



THE EFFECTS OF IMPROVEMENT OF WORKING CONDITION WITH RUSH STATE ON  
PRODUCTIVITY AND SAFETY: A CASE STUDY OF CONTAINER MANUAL HANDLING TASKS  
The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage

**ผลกระทบในการปรับปรุงสภาพการทำงานในสภาวะเร่งทำงานต่อผลิตภาพและความปลอดภัย :  
กรณีศึกษาการยกสินค้าเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ด้วยแรงคน  
THE EFFECTS OF IMPROVEMENT OF WORKING CONDITION WITH RUSH STATE  
ON PRODUCTIVITY AND SAFETY: A CASE STUDY OF CONTAINER MANUAL  
HANDLING TASKS**

รวีวรรณ เอี่ยมอารีรัตน์<sup>1</sup> และวราโชค ไชยวงศ์<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

E-mail: ra\_ywan@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภาพและความปลอดภัย ในการปรับปรุงสภาพการทำงาน โดยการจัดเรียงสินค้าน้ำหนักเบาที่ 23 กิโลกรัม เข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ด้วยแรงงานคนในสภาวะปกติและสภาวะเร่งทำงาน ซึ่งการปรับปรุงสภาพในการทำงานของงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม และส่วนที่ 2 การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย

ผลการวิจัยพบว่า ในส่วนที่ 1 เมื่อทำการปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม โดยตัวแปรที่ใช้ในการประเมินสภาวะความร้อน คือ ดัชนีอุณหภูมิกระเปาะดำเปียก (WBGT) ความเร็วลม และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH) ทั้ง 3 ตัวแปร มีสภาวะที่ดีขึ้น และผลการวิจัยกับผู้ถูกทดลองทั้ง 6 คน พบว่าการทำงานที่สภาวะมีลมในระยะเวลาสั้น (5 นาที) ไม่ได้ส่งผลต่อผลิตภาพให้เพิ่มสูงขึ้น แต่ส่งผลต่อความปลอดภัย เนื่องจากทำให้อัตราการเต้นหัวใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญ หากแต่เมื่อเพิ่มความเร็วในการทำงานจนถึงจุด ๆ หนึ่งแล้ว การปรับปรุงสภาพการทำงานให้มีลมนั้น ก็ไม่ได้ส่งผลต่อผลิตภาพให้เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้เมื่อทำงานในสภาวะที่มีลมในระยะเวลาที่ยาวนาน (90 นาที) ณ ระดับความเร็วปกติ จะส่งผลให้ผลิตภาพเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่อัตราการเต้นของหัวใจไม่มีการเปลี่ยนแปลง และในส่วนที่ 2 พบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงาน ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยทำให้เปอร์เซ็นต์ท่าทางที่ไม่ปลอดภัยในการทำงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่กลับส่งผลให้ผลิตภาพลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากการปรับปรุงสภาพการทำงานทั้ง 2 ส่วน สามารถสรุปได้ว่า ถ้าต้องการเพิ่มผลิตภาพ งานยก ขนย้าย จัดเรียง โหลดที่น้ำหนักเบาที่ 23 กิโลกรัม ควรปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลมแทนการเพิ่มความเร็วในการทำงาน ซึ่งการปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะมีลมยังส่งผลดีต่อความถี่ในการทำงานของพนักงานให้สามารถทำงานด้วยระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นโดยผลิตภาพไม่ได้ลดต่ำลง และในส่วนของผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อความปลอดภัยในระยะยาวควรปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย เพื่อเป็นการลดผลกระทบที่จะเกิดกับร่างกายในระยะยาว

**คำสำคัญ :** งานยกด้วยมือ, สภาวะเร่งทำงาน, การปรับปรุงสภาพการทำงาน

**ABSTRACT**

This research aims to study the effects of improvement of working condition with normal and rush state on productivity and safety in container manual handling tanks with lifting load that is less than 23 kg. The improvement of working condition in this research has 2 parts. Part 1st, the improvement of working condition was implemented with air's flow condition.

And part 2nd, the improvement of working condition was implemented with table for solving unsafe working posture.

The results in part 1st shown that when the working condition was implemented with air's flow condition, WBGT, wind speed and %RH were improved to be better working condition. And Six male subjects participated in this study, the results indicated that the improvement of working condition with air's flow in short term (5 minutes) were no significant difference in productivity but affected on safety (the decreasing of heart rate and  $\Delta$  HR) significantly. Furthermore, the increasing of performance rating with implementing air's flow condition did not effect to get higher productivity. In addition, the improvement of working condition with air's flow on normal state in long term (90 minutes) affected on getting higher productivity and did not change in heart rate. In part 2nd, results shown that the improvement of working condition with table for solving unsafe posture affected on the decreasing of productivity and unsafety (percentage of unsafe working posture) significantly. Therefore, the working condition improvement in 2 parts indicate if want to increase productivity, should implement working condition with air flow rather than increase performance rating. Moreover, the improvement of working condition with air flow can reduce fatigue of workers and let them can work in longer time. For the effect on safety in long term should implement table for solving unsafe working posture in order to reduce hazards and risks.

