



การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อจัดสมดุลกำลังการผลิตโดยเทคนิคการจำลองแบบปัญหาในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

Plant layout improvement for capacity balancing by problem modeling simulation technique in hard disk drive industry

แววดาว สมานพันธ์ และ นันทชัย กานตานันทะ*

Waewdao Samanphan and Nantachai Kantanantha*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 10900

Received September 2012

Accepted January 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการปรับปรุงผังโรงงานสำหรับกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในส่วนของ Clean Room โดยประยุกต์ใช้หลักการของการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP) ซึ่งเป็นกระบวนการวางแผนผังโรงงานที่มุ่งเน้นไปที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานี เพื่อลดระยะทางและลดเวลาในการขนย้ายวัสดุให้น้อยลง ในปัจจุบัน Clean Room ของโรงงานกรณีศึกษา มีการแบ่งพื้นที่การทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ เฟส 1 และ เฟส 2 ทั้งสองเฟสมีขั้นตอนการทำงานส่วนใหญ่เหมือนกันแต่มีกำลังการผลิตไม่เท่ากัน จึงเกิดปัญหาความไม่สมดุลของกำลังการผลิตระหว่างเฟส 1 และ เฟส 2 ส่งผลให้เกิดการขนย้ายวัสดุไปผลิตข้ามเฟสเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีการจัดวางสถานีงานที่ไม่เป็นระเบียบ บางสถานีงานอยู่ห่างกันมาก ทำให้มีระยะทางการขนถ่ายวัสดุระหว่างสถานีที่ยาว ในงานวิจัยนี้ได้เสนอผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ 2 แบบ และทำการประเมินประสิทธิภาพของผังโรงงานใหม่ที่ได้เปรียบเทียบกับผังโรงงานในปัจจุบัน โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena ซึ่งผลจากการจำลองแบบสถานการณ์พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผังปัจจุบัน ผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 สามารถลดเวลาการขนย้ายวัสดุลง 14.32% และ 22.58% ตามลำดับ ส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการขนย้ายวัสดุนี้ได้ 432,000 บาทต่อปี และ 648,000 บาทต่อปี อีกทั้งยังลดพื้นที่การใช้งานใน Clean Room ลงได้ 111 และ 117 ตารางเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : การวางแผนผังโรงงาน การวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ สมดุลกำลังการผลิต การจำลองสถานการณ์

Abstract

This research has an objective to propose the guideline of the plant layout improvement for the hard disk drive production process in the Clean Room area. The principle of the Systematic Layout Planning or SLP which is the layout planning process focusing on the relationship between stations is applied. This leads to shorter transfer distance and transfer time reduction. Currently, the Clean Room of the case study factory is divided into two parts, Phase 1 and Phase 2. Most of the production processes in both phases are similar but the capacities are

*Corresponding author. Tel.: +66-2942-8555 ext. 1632 fax: +66-2579-8610

Email address: nantachai.k@ku.ac.th

different. This causes the imbalance problem of the capacities between Phase 1 and Phase 2 and results in many material transfers across the phases. Moreover, the work stations are located in disorder. Some work stations are far from each other which result in long transfer distance. This research proposes two improved plant layouts. The efficiency of the proposed layouts are evaluated and compared to the current one by simulation technique using Arena program. The simulation results show that, compared to the current layout, the improved plant layouts No.1 and No.2 reduce the transfer times by 14.32% and 22.58%, respectively, which lead to the annual saving of transportation costs by 432,000 baht and 648,000 baht, and reduce the required spaces in the Clean Room by 111 and 117 square meters, respectively.

Keywords : Plant layout, Systematic layout planning, Capacity balancing, Simulation

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีการแข่งขันอย่างสูงทั้งในด้านการตลาดและการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นจากการใช้คอมพิวเตอร์ในอุตสาหกรรม ธุรกิจ และการใช้ส่วนบุคคล รวมถึงสื่อบันทึกข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล ดังนั้นกลยุทธ์หนึ่งของบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คือการลดต้นทุนและเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด โดยมุ่งเน้นคุณภาพรวมถึงการใช้เทคนิคและเครื่องมือต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้สูงขึ้น ซึ่งการปรับปรุงผังโรงงานเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมการผลิต โดยเป็นการปรับปรุงผังโรงงานที่มีอยู่แล้วให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น มีการไหลของวัสดุที่ดีขึ้น ระยะทางการขนส่งสั้นลง และจากความมุ่งหวังของโรงงานอุตสาหกรรมที่จะใช้ทรัพยากรและปัจจัยในการผลิตต่างๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด [1] ดังนั้นจึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบผังโรงงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต

หลักการและทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP) เป็นกระบวนการวางผังโรงงานที่มุ่งเน้นไปที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานีหรือกิจกรรมต่างๆ ว่าควรมีการจัดวางใกล้กันหรือไม่ แล้วพิจารณาระดับความใกล้ชิดของแต่ละสถานีที่ละคู่จนครบทุกคู่ โดยพยายามให้สถานีต่างๆ มีการะงานที่สมดุลกัน ซึ่งเป็นแนวทางในการลดระยะทางและลดเวลาในการขนย้ายวัสดุให้น้อยลง ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้น

