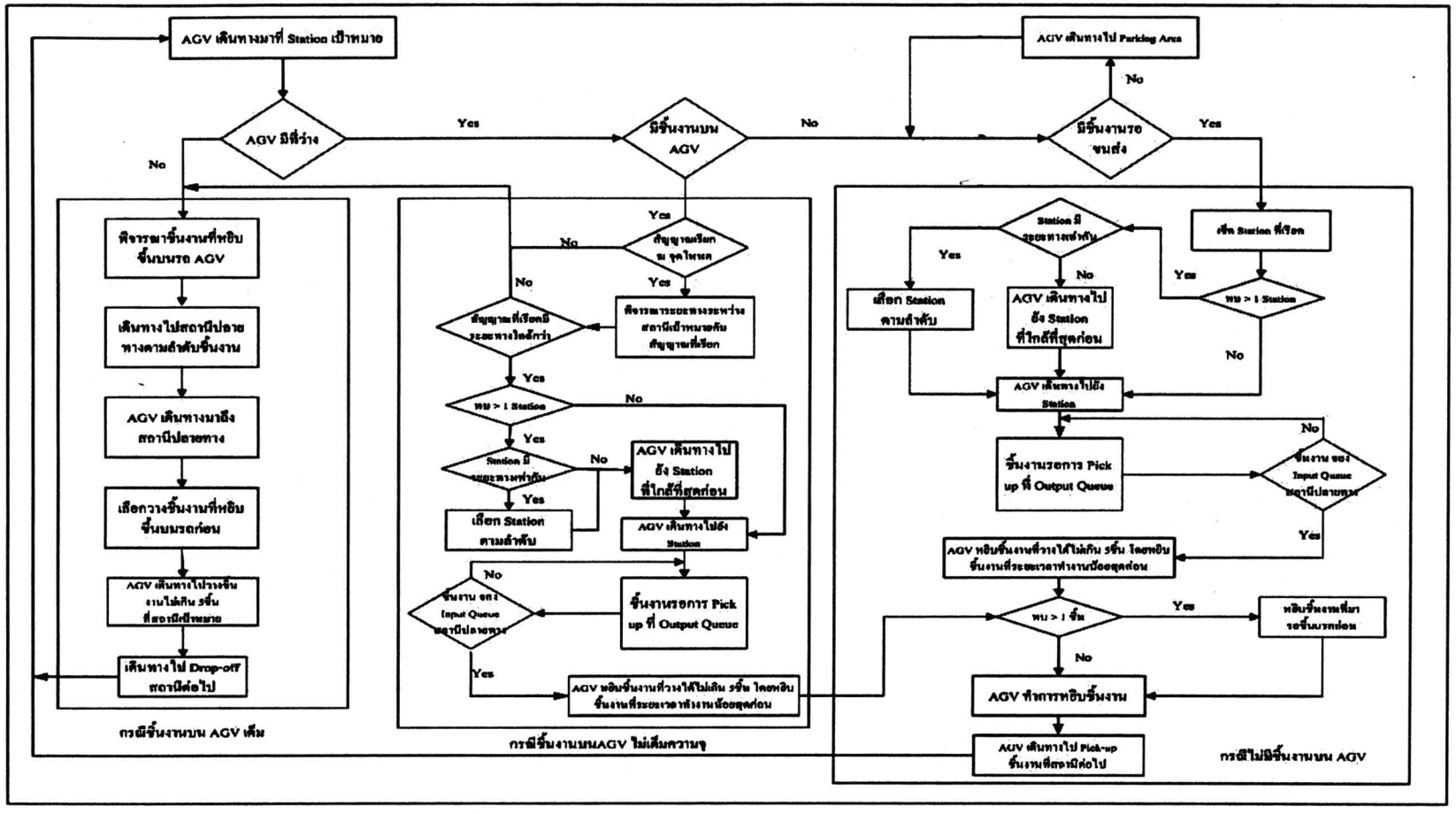
(1) กรณีที่ 1 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายเพียงสถานีเดียว AGV จะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายที่เรียกทันที เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานตามลำดับแต่ไม่เกิน 5 ชิ้น คือชิ้นงานไหนเข้ามาก่อนก็จะทำการหยิบก่อน แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถ จากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

(2) กรณีที่ 2 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายมากกว่า 1 สถานี AGV จะทำการตรวจสอบระยะทางของแต่ละสถานีที่เรียกว่าสถานีไหนมีระยะทางใกล้ที่สุด AGV จะเดินทางไปยังสถานีนั้นก่อน แต่ถ้าระยะทางเท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียกตามลำดับ เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานตามลำดับแต่ไม่เกิน 5 ชิ้น คือชิ้นงานไหนเข้ามาก่อนก็จะทำการหยิบก่อน แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถ จากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

3.3.3 การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS

เป็นกฎเกณฑ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS ดังภาพที่ 3.12 โดยในกฎเกณฑ์นี้จะพิจารณาการหยิบชิ้นงานโดยจะหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาในการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในขณะเดียวกันกฎเกณฑ์การวางก็จะทำการพิจารณาที่ลำดับการหยิบของชิ้นงานขึ้นบนรถ AGV ก่อนหรือหลัง ตัวอย่าง กรณีมีชิ้นงาน A, B และ C มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปเท่ากับ 12, 10 และ 15 ตามลำดับ AGV จะทำการหยิบชิ้นงาน B, A และ C ตามระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไป ดังนั้นในการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานี AGV ก็จะทำการวางชิ้นงาน B, A และ C ตามลำดับเช่นกัน ซึ่งเงื่อนไขในการทำงานของกฎเกณฑ์จะมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 เมื่อ AGV เดินทางมาถึงสถานีเป้าหมาย ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการหยิบหรือวางชิ้นงานอย่างไร โดยจะแบ่งสถานะของ AGV เป็น 3 สถานะดังนี้



ภาพที่ 3.12 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ FCFS

(1) กรณีที่ 1 AGV มีชิ้นงานเต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 AGV มีชิ้นงานแบบไม่เต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV ตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางไปหยิบชิ้นงานเพิ่มหรือจะเดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีเป้าหมายตามกฎเกณฑ์ที่เลือกใช้ในขั้นตอนที่ 3

(3) กรณี AGV ไม่มีชิ้นงานบนตัวรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปจอดรอที่จุดจอดรถ (Parking Area) จนกว่าจะมีสัญญาณเรียกใช้งานหรือมีชิ้นงานรอการขนส่ง AGV จะดำเนินการตามขั้นตอนที่ 4

3.3.3.2 ขั้นตอนที่ 2 ระบบจะพิจารณาการวางชิ้นงาน โดยจะพิจารณาจากลำดับการหยิบชิ้นงานขึ้นมาบนตัวรถตามลำดับ จากนั้นจะทำการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานีเป้าหมาย โดยวางชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนรถเป็นลำดับแรกก่อนตามลำดับ โดยจะวางชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น จากนั้นจะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายของชิ้นงานลำดับต่อไป

3.3.3.3 ขั้นตอนที่ 3 ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการวางชิ้นงานที่อยู่บนตัวรถหรือจะให้ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงานขึ้นมาเพิ่ม โดยที่ระบบจะทำการตรวจสอบระยะทางระหว่างสถานีปลายทางของชิ้นงานบนตัวรถกับสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอทำการขนส่ง ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจแบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้

(1) กรณีที่ 1 ไม่มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีปลายทางกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีปลายทางมีระยะทางที่สั้นกว่า ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(3) กรณีที่ 3 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีปลายทางกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีที่เรียกมีระยะทางสั้นกว่า AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียก ถ้าสถานีที่เรียกมีมากกว่า 1 สถานีและมีระยะทางเท่ากัน AGV จะเลือกสถานีที่เรียกตามลำดับ แต่ถ้าระยะทางไม่เท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่มีระยะทางใกล้ที่สุดก่อน จากนั้น AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่ออกมารอก่อนตามลำดับ โดยจะหยิบชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถ

จองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถ จากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