**KEYWORDS:** Manual Handling Tasks, Working On Rush State, Working Condition Improvement

## 1. บทนำ

การเคลื่อนย้ายหรือการขนถ่ายวัสดุ เป็นส่วนที่มีความสำคัญส่วนหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะพบว่ากิจกรรมการเคลื่อนย้ายเหล่านั้นต้องใช้แรงงานเข้ามาช่วยและเกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก โดยปัญหาหนึ่งที่แรงงานคนเหล่านั้นต้องเผชิญก็คือ ปัญหาในเรื่องของความเครียดและความล้าที่เกิดขึ้นในการทำงาน โดย NIOSH และ Cal/OSHA (2007) กล่าวว่า การเคลื่อนย้ายของจะเพิ่มโอกาสนำไปสู่ ความเหนื่อยล้าและความรู้สึกไม่สบายขึ้นมาได้ถ้าสภาพแวดล้อมที่ไม่ดี เช่น ความร้อนสูง, หนาว, เสียงดังและแสงสว่างที่ไม่เพียงพอ ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเอง และยังส่งผลกระทบต่อผลิตภาพที่เกิดขึ้นในการทำงานอีกด้วย [1] ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลกระทบในการปรับปรุงสภาพการทำงานต่อผลิตภาพและความปลอดภัยที่สภาวะเร่งทำงาน โดยใช้กรณีศึกษาการยกย้ายสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ด้วยแรงคน ปัญหาที่พบในโรงงานกรณีศึกษามีดังนี้

### 1.1 สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน

สภาพในการทำงานที่ไม่ดีก่อให้เกิดความเครียด ผลผลิตลดน้อยลง นอกจากนี้ผลผลิตที่ลดลงแล้วยังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกาย ซึ่งสามารถทำการวัดผลได้โดยวัดอัตราการเต้นของหัวใจ [2] และจากการปฏิบัติงานของพนักงานยกสินค้าส่วนใหญ่จะทำภายในตู้คอนเทนเนอร์ ทำให้พบปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิภายในตู้สินค้าที่ค่อนข้างสูง รวมไปถึงการไหลเวียนอากาศภายในตู้สินค้าค่อนข้างต่ำ โดย Grandjean (1988) ได้กล่าวว่าการทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิสูงก็จะเป็นการเพิ่มภาระงานอันเนื่องมาจากความร้อนด้วย [3] ซึ่งสอดคล้องกับ Snook และ Ciriello (1974) ได้ทำการศึกษา ผลกระทบของภาระความร้อนในงานขนถ่ายวัสดุ โดยทำการทดลองกับคนงานชายในโรงงานอุตสาหกรรม 16 คน พบว่าการขนถ่ายวัสดุในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันคือ 17.2 °C และ 27 °C จะส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นประมาณ 6-9 ครั้ง/นาที [4]

### 1.2 พื้นที่ว่างในการยกสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์

เนื่องจากพนักงานยกสินค้าจะต้องบรรจุสินค้าเข้าในตู้คอนเทนเนอร์ด้วยการยกสินค้าจากพาเลทสินค้าที่วางอยู่ในตู้ใกล้กับตำแหน่งที่พนักงานยกสินค้ายืนปฏิบัติงานอยู่ เพื่อเป็นการลดระยะทางในการยกกล่องสินค้าทำให้พื้นที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยพื้นที่ในการปฏิบัติงานที่แคบนี้เองส่งผลต่อการระบายอากาศ และยังส่งผลทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่มีประสิทธิภาพรวมถึงความเสี่ยงในด้านท่าทางที่ไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงาน โดยจะพบปัจจัยความเสี่ยงทางด้าน Awkward posture ในการปฏิบัติงาน นั่นก็คือการที่ท่าทางตำแหน่งของแขนขา ลำตัว เบี่ยงเบนจากท่าปกติ (Neutral Anatomical Posture) การยกของจากตำแหน่งข้างล่างขึ้นข้างบน ยกในระดับความสูงที่ต่ำกว่าหัวเข่าและ/หรือสูงกว่าระดับหัวไหล่ [5] ซึ่งความเสี่ยงของท่าทางที่ไม่ปลอดภัยที่พบ ได้แก่ การยกกล่องสินค้าในระดับความสูงที่ต่ำกว่าหัวเข่าและสูงกว่าหัวไหล่ นอกจากนี้ยังพบการบิดเอี้ยวตัวเพื่อยกกล่องสินค้าภายในตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนไหวร่างกายในที่แคบ