ขณะเดียวกันก็ยังสามารถผลิตสินค้าได้ตรงกับความต้องการ [2] หลักการ SLP ถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการวางผังโรงงานในหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่พบ เช่นการนำหลักการ SLP ไปใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้เพื่อเพิ่มผลผลิต [3] การออกแบบผังโรงงานด้วยหลักการ SLP นั้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทฤษฎีอย่างอื่นได้ เช่น การปรับปรุงผังโรงงานด้วยหลักการ SLP ร่วมกับการใช้ทฤษฎีการจัดสมดุลสายการผลิตของโรงงานเครื่องสำอาง เพื่อแก้ปัญหาด้านการขนถ่ายวัสดุที่มีระยะทางมากเกินไป [4] ในกรณีที่มีปัญหานี้มีสัมพันธที่ยั่งยืนซับซ้อน ได้มีการนำหลักการของการวางผังโรงงานมาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การวางผังโรงงานนั้นทำได้ง่ายขึ้น เช่น Moore และ Lee [5] ได้ใช้หลักการ SLP มาพัฒนาเป็นโปรแกรมวางผังโรงงานตามความสัมพันธ์ของแผนก (Computerized Relation Layout Planning; CORELAP) เพื่อลดความยุ่งยากในการแปลงแผนภูมิความสัมพันธ์ออกมาเป็นผังโรงงาน เมื่อออกแบบผังโรงงานแล้วต้องทำการประเมินประสิทธิภาพของผังโรงงานที่ออกแบบใหม่เพื่อให้แน่ใจว่าการออกแบบผังใหม่นั้นมีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น การใช้ Layout Score (LS) ซึ่งเป็นผลคูณระหว่าง Numerical Closeness Rating (NCR) และระยะทาง (Distance) ในการประเมินประสิทธิภาพ โดย LS ยิ่งมีค่าน้อย ผังโรงงานยิ่งมีประสิทธิภาพมาก [6] นอกจากนี้ยังมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เช่น โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือในการประเมินผังโรงงาน ซึ่งการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena นั้น เป็นเทคนิคที่ทำให้เห็นถึงเวลาต่างๆที่ใช้ในระบบ เช่น เวลาการ

ทำงาน เวลาการรอคอยของชิ้นงาน และเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุ [7] และมีงานวิจัยที่ใช้โปรแกรม Arena ในการประเมินผังโรงงานที่ออกแบบใหม่หลายแบบ [8-9] ทำให้สามารถตัดสินใจเลือกผังโรงงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดได้ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการ SLP เพื่อลดเวลาและระยะทางในการขนย้ายวัสดุ โดยพยายามจัดเรียงสถานีงานต่างๆ ลงในทิศทางที่จะก่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายของวัสดุที่เหมาะสม เพื่อส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายจากการขนย้ายวัสดุต่ำที่สุด และได้มีการนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาช่วยในการจำลองรูปแบบและลักษณะของกระบวนการ โดยผลจากการจำลองสถานการณ์จะแสดงให้เห็นผลจากการปรับปรุงผังโรงงาน ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจเลือกรูปแบบผังโรงงานที่เหมาะสมมากที่สุด โดยไม่จำเป็นต้องทำการปรับเปลี่ยนในระบบจริง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ขอบเขตการวิจัย

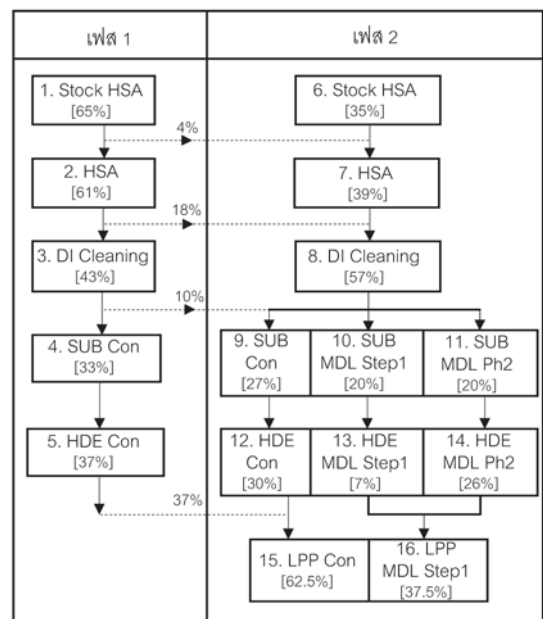
กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ Clean Room และ Normal Area งานวิจัยฉบับนี้ทำการวิจัยเฉพาะส่วนของ Clean Room เท่านั้น

2.2 วิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตใน Clean Room

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลการทำงานของกระบวนการผลิตหลักใน Clean Room ของโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้นำหลักการและทฤษฎี SLP มาใช้ปรับปรุงผังโรงงาน เริ่มจากการวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตตั้งแต่สถานี Stock HSA (Head Stack Assembly) จนถึงสถานี LPP (Leak/Particle Purging) โดยสถานี SUB และสถานี HDE (Hard Disk Enclosure) มีรูปแบบของสายการผลิต 3 รูปแบบ คือ Conveyor (Con), Modular Step1 (MDL Step1) และ Modular Phase2 (MDL Ph2) ส่วนสถานี LPP มีสายการผลิต 2 รูปแบบ คือ Conveyor (Con) และ Modular Step1 (MDL Step1)