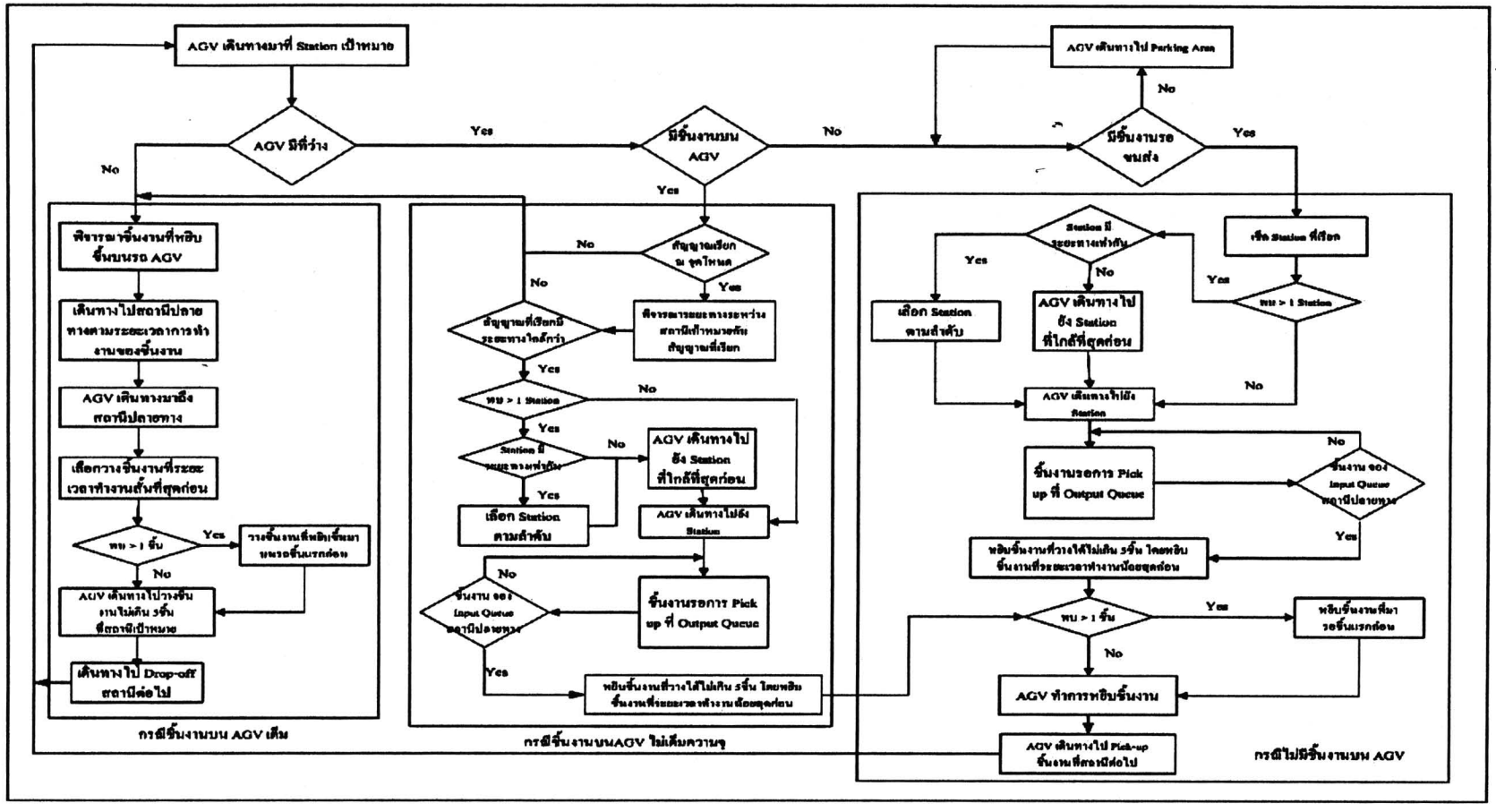
3.3.2.4 ขั้นตอนที่ 4 AGV จอดอยู่ที่จุดจอดรถ (Parking Area) เพื่อรอรับสัญญาณเรียกใช้งาน AGV เมื่อมีสัญญาณเรียกระบบจะทำการตรวจสอบสถานีเป้าหมายที่เรียก เพื่อสั่งให้ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงาน โดยจะทำการตรวจสอบจำนวนของสถานีเป้าหมายที่มีชิ้นงานรอการขนส่ง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 กรณีดังนี้

(1) กรณีที่ 1 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายเพียงสถานีเดียว AGV จะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายที่เรียกทันที เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่ออกมารอก่อนตามลำดับ โดยจะหยิบชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถจากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

(2) กรณีที่ 2 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายมากกว่า 1 สถานี AGV จะทำการตรวจสอบระยะทางของแต่ละสถานีที่เรียกว่าสถานีไหนมีระยะทางใกล้ที่สุด AGV จะเดินทางไปยังสถานีนั้นก่อน แต่ถ้าระยะทางเท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียกตามลำดับ เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทาง โดยจะทำการหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่ออกมารอก่อนตามลำดับ โดยจะหยิบชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถจากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

3.3.4 การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT

เป็นกฎเกณฑ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT ดังภาพที่ 3.13 โดยในกฎเกณฑ์นี้จะพิจารณาการ



ภาพที่ 3.13 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานแบบ SPNT ร่วมกับกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานแบบ SPNT

หยิบชิ้นงานโดยจะหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาในการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในขณะเดียวกันกฎเกณฑ์การวางก็จะทำการพิจารณาระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปของชิ้นงานที่อยู่บนรถ AGV เช่นกัน ตัวอย่างเช่น กรณีมีชิ้นงาน A, B และ C มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปเท่ากับ 12, 10 และ 15 ตามลำดับ AGV จะทำการหยิบชิ้น B, A และ C ตามระยะเวลาการทำงานที่สั้นที่สุด ดังนั้นในการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานี AGV ก็จะทำการวางชิ้นงาน B, A และ C ตามลำดับเช่นกัน ซึ่งเงื่อนไขในการทำงานของกฎเกณฑ์จะมีขั้นตอนดังนี้

3.3.4.1 ขั้นตอนที่ 1 เมื่อ AGV เดินทางมาถึงสถานีเป้าหมาย ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการหยิบหรือวางชิ้นงานอย่างไร โดยจะแบ่งสถานะของ AGV เป็น 3 สถานะดังนี้

(1) กรณีที่ 1 AGV มีชิ้นงานเต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 AGV มีชิ้นงานแบบไม่เต็มความจุบนรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV ตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางไปหยิบชิ้นงานเพิ่มหรือจะเดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีเป้าหมายตามกฎเกณฑ์ที่เลือกใช้ในขั้นตอนที่ 3

(3) กรณี AGV ไม่มีชิ้นงานบนตัวรถ ระบบจะกำหนดให้ AGV เดินทางไปจอดรอที่จุดจอดรถ (Parking Area) จนกว่าจะมีสัญญาณเรียกใช้งานหรือมีชิ้นงานรอการขนส่ง AGV จะดำเนินการตามขั้นตอนที่ 4

3.3.4.2 ขั้นตอนที่ 2 ระบบจะพิจารณาการวางชิ้นงาน โดยจะพิจารณาระยะเวลาการทำงานของชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนตัวรถ จากนั้นจะทำการวางชิ้นงานเข้าสู่สถานีเป้าหมาย โดย AGV จะทำการวางชิ้นงานที่มีระยะเวลาในการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการวางชิ้นงานที่หยิบขึ้นมาบนรถก่อนตามลำดับ โดยจะวางชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น จากนั้น AGV จะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายของชิ้นงานลำดับต่อไป

3.3.4.3 ขั้นตอนที่ 3 ระบบจะทำการตัดสินใจว่าจะให้ AGV ทำการวางชิ้นงานที่อยู่บนตัวรถหรือจะให้ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงานขึ้นมาเพิ่ม โดยที่ระบบจะทำการตรวจสอบระยะทางระหว่างสถานีปลายทางของชิ้นงานบนตัวรถกับสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอทำการขนส่ง ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจแบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้

(1) กรณีที่ 1 ไม่มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(2) กรณีที่ 2 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีปลายทางกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีปลายทางมีระยะทางที่สั้นกว่า ระบบจะสั่งให้ AGV เดินทางไปวางชิ้นงานที่สถานีปลายทางตามกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

(3) กรณีที่ 3 มีสัญญาณเรียกจากสถานีที่มีชิ้นงานมารอการขนส่ง ระบบจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีเป้าหมายกับสถานีที่เรียก กรณีสถานีที่เรียกมีระยะทางสั้นกว่า AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียก ถ้าสถานีที่เรียกมีมากกว่า 1 สถานีและมีระยะทางเท่ากัน AGV จะเลือกสถานีตามลำดับ ถ้าระยะทางไม่เท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่มีระยะทางใกล้ที่สุดก่อน จากนั้น AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทาง โดยจะทำการหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่ออกมารอก่อนตามลำดับ โดยจะหยิบชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงานได้ (Input Queue) AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถ จากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

3.3.4.4 ขั้นตอนที่ 4 AGV จอดอยู่ที่จุดจอดรถ (Parking Area) เพื่อรอรับสัญญาณเรียกใช้งาน AGV เมื่อมีสัญญาณเรียกระบบจะทำการตรวจสอบสถานีเป้าหมายที่เรียก เพื่อสั่งให้ AGV เดินทางไปหยิบชิ้นงาน โดยจะทำการตรวจสอบจำนวนของสถานีเป้าหมายที่มีชิ้นงานรอการขนส่ง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 กรณีดังนี้