### 1.3 งานวิจัยที่ทำเป็นภาระงานยกที่เบา

เนื่องจากสินค้าส่วนใหญ่ที่ทำการยกในโรงงานกรณีศึกษานั้นมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 7 กิโลกรัม ซึ่งเป็นงานที่มีน้ำหนักเบา โดยที่ทาง NOISH (1994) ได้กำหนดค่ามาตรฐานความปลอดภัยในการยกของต้องไม่เกิน 23 กิโลกรัมในสภาพการทำงานปกติ และน้ำหนักดังกล่าวได้นำมาใช้ในการคำนวณน้ำหนักที่แนะนำในการยกที่เหมาะสมตามสภาพงาน RWL (Recommend Weight Limit) ซึ่งเป็นน้ำหนักของภาระงานที่เหมาะสม ที่ไม่ทำให้เกิดความล้าและความเสี่ยงต่อการปวดหลัง ในสภาวะหนึ่ง ๆ [6]

### 1.4 การปรับปรุงสภาพการทำงานในสภาวะเร่งทำงาน

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงสภาพในการทำงานที่ยกกล่องน้ำหนักเบา ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ซึ่งการปรับปรุงสภาพการทำงานให้เหมาะสมกับปัจจัยมนุษย์ (Human Factor) อาจจะไม่เห็นข้อแตกต่างที่ชัดเจนเกิดขึ้นมากนัก จึงต้องมีการทำให้เกิดสภาวะเร่งทำงานขึ้น เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ทำการทดลองใน

สภาวะเร่งทำงาน เพื่อให้ทราบว่าเมื่อมีปรับเปลี่ยนสภาพในการทำงานแล้วมีผลต่อผลผลิตภาพอย่างไร ทำให้ผลผลิตภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

จากมูลเหตุจูงใจข้างต้น ทำให้มีการปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลมในส่วนที่ 1 และนำโต๊ะเข้ามาช่วยปรับปรุงท่าทางที่ไม่ปลอดภัยในการทำงานในส่วนที่ 2 โดยจะทำในสภาวะเร่งทำงาน เพื่อดูว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อผลผลิตภาพและความปลอดภัยอย่างไร ซึ่งการวัดผลทางด้านผลผลิตภาพที่เกิดขึ้นจะวัดจากจำนวนกล่องที่ยกได้ในช่วงเวลาที่กำหนด ส่วนทางด้านความปลอดภัยนั้นจะวัดจากอัตราการเต้นของหัวใจหรือท่าทางอันตรายที่พบ ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นผลตอบสนองทางสรีรวิทยาที่มีความไวต่อผลกระทบของสิ่งแวดล้อม เช่น ความร้อน ความชื้น มากกว่าการใช้อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อและสามารถทำการประเมินภาระงานได้ง่าย [7]

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตภาพและความล่า ในการจัดเรียงสินค้าน้ำหนักเบากว่า 23 กิโลกรัมเข้าสู่คอนเทนเนอร์ด้วยแรงงานคนในสภาวะปกติและสภาวะเร่งทำงาน และรวมถึงเพื่อค้นหา สภาวะการทำงาน “พื้นที่ทำงาน ท่าทางและวิธีการทำงาน” ให้มีผลผลิตภาพที่สูงขึ้นโดยไม่ก่อให้เกิดภาระแก่ร่างกายเกินระดับจนก่อให้เกิดอันตรายหรือภาวะเจ็บป่วยเรื้อรัง

## 3. ผู้เข้าร่วมการทดสอบ

การวิจัยศึกษานี้มีผู้ถูกทดสอบ คือ พนักงานชายที่ยกสินค้าบรรจุเข้าสู่คอนเทนเนอร์ จำนวน 6 คน อายุเฉลี่ย อยู่ในช่วง 20-40 ปี มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่มีการบาดเจ็บรุนแรงส่วนต่างๆของร่างกาย ไม่เคยมีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังจนถึงขั้นเข้าโรงพยาบาลมาก่อน