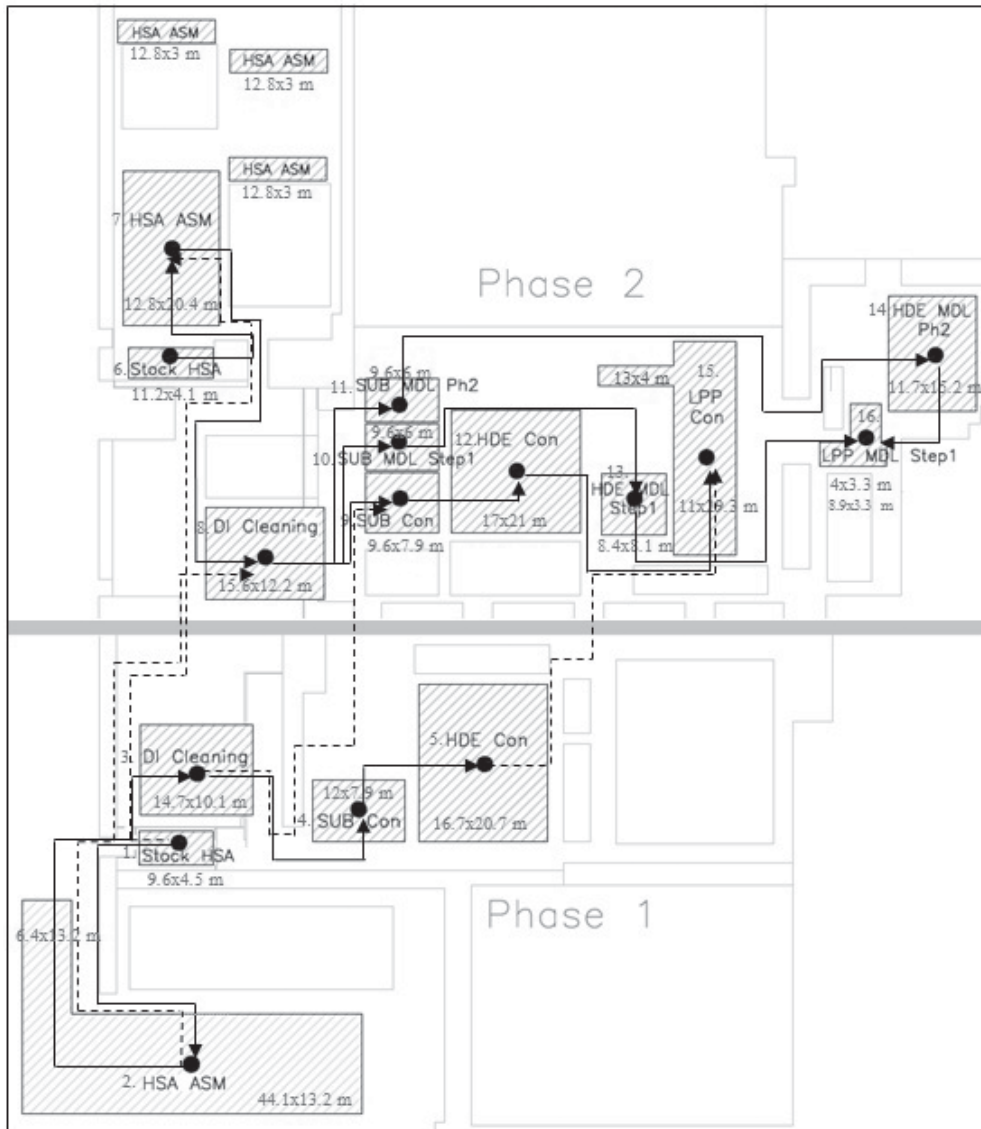
การทำงานใน Clean Room มีทั้งหมด 16 สถานีงาน และแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ เฟส 1 (สถานีงานที่ 1 ถึง 5) และ เฟส 2 (สถานีงานที่ 6 ถึง 16) ดังแสดงในรูปที่ 1

ในส่วนของเฟส 1 มีขั้นตอนการผลิตตั้งแต่สถานี Stock HSA จนถึงสถานี HDE และในเฟส 2 มีขั้นตอนการผลิตตั้งแต่สถานี Stock HSA จนถึงสถานี LPP จะเห็นได้ว่าทั้งสองเฟสมีกระบวนการทำงานส่วนใหญ่เหมือนกัน แต่มีกำลังการผลิตไม่เท่ากันดังนั้นจึงเกิดปัญหาความไม่สมดุลของกำลังการผลิต ดูได้จากสัดส่วนกำลังการผลิตในรูปที่ 1 เมื่อพิจารณาที่เฟส 1 จะเห็นได้ว่าเมื่อวัสดุออกจากสถานี Stock HSA ที่มีกำลังการผลิต 65% จะถูกส่งต่อไปที่สถานี HSA ที่มีกำลังการผลิต 61% ดังนั้นวัสดุที่เหลืออีก 4% ของเฟส 1 จะถูกส่งข้ามไปเข้าสถานี HSA เฟส 2 ในลักษณะเดียวกัน มีวัสดุที่ถูกส่งข้ามเฟสอีก 3 เส้นทางคือ จากสถานี HSA เฟส 1 ไปสถานี DI Cleaning เฟส 2 จากสถานี DI Cleaning เฟส 1 ไปสถานี SUB Conveyor เฟส 2 และจากสถานี HDE Conveyor เฟส 1 ไปสถานี LPP Conveyor เฟส 2



รูปที่ 1 สถานีงานและสัดส่วนกำลังการผลิตใน Clean Room ของผังโรงงานปัจจุบัน

เมื่อวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตแล้ว จึงทำการสร้างแผนภาพการไหล (Flow Diagram) เพื่อแสดงตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละสถานีและทิศทางการไหลของวัสดุดังแสดงในรูปที่ 2

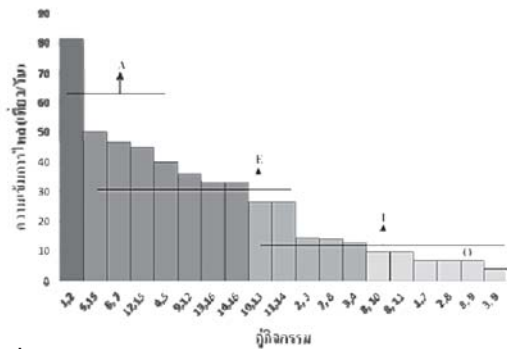


รูปที่ 2 การไหลภายใน Clean Room ของผังโรงงานปัจจุบัน (มาตราส่วน 1: 800)