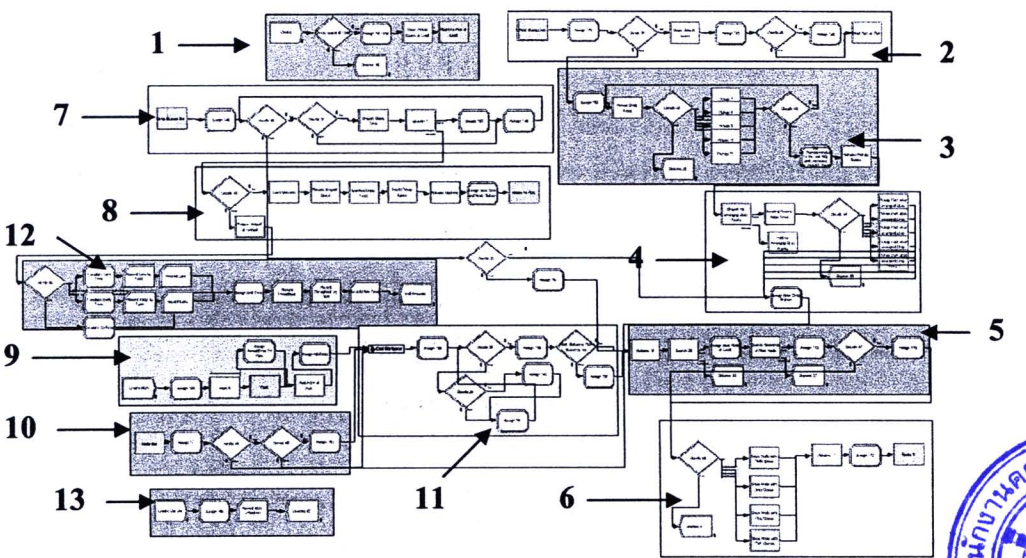
(1) กรณีที่ 1 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายเพียงสถานีเดียว AGV จะเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายที่เรียกทันที เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่ออกมารอก่อนตามลำดับ โดยจะหยิบชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถจากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

(2) กรณีที่ 2 พบสัญญาณเรียกจากสถานีเป้าหมายมากกว่า 1 สถานี AGV จะทำการตรวจสอบระยะทางของแต่ละสถานีที่เรียกว่าสถานีไหนมีระยะทางใกล้ที่สุด AGV

จะเดินทางไปยังสถานีนั้นก่อน แต่ถ้าระยะทางเท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียกตามลำดับ เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ โดยจะทำการหยิบชิ้นงานที่มีระยะเวลาการทำงานของสถานีถัดไปที่สั้นที่สุดก่อน ในกรณีที่พบชิ้นงานที่มีระยะเวลาทำงานของสถานีถัดไปเท่ากัน AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่ออกมารอก่อนตามลำดับ โดยจะหยิบชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าชิ้นงานไม่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงาน (Input Queue) ของสถานีปลายทางได้ชิ้นงานจะถูกปล่อยทิ้งไว้จนกว่าจะสามารถจองพื้นที่รับชิ้นงาน (Input Queue) ได้ AGV จึงจะทำการหยิบชิ้นงานนั้นขึ้นบนรถ จากนั้นกระบวนการจะย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 1

3.4 ส่วนประกอบของแบบจำลองปัญหา

เนื่องจากแบบจำลองปัญหาที่ผู้วิจัยนำไปใช้ในการทดลองมีรายละเอียดอยู่เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น ตรรกศาสตร์ (Logic) ที่ใช้ควบคุมการทำงาน คำสั่งที่ใช้ในการควบคุม รวมถึงวิธีการควบคุมระบบการทำงานของ AGV ฯลฯ อย่างไรก็ตามในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงส่วนประกอบของแบบจำลองปัญหาหลักๆ ที่นำมาใช้ในงานวิจัย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ



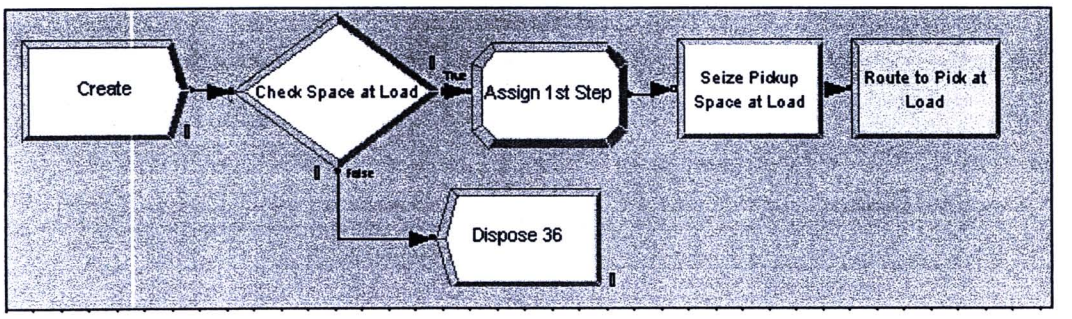
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพที่ 3.14 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

3.4.1 ในส่วนควบคุมการทำงานของระบบ แบบจำลองปัญหามีหลักการทำงานเดียวกันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป ดังนั้นในส่วนควบคุมจะทำงานตามคำสั่งที่ได้รับการ

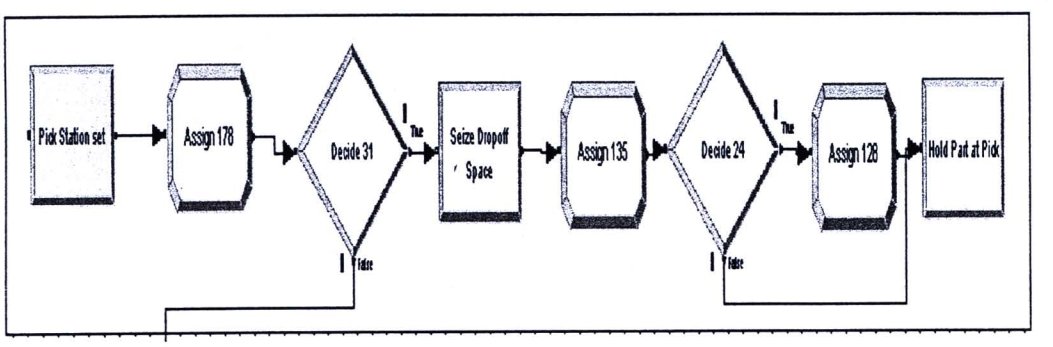
ออกแบบไว้ โดยมีหน้าที่ในการควบคุมระบบที่สามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้ดังภาพที่ 3.14

3.4.1.1 ส่วนที่ 1 มีหน้าที่กำหนดชิ้นงาน (Entity) เข้าสู่ระบบ ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการใส่ชุดคำสั่ง เพื่อให้ชิ้นงานเข้าสู่ระบบ โดยจะทำการกำหนดประเภทของชิ้นงาน ระยะเวลาการเข้าสู่ระบบของชิ้นงาน สถานีของชิ้นงานที่ต้องการผลิต และกำหนดวิธีในการคิดค่าวัดประสิทธิภาพบางชนิด เมื่อชิ้นงานเข้าสู่ระบบจะถูกส่งไปยังสถานี Load Station เพื่อรอรับคำสั่งต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.15



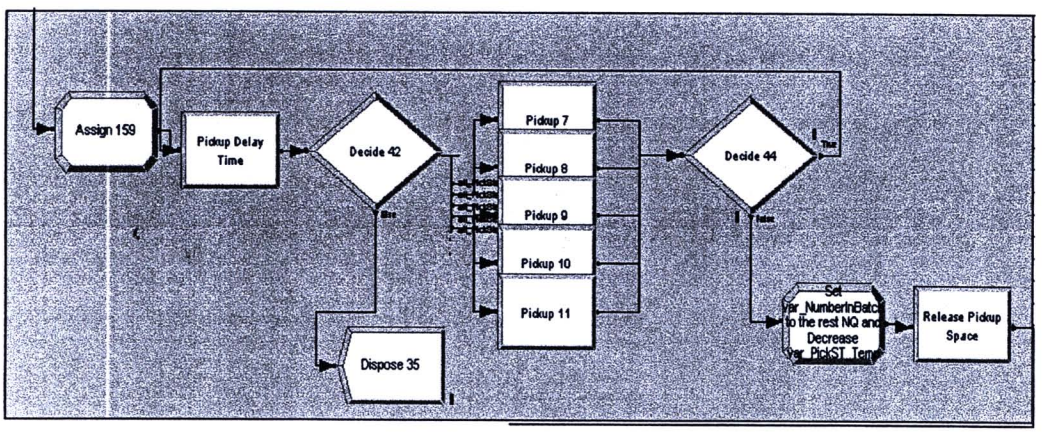
ภาพที่ 3.15 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 1 ทั้งหมด