## 4. ออกแบบการทดลอง

งานวิจัยนี้มีการปรับปรุงสภาพการทำงาน 2 ปัจจัย ดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยในแต่ละการปรับปรุงสภาพการทำงานจะกำหนดให้ทำการทดลองที่ระดับความเร็วในการทำงาน 3 ความเร็ว ดังนี้ ระดับความเร็วปกติ,ความเร็วเร่ง และความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน ซึ่งผู้ถูกทดสอบจะต้องยกกล่องสินค้าเข้าสู่คอนเทนเนอร์ เป็นเวลา 5 นาที จำนวน 3 ซ้ำ ทุกระดับความเร็ว เพื่อวิเคราะห์หาค่าจำนวนกล่องที่ทำการยกและอัตราการเต้นของหัวใจหรือจำนวนท่าทางที่ไม่ปลอดภัยที่พบ ทั้งใน 2 ส่วนของการทดลอง คือ ส่วนที่ 1 การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม โดยใช้พัดลมเป่าเข้าไปในตู้คอนเทนเนอร์ และส่วนที่ 2 การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะระดับความสูงที่ 75 เซนติเมตร เข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย

## 5. วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 ทำการคัดเลือกผู้ถูกทดลองทั้งสิ้น 6 คน พร้อมทั้งอธิบายวิธีการทดลองให้ผู้ถูกทดลองเข้าใจ โดยวัดค่าต่างๆของผู้ถูกทดลอง ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง เพศ อายุ ประสบการณ์ในการทำงาน และก่อนเริ่มทำการทดลองบันทึกค่าต่างๆ คือ อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดลอง และสภาพแวดล้อมในการทดลอง ได้แก่ ดัชนีอุณหภูมิกระเปาะดำเปียก (WBGT), เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH), ความเร็วลม โดยการวัดความเร็วลมในการทดลองจะวัดที่ตำแหน่งของพนักงานที่ปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 2 เริ่มทำการทดลอง ตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้ ส่วนที่ 1 การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม โดยใช้พัดลมเป่าเข้าไปในตู้คอนเทนเนอร์ โดยจะทำการทดลองในช่วงเวลา 10:00 น. ถึง 16:00 น. โดยให้ผู้ถูกทดลองยกกล่องสินค้าบรรจุเข้าสู่คอนเทนเนอร์ ทำการบันทึกค่าจำนวนกล่องที่ยกได้และอัตราการเต้นของหัวใจทุก ๆ 1 นาที จนครบ 5 นาที ซึ่งแต่ละคนจะต้องทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทุกระดับความเร็ว ส่วนที่ 2 การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย ซึ่งโต๊ะที่เข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานจะมีความสูง 75 เซนติเมตร เนื่องจากความสูงดังกล่าว เป็นความสูงของมือ (the knuckle height) เพราะได้รับการพิจารณาว่าจะทำให้เกิดการก้มตัวหรือต้องยกหัวไหล่ในขณะยกวัตถุ [8] โดยให้ผู้ถูกทดลองยกกล่องสินค้าบรรจุเข้าสู่คอนเทนเนอร์ซึ่งมีการนำโต๊ะเข้ามาช่วย

ทำการบันทึกค่าจำนวนกล่องที่ยกได้ทุกๆ 1 นาที และจำนวนท่าทางไม่ปลอดภัยที่พบจนครบ 5 นาที ซึ่งแต่ละคนจะต้องทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทดสอบระดับความเร็ว ซึ่งการทดลองทั้ง 2 ส่วนมีปัจจัยที่ต้องทำการควบคุม ได้แก่ ขนาดของกล่องสินค้าทำการยกจะเป็นกล่องที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 7 กิโลกรัม ขนาด 25 cm x 32.5 cm x 29 cm, ระยะห่างระหว่างจุดยกกล่องสินค้าบรรจุเข้าตู้คอนเทนเนอร์ ทั้งก่อนและหลังทำการปรับปรุง, Element ในการทำงานของผู้ถูกทดสอบ คือ ยก วาง เรียงและจัด โดยจะต้องทำการเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ให้ครบทุกระดับความสูง หลังจากที่ถูกทดสอบทำการทดลองแต่ละครั้งเสร็จ จะต้องมีการให้ผู้ถูกทดสอบนั่งพักจนหายเหนื่อยและสังเกตค่าอัตราการเต้นของหัวใจให้ใกล้เคียงกับเมื่อก่อนเริ่มทำการทดลอง จากนั้นบันทึกข้อมูล และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการปรับปรุงสภาพการทำงาน