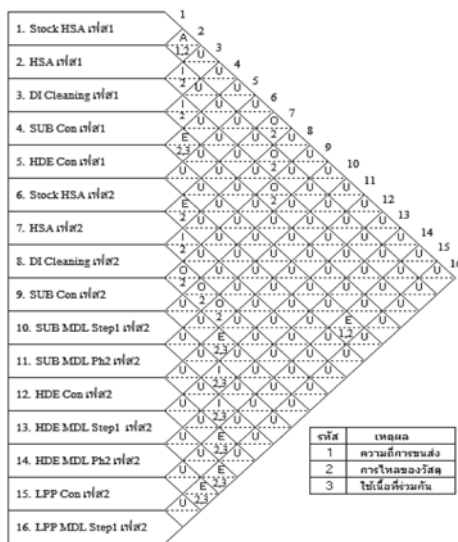
2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม เริ่มจาก นำข้อมูลการขนย้ายเพื่อหาความถี่การเข้าออกของวัสดุใน 1 วัน มาวิเคราะห์หาระดับความสัมพันธ์ของแต่ละคู่กิจกรรม กำหนดให้ค่าระดับความสัมพันธ์เป็น A E I O U และ X โดยที่ A มีระดับความสัมพันธ์มากที่สุด และลดลงไปเรื่อยๆ จนถึง X ไม่ให้มีความสัมพันธ์ การแบ่งระดับความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ตามความถี่การไหลในแต่ละคู่กิจกรรม แสดงไว้ดังรูปที่ 3 ทั้งนี้กิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กันมากก็จะให้ความสำคัญในอันดับสูง และจะถูกจัดมาอยู่ใกล้กัน

จำนวนความสัมพันธ์ทั้งหมดสามารถคำนวณได้จาก สูตร $N \times (N-1)/2$ โดยที่ N คือจำนวนกิจกรรมทั้งหมด ในที่นี้ กิจกรรมหมายถึงสถานีงาน เนื่องจาก Clean Room มีทั้งหมด 16 สถานีงาน ดังนั้น N จึงมีค่าเท่ากับ 16 และจำนวนความสัมพันธ์ทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับ $16 \times (16-1)/2 = 120$ ความสัมพันธ์ จากนั้นนำระดับความสัมพันธ์ทั้งหมดมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Activity Relationship Chart) ดังแสดงในรูปที่ 4



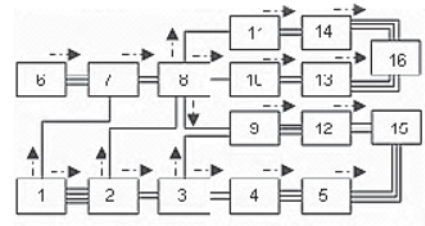
รูปที่ 3 การแบ่งระดับความสัมพันธ์ตามความเข้มข้นไหลของแต่ละคู่อิทธิกรรม



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Activity Relationship Chart)

2.4 การวางแผนผังโรงงานใหม่

การวางแผนผังโรงงานใหม่นั้นเริ่มจากการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ (Activity Relationship Diagram) ดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นแผนภาพที่ช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Activity Relationship Chart) โดยกำหนดเส้นจำนวนเพื่อเชื่อมโยงแทนระดับความสัมพันธ์ต่างๆ คือ 4 เส้นแทนความสัมพันธ์แบบ A 3 เส้นแทนความสัมพันธ์แบบ E 2 เส้นแทนความสัมพันธ์แบบ I 1 เส้นแทนความสัมพันธ์แบบ O ไม่มีเส้นแทนระดับความสัมพันธ์แบบ U และเส้นหยักแทนระดับความสัมพันธ์แบบ X



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Activity Relationship Diagram)