3.4.1.2 ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่มีหน้าที่รับชิ้นงาน (Entity) เข้าสู่สถานี Load Station เพื่อให้สถานีทำการจองรถ AGV มารับชิ้นงาน เพื่อเดินทางไปยังสถานีต่อไป ซึ่งในส่วนนี้นอกจากจะเป็นสถานี Load Station ยังเป็นจุด Pick-up ของสถานีอื่นๆ ทั้งหมด ซึ่งได้สร้างรวมเป็น Pick Station Set เมื่อชิ้นงานเข้ามาใน Pick Station Set ชิ้นงานจะถูกสั่งให้จองสถานีปลายทางภายในกระบวนการนี้ตามกฎเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ จากนั้น AGV จะถูกจองเพื่อมารับชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 3.16



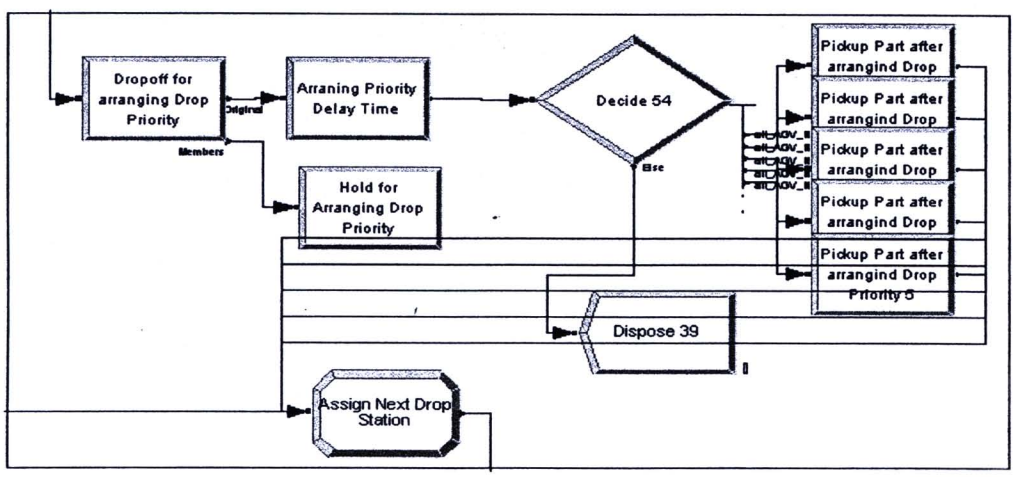
ภาพที่ 3.16 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 2 ทั้งหมด

3.4.1.3 ส่วนที่ 3 เป็นส่วนชุดคำสั่งต่อเนื่องจาก ส่วนที่ 2 ในส่วนนี้เป็นส่วนคำสั่งให้รถ AGV ที่จองไว้เดินทางมาหยิบชิ้นงานในแต่ละสถานี โดย AGV จะทำการหยิบชิ้นงานจนกว่าความจุบนรถ AGV จะเต็ม จากนั้น AGV จะเดินทางไปยังกระบวนการต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.17



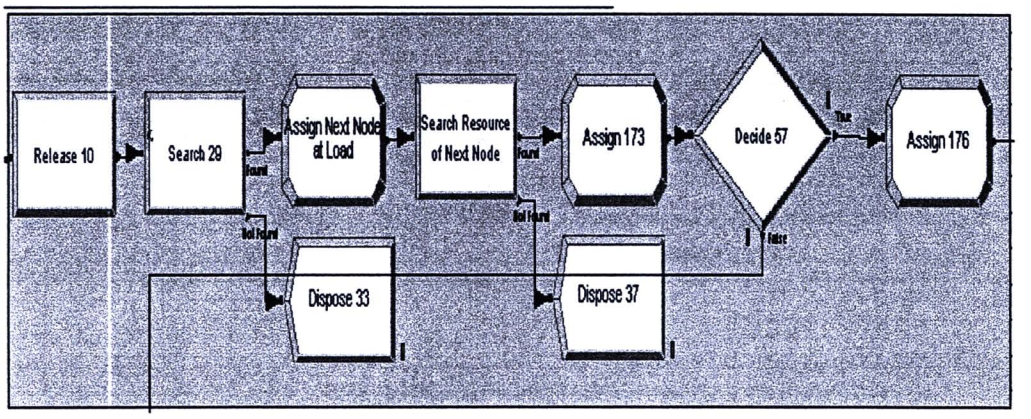
ภาพที่ 3.17 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 3 ทั้งหมด

3.4.1.4 ส่วนที่ 4 เป็นส่วนของ Logic การจัดชิ้นงานตามกฎเกณฑ์บนรถ AGV ด้วยวิธีการที่ให้รถ AGV คำนวณชนิดของชิ้นงานและระยะเวลาการทำงานของสถานีปลายทางตามกฎเกณฑ์ที่ได้เขียนไว้ในส่วนของการจัดชิ้นงานขึ้นบนรถ โดยจะแบ่งการจัดชิ้นงานตามรถ AGV ในแต่ละคัน จากนั้นจะทำการตรวจสอบสถานีปลายทางต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.18



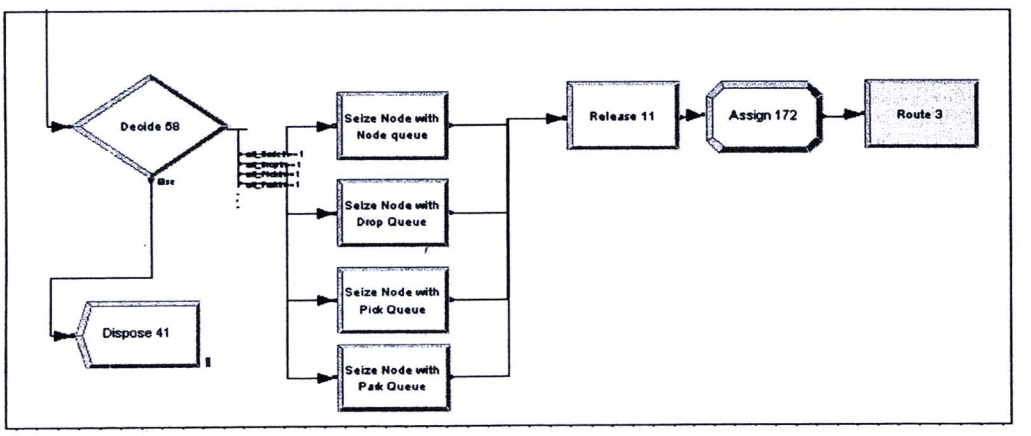
ภาพที่ 3.18 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 4 ทั้งหมด

3.4.1.5 ส่วนที่ 5 เป็นส่วนของ Logic ในการควบคุมการเดินทางของ AGV แบบ 2ทิศทาง โดยในส่วนนี้ไม่ว่า AGV จะเดินทางมาจากสถานี Pick Station Set, Drop Station Set, Parking Area และ สถานีระหว่างทางใดๆ (Node) ก็ตามจะต้องเดินทางมาในส่วนที่ 5 เพื่อทำการตรวจสอบจุดถัดไปที่ AGV ต้องการเดินทางไป โดยการตรวจสอบจุดถัดไปที่ AGV กำลังจะเดินทางไปเราเรียกว่า Next Node และจุดถัดจากจุดถัดไป (Next Node) เราเรียกว่า NextNext Node ซึ่งจะเป็นจุดสำคัญในการป้องกันการชนของรถ AGV ดังแสดงในภาพที่ 3.19



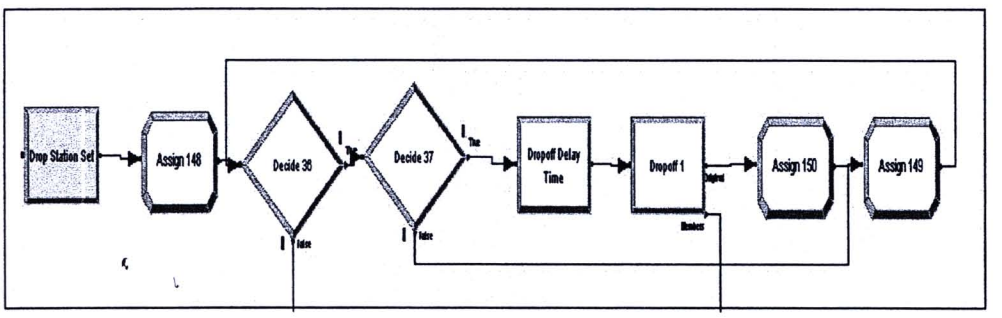
ภาพที่ 3.19 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 5 ทั้งหมด

3.4.1.6 ส่วนที่ 6 เป็นส่วนที่ให้โปรแกรมคำนวณสถานีที่ AGV กำลังจะเดินทางไป โดยจะแบ่งเป็น สถานี Pick Station Set, Drop Station Set, Park Station และ Node Set เมื่อ AGV เดินทางมาถึงจะทำการตัดสินใจว่าจะต้องเดินทางไปยังสถานีใด จากนั้น AGV จะทำการเดินทางไปยังสถานีเป้าหมายทันที ดังแสดงในภาพที่ 3.20