การปรับปรุงผังโรงงานใหม่มีแนวทางและเงื่อนไขในการปรับปรุงผังโรงงานดังนี้

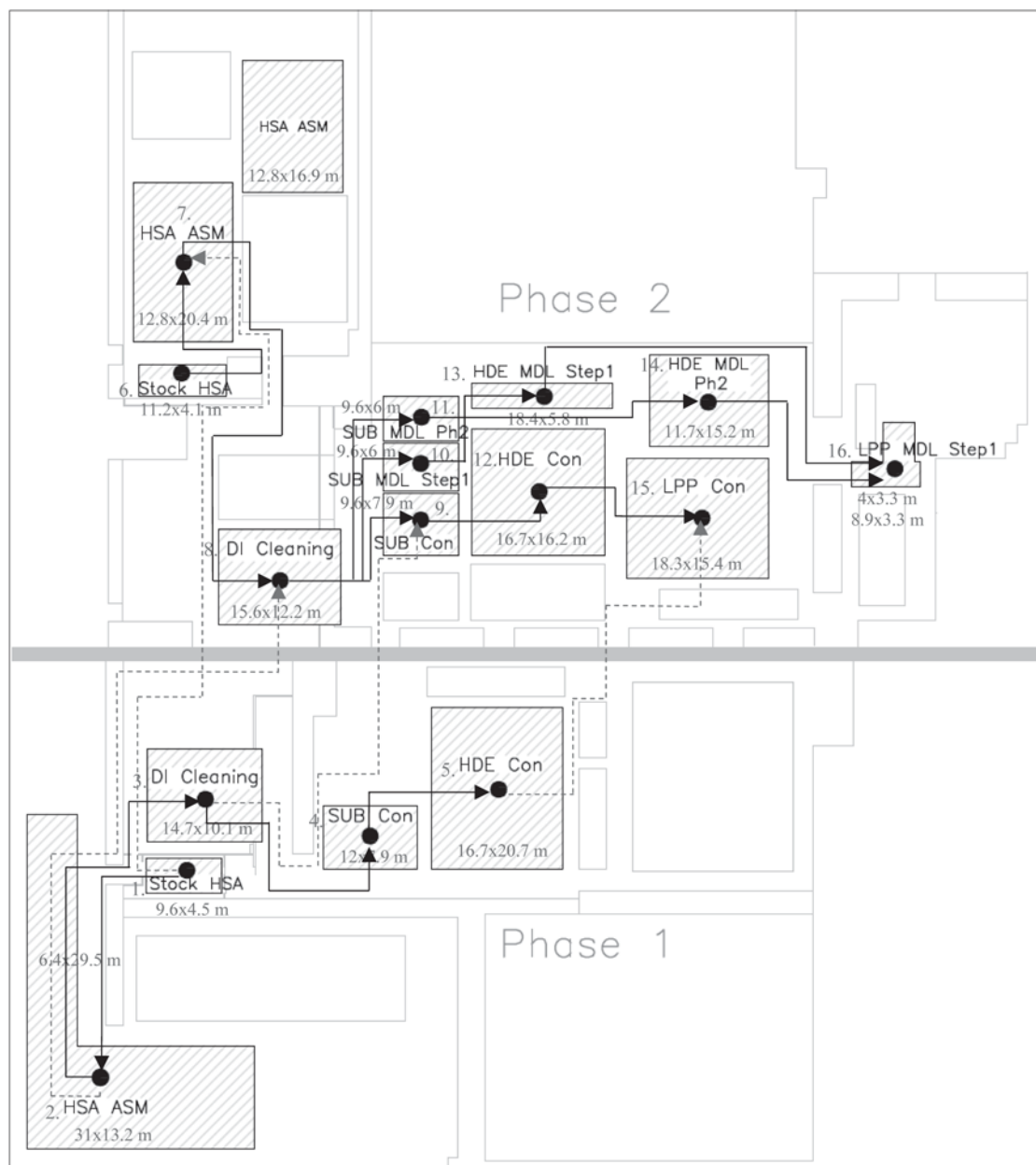
2.4.1 แนวทางการแก้ปัญหา

- จัดสมดุลกำลังการผลิต เพื่อลดความไม่สมดุลของกำลังการผลิตภายในเฟส 1 และเฟส 2
- จัดตำแหน่งสถานีงานตามความสัมพันธ์ของแต่ละสถานี เพื่อลดระยะทางการขนส่งและใช้พื้นที่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