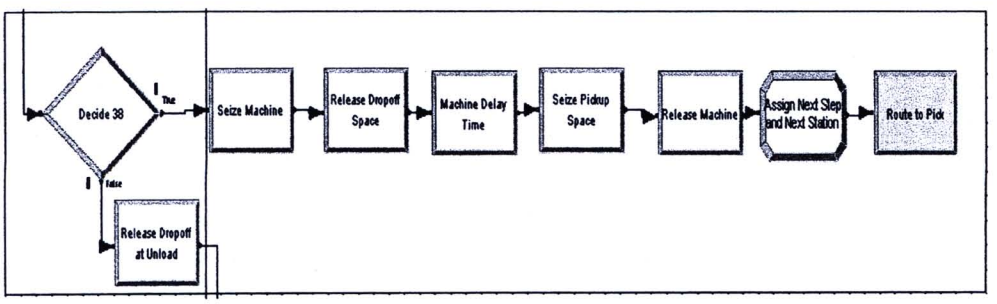
ภาพที่ 3.20 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 6 ทั้งหมด

3.4.1.7 ส่วนที่ 7 เป็นส่วนสถานีวางชิ้นงานทั้งหมด ซึ่งได้กำหนดไว้เป็น Drop Station Set เช่นกัน เมื่อ AGV มาถึงสถานีส่วนนี้จะมีการประมวลผล เพื่อให้ AGV ทราบว่าจะวางชิ้นงานที่สถานีใดและจะวางชิ้นงานจำนวนกี่ชิ้น จากนั้น AGV จะเดินทางไปกระบวนการต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.21 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 7 ทั้งหมด

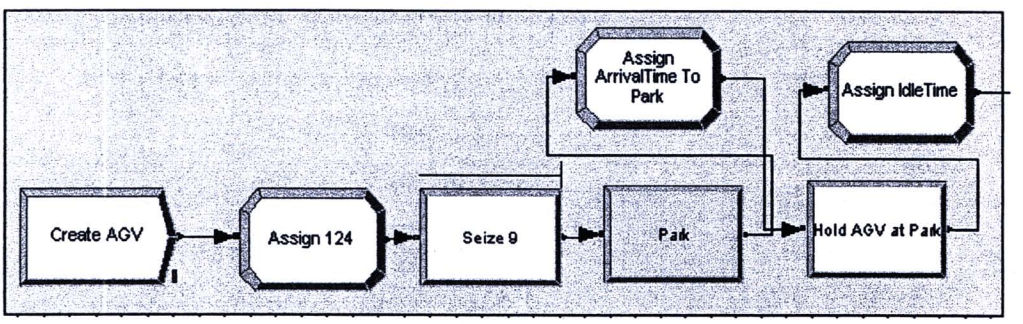
3.4.1.8 ส่วนที่ 8 เป็นส่วนต่อเนื่องจากส่วนที่ 7 ซึ่งเป็นส่วนของกระบวนการผลิต ซึ่งในส่วนนี้เมื่อ AGV วางชิ้นงานที่ Drop Station Set ไม่ว่าจะเป็นสถานีใดก็ตามในส่วนที่ 7 ชิ้นงานจะถูกส่งลงมาในส่วนที่ 8 เพื่อให้ชิ้นงานทำการจองเครื่องจักร เมื่อชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการผลิตเสร็จสิ้นจะถูกส่งไปยังส่วนที่ 2 เพื่อรอรถ AGV เดินทางมารับชิ้นงานไปยังสถานีถัดไป ดังแสดงในภาพที่ 3.22



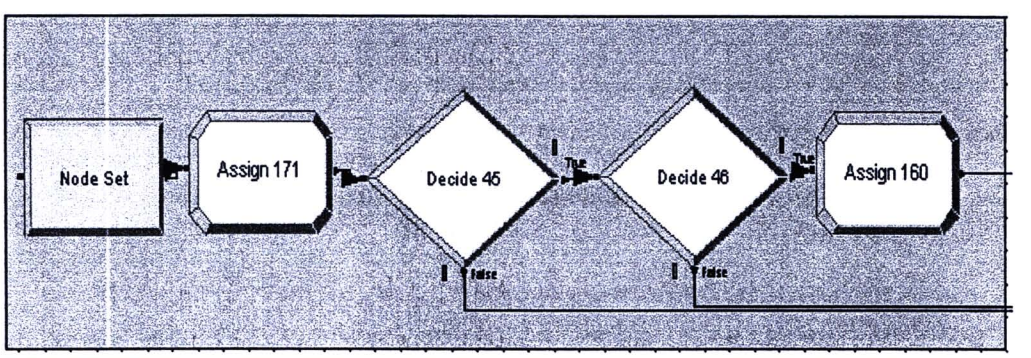
ภาพที่ 3.22 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 8 ทั้งหมด

3.4.1.9 ส่วนที่ 9 เป็นส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างรถ AGV เข้าสู่ระบบ โดยในส่วนนี้จะกำหนดจำนวนรถ AGV และจุดที่รถ AGV จอดคือ จุด Park Station ซึ่งในจุด Park Station จะกำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการจอดรถ AGV ไว้ไม่เกิน 5 คัน และเมื่อมีการเรียกใช้งาน AGV จึงจะเดินทางจาก Park Station ไปยังสถานีที่เรียก ดังแสดงในภาพที่ 3.23

3.4.1.10 ส่วนที่ 10 เป็นส่วนในการกำหนดจุดตรวจสอบหรือสถานีระหว่างทาง (Node) ดังแสดงในภาพที่ 3.24

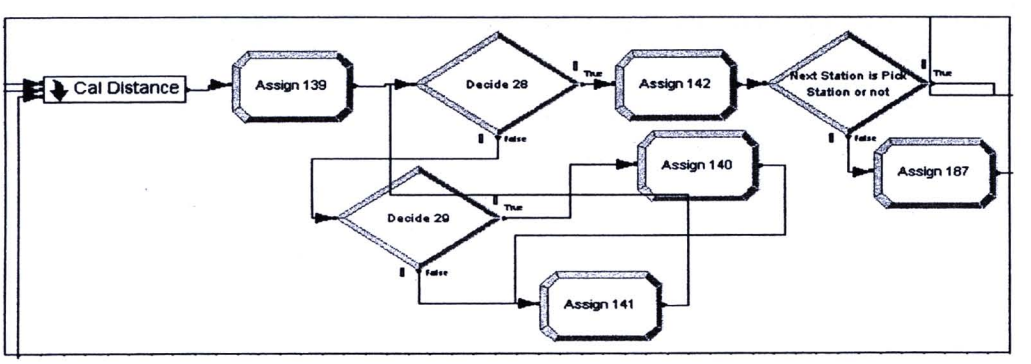


ภาพที่ 3.23 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 9 ทั้งหมด



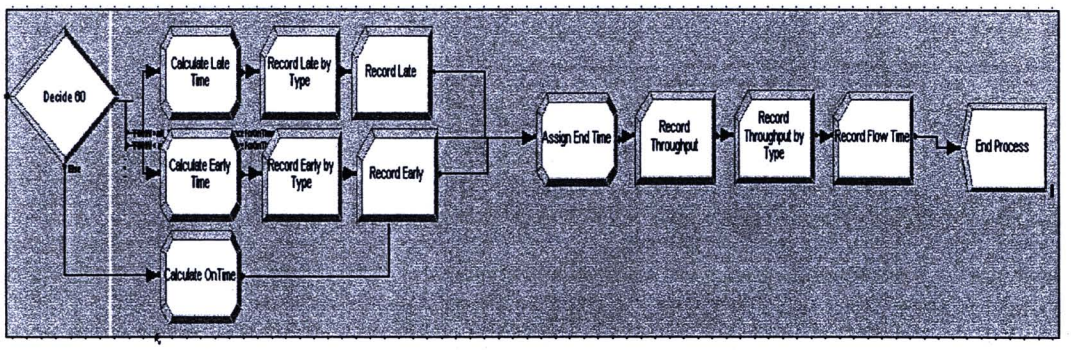
ภาพที่ 3.24 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 10 ทั้งหมด

3.4.1.11 ส่วนที่ 11 เป็นส่วนของ Logic ในการคำนวณระยะทางในการเดินทางที่สั้นที่สุด โดยจะเป็นส่วนที่ต่อเนื่องจากส่วนที่ 9 และส่วนที่ 10 ดังแสดงในภาพที่ 3.25