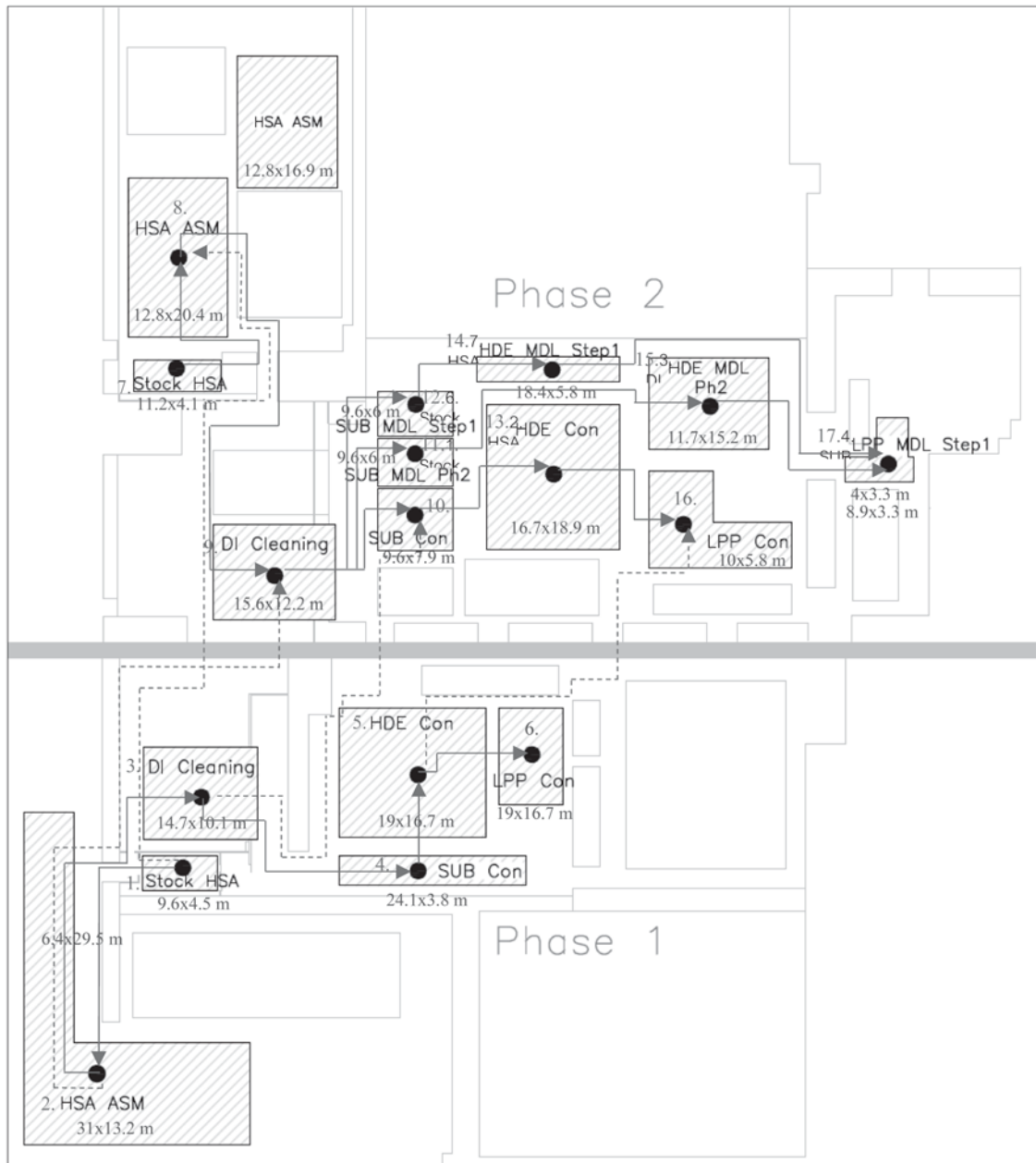
2.4.2 เงื่อนไขการปรับปรุงโรงงาน

เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ภายใน Clean Room จึงไม่สามารถลดหรือเพิ่มจำนวนสายการผลิตของแต่ละสถานีงานได้ และจากลักษณะเฉพาะของพื้นที่ในการติดตั้ง ทำให้สถานี Stock HSA และ DI Cleaning ของเฟส 1 และ เฟส 2 ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผังโรงงานที่ทำการปรับปรุงใหม่ 2 แบบ โดยผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 เป็นการจัดสถานีงานจากการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานี และกำหนดให้เฟส 1 มีสถานีงาน 5 สถานีแรก เหมือนผังโรงงานปัจจุบัน ประกอบด้วย สถานี Stock HSA สถานี HSA สถานี DI Cleaning สถานี SUB Assembly และสถานี HDE เป็นสถานีสุดท้ายดังรูปที่ 6 ผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 เป็นการจัดสถานีงานจากการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีเช่นเดียวกับผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 แต่กำหนดให้เฟส 1 มีสถานีงานครบทั้ง 6 สถานี คือ สถานี Stock HSA สถานี HSA สถานี DI Cleaning สถานี SUB Assembly สถานี HDE และสถานี LPP เป็นสถานีสุดท้ายดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 การไหลภายใน Clean Room ของผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 (มาตราส่วน 1: 800)



รูปที่ 7 การไหลภายใน Clean Room ของผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 (มาตราส่วน 1: 800)

2.5 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena

2.5.1 การหาค่าการแจกแจงของข้อมูล

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า คือ โปรแกรม Input Analyzer เป็นเครื่องมือมาตรฐานของ โปรแกรม Arena [7] เพื่อใช้ทดสอบค่าการแจกแจงของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่ารูปแบบการแจกแจงเป็นแบบใด และทำการตรวจสอบความถูกต้องของค่าการแจกแจงที่ความเชื่อมั่น 95% โดยรูปแบบการแจกแจงที่ได้จากการวิเคราะห์เวลาการดำเนินงานของสถานีต่างๆ ใน Clean Room สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบการแจกแจงเวลาของสถานีงานใน Clean Room

กระบวนการ	การแจกแจง (นาทิจ)
Stock HSA	DISC(0.05,10,0.1,15,0.12,17,0.17,20,0.18,22,0.23,25,0.25,28,0.28,30,0.52,35,0.77,40,0.85,45,0.95,50,1,55)
HSA ASM	15 + EXPO(3.84)
DI Cleaning	TRIA(2, 12.6, 15)
SUB Conveyor	TRIA(16.5, 20.2, 21.5)
SUB Modular Step1	18.5
SUB Modular Ph2	TRIA(16.5, 20.2, 21.5)
HDE Conveyor	TRIA(1.56, 2.42, 3)
HDE Modular Step1	2.16
HDE Modular Ph2	1.35 + ERLA(0.233, 3)
LPP Conveyor	NORM(1.01, 0.175)
LPP Modular Step1	DISC(0.37,0.25,0.7,0.3,0.93,0.35,0.97,0.4,1,0.45)

2.5.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

งานวิจัยนี้กำหนดให้แบบจำลองสถานการณ์ มีรอบทำซ้ำ 10 รอบ โดย 1 รอบการประมวลผลเท่ากับ 30 วัน เวลาการทำงาน 21 ชั่วโมงต่อวันและ 7 วันต่อสัปดาห์ เนื่องจากเวลาการทำงานนั้นเป็นเวลาของระบบที่อยู่ในสภาวะสมดุล (Steady-State System) [7] จึงทำการหาช่วงเวลาการแกว่งของข้อมูล (Warm-up Period) และพบว่ามีความเท่ากับ 40 ชั่วโมง จึงไม่นำผลการทดลองในช่วงเวลานี้มาวิเคราะห์

2.5.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง มี 2 ส่วน คือ

1) การทวนสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Verification)

แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นควรมีพฤติกรรมหรือกระบวนการทำงานเช่นเดียวกับระบบจริง งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้ สอดคล้องกับลักษณะการดำเนินงานของระบบจริง ซึ่งได้มีการตรวจสอบการทำงานของขั้นตอนต่างๆ โดยใช้เครื่องมือชื่อ Highlight Active Module เพื่อดูลักษณะการเคลื่อนที่ของวัสดุให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการผลิตของระบบจริง

2) การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง (Validation)

งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบจริงและตัวแบบจำลองสถานการณ์โดยเวลาทำงานรวมเฉลี่ยของระบบจริงเท่ากับ 286.4 นาที และเวลาทำงานรวมเฉลี่ยจากตัวแบบจำลองสถานการณ์เท่ากับ 286.52 นาท 0.38 นาที จากนั้นทดสอบทางสถิติด้วยวิธี One Sample T-test [10] ดังนี้