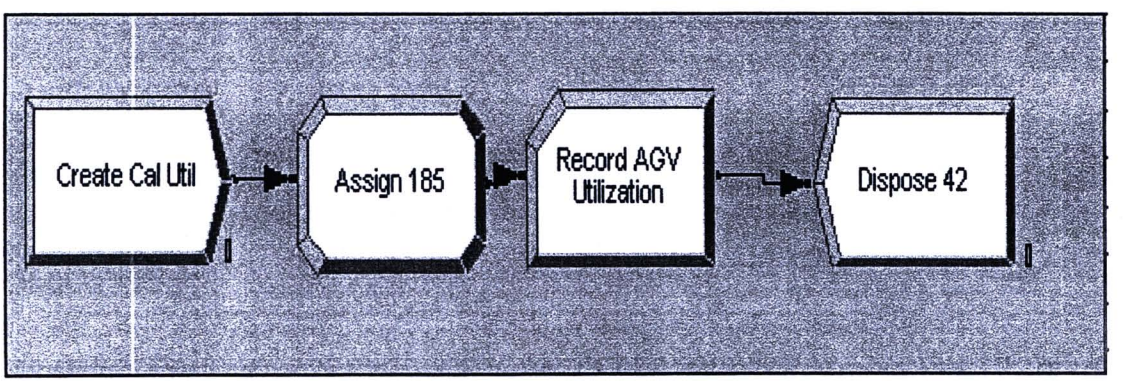
ภาพที่ 3.25 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 11 ทั้งหมด

3.4.1.12 ส่วนที่ 12 เป็นส่วนของ Logic ชุดคำสั่งที่ใช้คำนวณค่าวัดประสิทธิภาพในส่วนของ Earliness, Tardiness, Throughput และ Flow time ดังแสดงในภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.26 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 12 ทั้งหมด

3.4.1.13 ส่วนที่ 13 เป็นส่วนของ Logic ชุดคำสั่งคำนวณค่าวัดประสิทธิภาพของ AGV (AGV Utilization) เนื่องจากในการสร้างแบบจำลองปัญหาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างรถ AGV ซึ่งได้กล่าวไปแล้วในส่วนที่ 9 ดังนั้นการคิดค่าวัดประสิทธิภาพ AGV (AGV Utilization) นั้นจึงต้องแยกการคำนวณ ไม่สามารถคำนวณรวมกับค่าวัดประสิทธิภาพแบบอื่นได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.27



ภาพที่ 3.27 ส่วนประกอบของโมดูลในส่วนที่ 13 ทั้งหมด

ทางด้านวิธีการทดลองนั้นจะใช้พื้นฐานของแบบจำลองปัญหาเดียวกัน แต่จะใช้วิธีเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรหรือค่าบางค่าบนชุดคำสั่ง (Block) เพื่อใช้สำหรับการทดลองด้วยกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยค่าที่ใช้เปลี่ยนแปลงกฎเกณฑ์ต่างๆ มีดังต่อไปนี้

3.4.1.14 การเลือกใช้จำนวนรถ AGV ที่ใช้ในการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยการเปลี่ยนค่าตัวแปรใน "var_Number_Of_AGV" ในส่วนของ Space Sheet Variable โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้ไม่เกิน 5 คัน

3.4.1.15 การเลือกใช้กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน (Pick-up Rules) ที่ใช้ในการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยการเปลี่ยนค่าตัวแปรใน "var_PickRuleChosen" ในส่วนของ Space Sheet Variable โดยสามารถเปลี่ยนได้ 2 ระดับคือ 1 = FCFS และ 2 = SPNT

3.4.1.16 การเลือกใช้กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน (Drop-off Rules) ที่ใช้ในการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยการเปลี่ยนค่าตัวแปร "var_DropRuleChosen" ในส่วนของ Space Sheet Variable โดยสามารถเปลี่ยนได้ 2 ระดับ คือ 1 = FCFS และ 2 = SPNT

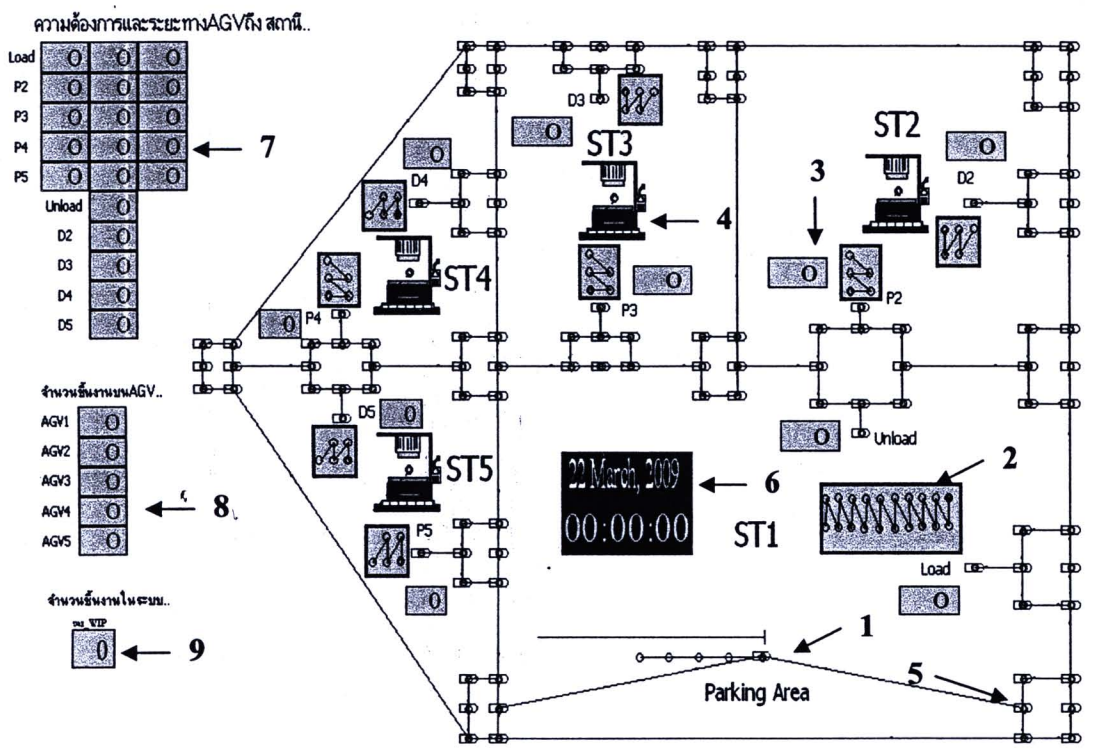
3.4.1.17 ในส่วนของลำดับของสถานีการผลิตของชิ้นงานในระบบสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยการเปลี่ยนค่าตัวแปรใน "var_Routing" ในส่วนของ Space Sheet Variable แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ต้องการศึกษาในส่วนของลำดับการผลิตของชิ้นงานจึงกำหนดค่านี้ไว้เป็นค่าคงที่

3.4.1.18 ในส่วนของเวลาในการผลิตของแต่ละสถานีการผลิตของชิ้นงานในระบบสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยการเปลี่ยนค่าตัวแปร "var_Process_Time" ในส่วนของ Space Sheet Variable แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ต้องการศึกษาในส่วนของเวลาในการผลิตของแต่ละสถานีการผลิตของชิ้นงานจึงกำหนดค่านี้ไว้เป็นค่าคงที่

3.4.2 ในส่วนของการแสดงผล โดยทั่วไปแล้วระบบที่ใช้ควบคุมการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีส่วนแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน เพื่อไว้ตรวจสอบความถูกต้องของระบบ เช่นเดียวกับแบบจำลองปัญหาที่ต้องมีส่วนของการแสดงผลประกอบการทำงานของระบบ ซึ่งลักษณะของส่วนการแสดงผลจะแสดงดังภาพที่ 3.28 โดยจะแสดงถึงรายละเอียดต่างๆ ที่อยู่บน Layout ของงานวิจัย ซึ่งจะมีสัญลักษณ์ และการแสดงค่าที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

3.4.2.1 จุดที่ 1 แสดงการจอดรถที่ Parking Area ซึ่งในจุดนี้จะเป็นจุดจอดรถ AGV โดยสามารถจอดรถ AGV ได้ไม่เกิน 5 คัน และในจุดนี้ยังเป็นจุดที่ให้รถ AGV สามารถเข้าและออกสถานี (Parking Area) ได้อีกด้วย

3.4.2.2 จุดที่ 2 แสดงจำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากสถานีไม่ว่าจะเป็นสถานี Load หรือสถานี Work Station ต่างๆ โดยจะแสดงเป็นรูปชิ้นงานเรียงเข้ามาเป็นลำดับตามคิว



ภาพที่ 3.28 ส่วนของการแสดงผล

3.4.2.3 จุดที่ 3 แสดงจำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากสถานีไม่ว่าจะเป็นสถานี Load หรือสถานี Work Station ต่างๆ แต่จะแตกต่างจากจุดที่ 2 โดยจะแสดงเป็นตัวเลข ทำให้เห็นจำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบได้ชัดเจน