สูตรคำนวณทดสอบทางสถิติด้วยวิธี One Sample T-test คือ

$$t_0 = \frac{\bar{X} - 286.4}{S / \sqrt{n}} \quad (1)$$

ผลการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยกำหนดสมมติฐานหลักคือ $H_0: \mu = 286.4$ และสมมติฐานรอง คือ $H_1: \mu \neq 286.4$ จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับจำนวนรอบทำซ้ำ (n) คือ 10 รอบ เวลาการทำงานรวมเฉลี่ยของระบบจริง (μ) เท่ากับ 286.4 นาที เวลาทำงานรวมเฉลี่ยจากตัวแบบจำลองสถานการณ์ ($\bar{X}$) เท่ากับ 286.52 นาที และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวแบบจำลองสถานการณ์ (S) คือ 0.5312 นาที จะได้ค่า $t_0 = 0.7144$ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต $t_{(0.025,9)} = 2.2622$ พบว่าค่าวิกฤตมีค่ามากกว่า จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และสรุปว่าเวลารวมของตัวแบบจำลองสถานการณ์มีค่าไม่แตกต่างกับระบบจริง ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบจริงได้

3. ผลการวิจัย

จากการดำเนินการปรับปรุงผังโรงงานในส่วนของ Clean Room โดยนำหลักการและทฤษฎี SLP มาประยุกต์ใช้และสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena เพื่อเปรียบเทียบผังโรงงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ซึ่งผลที่ได้นั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.1 ผลที่ได้จากการดำเนินการปรับปรุงผังโรงงาน

เพื่อจัดสมดุลกำลังการผลิตและใช้เป็นแนวทางในการลดระยะทางการขนย้ายวัสดุ ผู้วิจัยได้เสนอผังโรงงานที่ทำการปรับปรุงใหม่ 2 แบบ ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบระยะทางการขนย้ายของผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่กับผังโรงงานปัจจุบัน พบว่า ผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และแบบที่ 2 สามารถลดระยะทางการขนย้ายรวมทั้งระบบได้จาก 965.9 เมตร เหลือ 815 เมตร และ 811.3 เมตร คิดเป็น 15.6% และ 16% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของพื้นที่การทำงานของ Clean Room ระหว่างผังโรงงานปัจจุบันและผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ พบว่า ผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และแบบที่ 2 สามารถลดพื้นที่ใช้งานรวมได้จาก 3,121 ตารางเมตร เหลือ 3,010 ตารางเมตร และ 3,004 ตารางเมตร ทำให้เหลือพื้นที่ว่างเพื่อใช้ประโยชน์อื่นๆ 111 ตารางเมตร และ 117 ตารางเมตร ตามลำดับ

3.2 ผลจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena

ตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ของผังโรงงานปัจจุบันเปรียบเทียบกับผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ ซึ่งผลจากการปรับปรุงผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากผังโรงงานปัจจุบัน พบว่ามีเวลาการขนย้ายเฉลี่ยลดลง 14.32% เวลาการรอคอยเฉลี่ยลดลง 2.10% เวลารวมเฉลี่ยทั้งระบบลดลง 2.12% จำนวนวัสดุเฉลี่ยในระบบลดลง 2.14 % และผลจากการปรับปรุงผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากผัง

โรงงานปัจจุบัน พบว่ามีเวลาการขนย้ายเฉลี่ยลดลง 22.58% เวลาการรอคอยเฉลี่ยลดลง 5.00% เวลารวมเฉลี่ยทั้งระบบลดลง 4.26% จำนวนวัสดุเฉลี่ยในระบบลดลง 4.27% และเมื่อทำการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และแบบที่ 2 จะเห็นได้ว่าผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 สามารถลดเวลาการทำงานต่างๆ รวมถึงจำนวนวัสดุเฉลี่ยในระบบได้มากกว่าผังโรงงานใหม่แบบที่ 1

3.3 วิเคราะห์ผลก่อนและหลังการปรับปรุง

จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าเวลาการขนย้ายวัสดุเฉลี่ยของผังโรงงานที่ทำการปรับปรุงใหม่ทั้งสองแบบมีค่าน้อยกว่าเวลาการขนย้ายวัสดุเฉลี่ยของผังโรงงานปัจจุบัน ซึ่งการลดลงของเวลาที่ใช้ในการขนย้ายวัสดุของผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่นี้สามารถนำไปประมาณการใช้คนงานในการขนย้ายวัสดุโดยรวมได้ เมื่อพิจารณาเวลาในการขนย้ายวัสดุเฉลี่ยของผังโรงงานปัจจุบันเท่ากับ 8.34 นาที โดยใช้คนงานในการขนย้ายทั้งหมด 17 คนต่อการทำงาน 1 กะ แสดงว่าอัตราส่วนของเวลาการขนย้ายวัสดุเท่ากับ 0.49 นาทีต่อคน ดังนั้นจึงสามารถประมาณจำนวนคนงานที่ใช้ในผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 ที่ใช้เวลาในการขนย้ายวัสดุเฉลี่ย 7.15 นาทีได้เท่ากับ 15 คน และผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 ที่ใช้เวลาในการขนย้ายวัสดุเฉลี่ย 6.46 นาที ได้เท่ากับ 14 คน ดังแสดงในตารางที่ 3

เมื่อวิเคราะห์ค่าจ้างคนงานเพื่อขนย้ายวัสดุใน 1 ปี (ทำงาน 360 วัน 1 วันมี 2 กะทำงาน แต่ละกะทำงานใช้จำนวนคนในการขนย้ายวัสดุเท่ากัน) ด้วยค่าแรง 300 บาทต่อคนต่อวัน ของผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่เปรียบเทียบกับผังโรงงานปัจจุบัน ซึ่งปัจจุบันมีค่าจ้างคนงานเพื่อขนย้ายวัสดุ 3,672,000 บาท ดังตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 สามารถลดค่าจ้างคนงานเพื่อขนย้ายวัสดุได้ 432,000 บาทต่อปี และ 648,000 บาทต่อปี ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม Arena ของผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และแบบที่ 2 เปรียบเทียบกับผังโรงงานปัจจุบัน

รายงาน	ผลลัพธ์ของผังโรงงาน			การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบกับผังโรงงานปัจจุบัน (%)	
	ปัจจุบัน	แบบใหม่ 1	แบบใหม่ 2	แบบใหม่ 1	แบบใหม่ 2
เวลาการขนย้ายเฉลี่ย (นาท)	8.34	7.15	6.46	-14.32%	-22.58%
เวลารอคอยเฉลี่ย (นาท)	191.16	187.15	181.61	-2.10%	-5.00 %
เวลารวมเฉลี่ยทั้งระบบ (นาท)	286.52	280.44	274.30	-2.12%	-4.26%
จำนวนวัตถุเฉลี่ยในระบบ (ชิ้น)	4,321.25	4228.98	4136.55	-2.14%	-4.27%

ตารางที่ 3 จำนวนคนงานที่ใช้ในการขนย้ายวัสดุและค่าจ้างคนงานเพื่อขนย้ายวัสดุ ของผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และแบบที่ 2 เปรียบเทียบกับผังโรงงานปัจจุบัน

ผังโรงงาน	เวลาการขน ย้ายวัสดุ เฉลี่ย (นาท)	จำนวนคน ที่ใช้ใน 1 กะทำงาน	จำนวนคนที่ใช้ ใน 1 วัน (2 กะทำงาน)	ค่าจ้างคนงาน เพื่อขนย้ายวัสดุ (บาทต่อปี)	การเปลี่ยนแปลง (บาทต่อปี)
ผังโรงงานปัจจุบัน	8.34	17	34	3,672,000	
ผังโรงงานใหม่แบบที่ 1	7.15	15	30	3,240,000	-432,000
ผังโรงงานใหม่แบบที่ 2	6.46	14	28	3,024,000	-648,000

4. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในส่วนของ Clean Room ของโรงงานกรณีศึกษา โดยประยุกต์ใช้หลักการของการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (SLP) เพื่อลดระยะทางและลดเวลาในการขนย้ายวัสดุให้น้อยลง ในงานวิจัยนี้ได้เสนอผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ 2 แบบ โดยผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 เป็นการจัดสถานีนอกจากการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีและกำหนดให้มีจำนวนสถานีงานในเฟส 1 ทั้งหมด 5 สถานีเหมือนผังโรงงานก่อนปรับปรุงโดยมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะจำนวนสายการผลิตของแต่ละสถานี ในส่วนของผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 เป็นการจัดสถานีนอกจากการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีเช่นเดียวกับผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 แต่กำหนดให้มีจำนวนสถานีงานในเฟส 1 ครบทั้ง 6 สถานี โดยมีการย้ายสายการผลิตของสถานี LPP Con มาอยู่ที่เฟส 1 จำนวน 4 สายการผลิต ส่งผลให้วัสดุที่ออกจากสถานี HDE Con เฟส 1 ถูกส่งไปผลิตที่สถานี LPP Con เฟส 2 น้อยลง และมีพื้นที่ว่างในเฟส 2 มากขึ้น

เมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพของผังโรงงานใหม่ที่ได้เปรียบเทียบกับผลก่อนและหลังปรับปรุง พบว่าผังโรงงานใหม่

แบบที่ 1 และ 2 สามารถลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุเฉลี่ยเวลาการทำงานต่างๆ ค่าจ้างคนงานเพื่อขนย้ายวัสดุ และขนาดพื้นที่การใช้รวมได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ทั้งสองแบบมีประสิทธิภาพมากกว่าผังโรงงานปัจจุบัน แต่ผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 จะช่วยลดเวลาการทำงานต่างๆ และค่าจ้างคนงานเพื่อขนย้ายวัสดุ รวมถึงพื้นที่การใช้งานรวมได้มากกว่าผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 ดังนั้น ผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ในขณะเดียวกันก็มีการเคลื่อนย้ายสายการผลิตมากกว่า จึงต้องใช้เงินทุนในการปรับปรุงผังโรงงานมากกว่า ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องจึงควรพิจารณาถึงผลดีและผลเสียของแต่ละทางเลือก รวมถึงความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงผังโรงงาน

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ภายใต้รหัสโครงการ CPN-HR 15-01-53 M

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Trisat S. Plant Layout and Design. 17th ed. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan); 2007. (In Thai).
- [2] Muther R. Systematic Layout Planning. 2nd ed. Boston: Cahners Books; 1974.
- [3] Somsuk N, Janhom K, Chimwat S, Simcharoen C, Teekasap S. A study and improvement of plant layout approach to improve productivity. Proceedings of the IE Network Conference; 2007 Oct 24-26; Songkla: Songkla University; 2007. p. 388-392. (In Thai).
- [4] Simcharoen J. Efficiency improvement of cosmetic production line through plant re-layout arrangement and line balancing [MEng thesis]. Pathumthani: Eastern Asia University; 2007. (In Thai).
- [5] Moore JM, Lee RC. CORELAP-Computerized Relationship Layout Planning. Journal of Industrial Engineering. 1967; 18(3): 195-200.
- [6] Chien TK. An empirical study of facility layout using a modified SLP procedure. Journal of Manufacturing Technology Management. 2004; 15: 445-465.
- [7] Rossetti MD. Simulation Modeling and Arena. New York: John Wiley & Sons; 2010.
- [8] Chee A. Facility layout improvement using systematic layout planning (SLP) and ARENA [MEng thesis]. Kuala Lumpur: University Teknologi Malaysia; 2009.
- [9] Lin LC, Sharp GP. Theory and Methodology: Quantitative and qualitative indices for the Plant Layout Evaluation Problem. European Journal of Operational Research. 1999; 116: 100-117.
- [10] Banks J, Carson JS, Nelson BL, Nicol DM. Discrete-event System Simulation. 5th ed. New Jersey: Pearson Education; 2009.