3.4.2.4 จุดที่ 4 แสดงการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละสถานีการผลิต โดยจะแสดงการทำงาน 3 รูปแบบคือ 1. เครื่องจักรว่างงาน 2. เครื่องจักรกำลังทำงาน และ 3. เครื่องจักรเสียและกำลังซ่อมแซม (Break Down)

3.4.2.5 จุดที่ 5 แสดงจุดตรวจสอบระหว่างทางหรือจุด Node ซึ่งจะแสดงในรูปสี่เหลี่ยมสีน้ำเงินและมีวงกลมเล็กอยู่ตรงกลางในแต่ละจุด ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นจุดตรวจสอบตำแหน่งต่อไปที่ AGV จะเดินทาง รวมทั้งใช้เป็นจุดหยุดรอของรถ AGV เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันของรถอีกด้วย

3.4.2.6 จุดที่ 6 แสดงวัน เดือน ปี และเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต โดยจะแสดงตั้งแต่ชิ้นงานเข้าสู่ระบบจนกว่าชิ้นงานจะออกสู่ Unload Station

3.4.2.7 จุดที่ 7 เป็นตารางแสดงความต้องการและระยะทางของ AGV ถึงสถานีต่างๆ เป็นตัวเลขโดยแต่ละแถวจะแสดงค่าต่างๆ ดังนี้

ก. แถวที่ 1 จะแสดงการเรียกใช้งานรถ AGV ในขณะที่มีชิ้นงานมารอที่จุด Pick-up ต่างๆ เป็นตัวเลข

ข. แถวที่ 2 จะแสดงระยะทางระหว่างจุดที่รถ AGV จอดอยู่กับสถานีปลายทางที่เรียกใช้งาน โดยจะแสดงระยะทางที่สั้นที่สุดเป็นตัวเลข

ค. แถวที่ 3 จะแสดงความต้องการในการจองรถ AGV เป็นตัวเลข

3.4.2.8 จุดที่ 8 แสดงจำนวนชิ้นงานบนรถ AGV โดยจะแสดงความจุของรถ AGV แต่ละคันอย่างชัดเจน โดยจะแสดงเป็นตัวเลข

3.4.2.9 จุดที่ 9 จะแสดงชิ้นงานที่ค้างอยู่ในระบบทั้งหมด (WIP) โดยจะแสดงเป็นตัวเลข

3.5 การออกแบบการทดลอง

การทดลองครั้งนี้จะใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยใช้โปรแกรม Arena 11.0 ซึ่งในการทดลองจะใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล (Full Factorial) โดยในการทดลองจะใช้รูปแบบผังโรงงานเพียงแบบเดียวและทำการเปลี่ยนแปลงปัจจัยจำนวนรถ AGV กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน และกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานไปตามขอบเขตที่กำหนด ในขณะที่ความจุ AGV กฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV และกฎเกณฑ์การควบคุมทิศทางการวิ่งของ AGV แบบ 2 ทิศทางคงที่ ซึ่งปัจจัยที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทดลองมีดังนี้

3.5.1 ทำการทดลองโดยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยจำนวนรถ AGV จาก 3 คันไปเป็น 5 คันตามลำดับ โดยที่กำหนดกฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน ความจุของ AGV และกฎเกณฑ์การควบคุม AGV วิ่ง 2 ทิศทางคงที่ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ

3.5.2 ทำการทดลองโดยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานจากแบบ FCFS ไปเป็นแบบ SPNT ตามลำดับ โดยกำหนดกฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน กฎเกณฑ์การควบคุม AGV วิ่ง 2 ทิศทาง ความจุของ AGV และจำนวนรถ AGV คงที่ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ

3.5.3 ทำการทดลองโดยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานจากแบบ FCFS ไปเป็นแบบ SPNT โดยกำหนดกฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน กฎเกณฑ์การควบคุม AGV วิ่ง 2 ทิศทาง ความจุของ AGV และจำนวนของ AGV คงที่ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลค่าวัดประสิทธิภาพของระบบ

สรุป ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ปัจจัยในการทดลอง 3 ปัจจัย ปัจจัยละ 2 ระดับ ดังนั้นจึงมีการทดลองทั้งหมด 2 x 2 x 2 = 8 การทดลอง โดยในการทดลองแต่ละครั้งจะกำหนดให้มีการทำซ้ำ (Replication) 5 ครั้งเท่ากับ 8 x 5 เท่ากับ 40 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.2 จากนั้นจะนำค่าที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab โดยค่าวัดประสิทธิภาพในการทดลองที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 6 ตัว ซึ่งจะแสดงความหมายไว้ในตารางที่ 3.3 ได้แก่

3.5.4 ผลผลิตที่ได้รับ (Throughput) มีหน่วยที่วัดเป็นชิ้น โดยเป็นค่าเฉลี่ยที่ผลิตได้ภายใน 45 วัน

3.5.5 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิต (Mean Flow Time) หน่วยที่วัดเป็นชั่วโมง โดยเป็นเวลาเฉลี่ยที่เริ่มนับตั้งแต่ AGV หยิบชิ้นงานจาก Load Station จนกระทั่ง AGV ทำการวางชิ้นงานที่ Unload Station

3.5.6 จำนวนชิ้นงานที่ค้างในระบบ (Number of Work-In-Process) หน่วยวัดเป็นชิ้น โดยเป็นค่าเฉลี่ยจำนวนชิ้นงานที่เหลืออยู่ในระบบ เมื่อทำงานครบ 45 วัน

3.5.7 ประสิทธิภาพการใช้งาน AGV (AGV Utilization) หน่วยวัดเป็น %

3.5.8 เวลาเสร็จเร็วกว่ากำหนดรวม (Earliness) หน่วยวัดเป็นชั่วโมง

3.5.9 เวลาล่าช้ารวมที่เกิดขึ้น (Tardiness) หน่วยวัดเป็นชั่วโมง

ตารางที่ 3.2 ลำดับการทดลองทั้ง 8 รูปแบบ

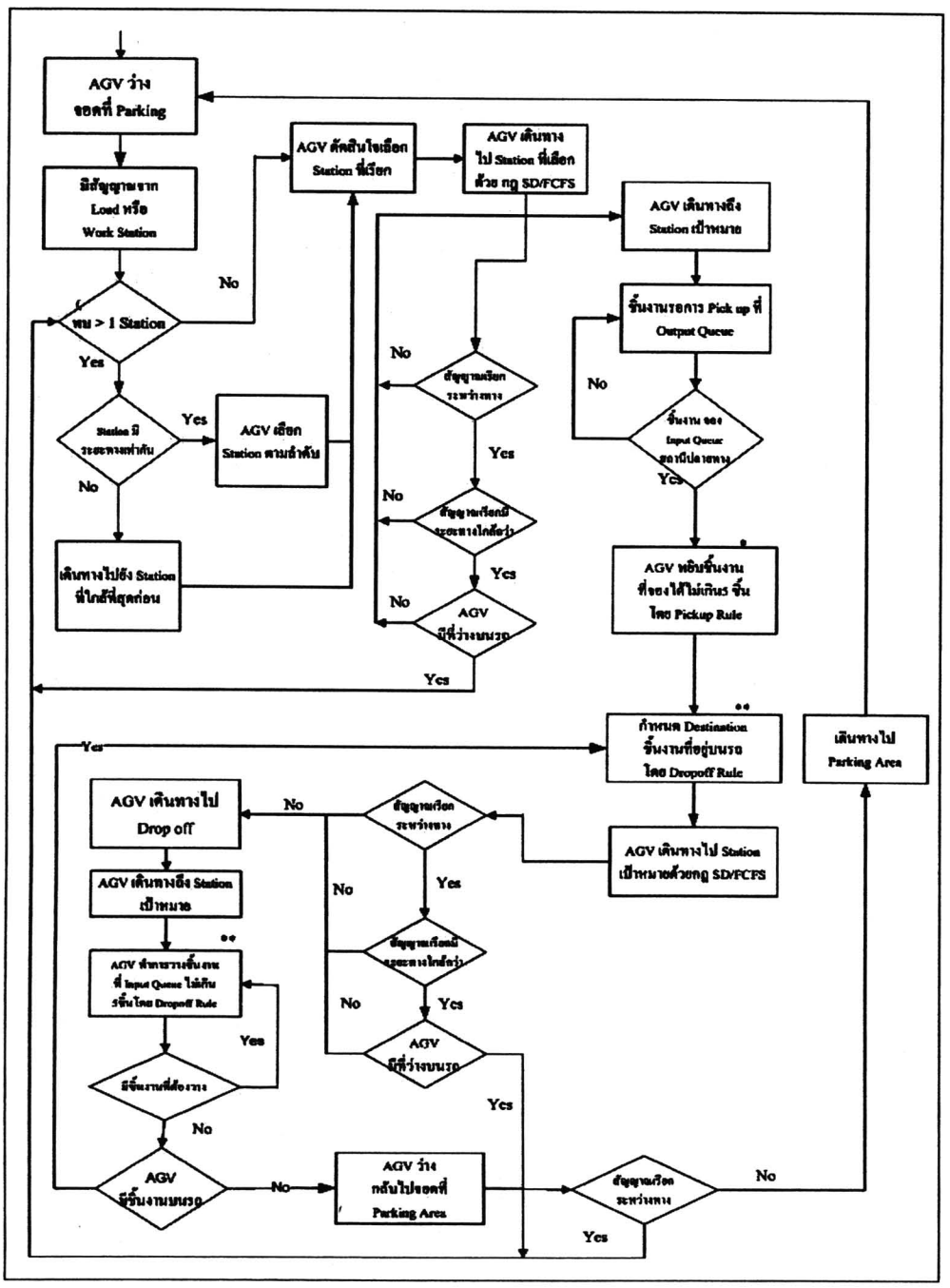
Number	Factor 1	Factor 2	Factor 3
1.	FCFS	FCFS	3 คัน
2.	FCFS	SPT	3 คัน
3.	SPT	FCFS	3 คัน
4.	SPT	SPT	3 คัน
5.	FCFS	FCFS	5 คัน
6.	FCFS	SPT	5 คัน
7.	SPT	FCFS	5 คัน
8.	SPT	SPT	5 คัน

ตารางที่ 3.3 ประสิทธิภาพของระบบภายใต้ค่าประสิทธิภาพที่ใช้วัดผล

ค่าประสิทธิภาพที่ใช้วัดผล	ค่าที่ได้จากการทดลอง	ประสิทธิภาพของระบบ
ผลผลิตที่ได้รับ (Throughput)	เพิ่มขึ้น	ส่งผลดี
	ลดลง	ส่งผลเสีย
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิต (Mean Flow Time)	เพิ่มขึ้น	ส่งผลเสีย
	ลดลง	ส่งผลดี
จำนวนชิ้นงานที่ค้างในระบบ (Number of Work-In-Process)	เพิ่มขึ้น	ส่งผลเสีย
	ลดลง	ส่งผลดี
ประสิทธิภาพการใช้งาน AGV (AGV Utilization)	เพิ่มขึ้น	ส่งผลดี
	ลดลง	ส่งผลเสีย
เวลาเสร็จเร็วกว่ากำหนดรวม (Earliness)	เพิ่มขึ้น	ส่งผลเสีย
	ลดลง	ส่งผลดี
เวลาล่าช้ารวมที่เกิดขึ้น (Tardiness)	เพิ่มขึ้น	ส่งผลเสีย
	ลดลง	ส่งผลดี

การทดลองจะทำตามโฟล์วชาร์ท (Flow Chart) ดังภาพที่ 3.29 ซึ่งอธิบายเส้นทางการวิ่งของ AGV ดังนี้ เริ่มต้นที่ AGV ว่างและจอดอยู่ที่จุดจอดรถ (Parking Area) เมื่อมีสัญญาณเรียกจากสถานีรับชิ้นงาน (Load Station) หรือสถานีการผลิต (Work Station) ในกรณีพบมากกว่า 1 สถานี และสถานีที่เรียกมีระยะทางเท่ากัน AGV จะเลือกเดินทางไปยังสถานีที่เรียกตามลำดับ ในกรณีสถานีที่เรียกมีระยะทางไม่เท่ากัน AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่ใกล้ที่สุดก่อน และในกรณีที่พบเพียงสถานีเดียว AGV จะตัดสินใจเลือกเดินทางไปยังสถานีที่เรียกทันที จากนั้น AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียกด้วยกฎเกณฑ์ SD/FCFS โดยจะเดินทางผ่านจุดตรวจสอบระหว่าง Parking กับสถานีเป้าหมาย กรณีมีสัญญาณเรียกระหว่างทาง AGVจะทำการพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีที่เรียกกับสถานีปลายทางในที่นี้คือจุด Pick-up ถ้าสถานีที่เรียกมีระยะทางใกล้กว่า และ AGV มีที่ว่าง AGV จะเดินทางไปยังสถานีที่เรียก แต่ถ้าสถานีปลายทางมีระยะทางใกล้กว่า AGV จะเดินทางไปยังสถานีปลายทางเช่นเดิม เมื่อ AGV เดินทางไปถึงสถานีเป้าหมาย AGV จะทำการตรวจสอบชิ้นงานว่าสามารถจองพื้นที่วางชิ้นงานที่สถานีปลายทาง (Destination) ได้หรือไม่ ถ้าจองได้ AGV จะทำการหยิบชิ้นงานที่จองสถานีปลายทางได้ขึ้นบนรถด้วยกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน (Pickup Rules)

โดยจะหยิบชิ้นงานได้ไม่เกิน 5 ชิ้น แต่ถ้าไม่สามารถจองได้ชิ้นงานจะถูกวางไว้ที่เดิมจนกว่าชิ้นงานจะสามารถจองสถานีปลายทาง (Destination) ได้แล้วจึงจะหยิบชิ้นงานดังกล่าว



* กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน

** กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน

ภาพที่ 3.29 โฟล์วชาร์ท (Flow Chart) การทำงานของ AGV

เมื่อ AGV ทำการหยิบชิ้นงานจนเต็มความจุหรือจนกว่าจะไม่มีชิ้นงานให้หยิบ AGV จะทำการคำนวณสถานีปลายทาง (Destination) ของชิ้นงานที่อยู่บนตัวรถด้วยกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน (Drop-off Rules) จากนั้นจะเดินทางไปยังสถานีปลายทาง (Destination) โดยจะเดินทางผ่านจุดตรวจสอบระหว่างสถานีที่ AGV อยู่และสถานีปลายทาง ในที่นี้คือ สถานี Drop ชิ้นงาน โดยจะเดินทางไปด้วยกฎเกณฑ์ SD/FCFS ในระหว่างเดินทางไปยังสถานีปลายทาง เมื่อเดินทางผ่านจุดตรวจสอบใดๆ หากมีสัญญาณเรียกใช้งาน AGV จะทำการคำนวณระยะทางของสถานีปลายทาง (Destination) กับสถานีที่เรียกว่าสถานีใดมีระยะทางใกล้กว่ากัน หากพบว่าสถานีปลายทาง (Destination) มีระยะทางใกล้กว่าสถานีที่เรียก AGV จะเดินทางไปยังสถานีปลายทาง (Destination) ก่อนแต่ถ้าสถานีที่เรียกมีระยะทางใกล้กว่าสถานีปลายทาง AGV จะทำการตรวจสอบพื้นที่บนตัวรถก่อน ถ้า AGV ไม่มีพื้นที่ว่าง AGV จะเดินทางไปยังสถานีปลายทาง (Destination) เพื่อวางชิ้นงาน แต่ถ้า AGV มีพื้นที่ว่างจะเดินทางผ่านจุดตรวจสอบไปยังสถานีที่เรียก ในกรณีที่พบมากกว่า 1 สถานีจะทำการเลือกสถานีที่จะไป Pick-up ตามกฎเกณฑ์ข้างต้น โดยเดินทางด้วยกฎเกณฑ์ SD/FCFS เมื่อไปถึงจะดำเนินขั้นตอนตามที่กล่าวไว้แล้วในข้างต้น โดยการตรวจสอบชิ้นงานที่สามารถจองพื้นที่วางชิ้นงานที่สถานีปลายทาง (Destination) จากนั้นจะทำการหยิบชิ้นงานด้วยกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน (Pickup Rules) และกำหนดสถานีปลายทาง (Destination) ด้วยกฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน (Drop-off Rules) ลักษณะการทำงานจะทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่า AGV จะเดินทางไปถึงสถานีปลายทาง (Destination)

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้กล่าวถึงข้อกำหนดของระบบที่ใช้ในการทดลอง และหลักการทำงานของระบบตั้งแต่ชิ้นงานเข้าสู่สถานีรับชิ้นงาน (Load Station) จนถึงชิ้นงานออกมาสู่สถานีรับชิ้นงานสำเร็จรูป (Unload Station) โดยผู้วิจัยได้อธิบายในส่วนของกฎเกณฑ์การเลือกใช้งาน AGV และกฎเกณฑ์การควบคุม AGV วิ่ง 2ทิศทางในระบบ รวมทั้งได้อธิบายในส่วนของกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานและกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานของรถ AGV โดยมีการอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์การหยิบและวางชิ้นงาน เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการทำงานของกฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงานและกฎเกณฑ์การวางชิ้นงานเมื่อนำมาใช้ร่วมกัน ในส่วนของการทดลองผู้วิจัยได้อธิบายในส่วนของส่วนประกอบของแบบจำลองปัญหาและรูปแบบของการทดลองทั้ง 40 รูปแบบ รวมทั้งกำหนดค่าวัดประสิทธิภาพที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ โดยจะนำผลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab โดยจะกล่าวโดยละเอียดในบทต่อไป