**6. ผลการทดลอง**

ส่วนที่ 1 การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม โดยใช้พัดลมเป่าเข้าไปในตู้คอนเทนเนอร์ เมื่อทำการเปรียบเทียบสภาวะแวดล้อมที่มีการปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลมและสภาพการทำงานในปัจจุบัน (สภาวะแวดล้อมที่ไม่มีลม) จะพบว่า ดัชนีอุณหภูมิกระเปาะดำเปียก (Wet-bulb globe temperature หรือ WBGT) ในสภาพการทำงานที่ไม่มีลม (ก่อนการปรับปรุง) จะมีค่าสูงกว่า ในสภาพการทำงานที่มีลม (หลังการปรับปรุง) และในส่วนของความเร็วลม และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH) ในสภาพการทำงานที่ไม่มีลม (ก่อนการปรับปรุง) จะมีค่าน้อยกว่า ในสภาพการทำงานที่มีลม (หลังการปรับปรุง) ซึ่งความเร็วลมที่สูงกว่านี้เองทำให้กระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกายด้วยการพาความร้อนและการระเหยเป็นไปด้วยดี ในลักษณะเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH) ที่มีผลต่อการระเหยของเหงื่อ ถ้าความชื้นในอากาศต่ำแล้วเหงื่อออกมากจะระเหยได้เร็วและระบายออกไปได้มาก [9]

**6.1 ผลกระทบต่อผลิตภาพจากการปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม**

ผลกระทบต่อผลิตภาพจะวัดจากจำนวนกล่องที่ทำการยก จากตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนกล่องที่ยกได้ในสภาวะต่างๆ กับสภาวะไม่มีลมที่ระดับความเร็วปกติ เป็นเปอร์เซ็นต์ผลต่าง พบว่า การทำงานในสภาวะมีลมที่ระดับความเร็วปกติ ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน จะส่งผลให้จำนวนกล่องที่ยกได้เพิ่มขึ้น 2.06% ลดลง 0.38% และเพิ่มขึ้น 1.48% ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าการทำงานในสภาวะมีลมไม่ได้ส่งผลต่อจำนวนกล่องโดยรวมที่ยกได้ไม่ว่าจะที่ระดับความเร็วใดก็ตาม และเมื่อพิจารณาถึงการทำงานที่ระดับความเร็วเร่งรวมไปถึงความเร็วเร่งที่สุดในสภาวะการทำงานที่มีลม พบว่าการเพิ่มความเร็วในการทำงานจนถึงจุดๆหนึ่งแล้วการปรับปรุงสภาพการทำงานไม่มีผลต่อผลิตภาพให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยที่ศึกษาปัจจัยของการปรับปรุงสภาพการทำงาน (สภาวะแวดล้อมที่มีลมและไม่มีลม) และระดับความเร็วในการทำงาน (ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน) ของผู้ถูกทดลองทั้ง 6 คน ที่ส่งผลกระทบต่อผลิตภาพ โดยพบว่า สภาพการทำงาน (สภาวะที่มีลมและสภาวะไม่มีลม) ไม่มีผลกระทบต่อค่าเพิ่มขึ้นของจำนวนกล่องสินค้าที่ยกเข้าตู้คอนเทนเนอร์ ในส่วนของระดับความเร็วในการทำงาน (ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน) มีผลกระทบต่อค่าเพิ่มขึ้นของจำนวนกล่องสินค้าที่ยกเข้าตู้คอนเทนเนอร์ และสำหรับปัจจัยร่วม (Interaction) ระหว่างสภาพในการทำงานและระดับความเร็วในการทำงาน ค่า P-Value มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยร่วมดังกล่าวไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนกล่องสินค้าที่ยกได้

**ตารางที่ 1** จำนวนกล่องโดยรวมที่ยกได้และค่าอัตราความเร็ว (Rating Factor) ในสภาวะการทำงานต่างๆ

การปรับปรุงสภาพการทำงาน	Rating 100%		Rating 115%		Rating 130%	
	จำนวนกล่อง	เปอร์เซ็นต์ผลต่าง	จำนวนกล่อง	เปอร์เซ็นต์ผลต่าง	จำนวนกล่อง	เปอร์เซ็นต์ผลต่าง
สภาพที่ไม่มีลม	86.44	0	100.11	15.81%	113.33	31.11%
สภาพมีลม	88.22	2.06%	99.78	15.43%	114.61	32.59%

## 6.2 ผลกระทบต่อความปลอดภัย (ความล้า) จากการปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม

ผลกระทบต่อความปลอดภัย (ความล้า) จะวัดจากอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการทำงาน โดยจะพบว่าเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจโดยรวมของผู้ถูกทดลองทั้ง 6 คน ในสภาวะต่าง ๆ กับสภาวะไม่มีลมที่ระดับความเร็วปกติ พบว่า การทำงานในสภาวะที่มีลมที่ระดับความเร็วปกติส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจโดยรวมลดลง 4.22% ในขณะที่การทำงานที่ระดับความเร็วเร่งส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจโดยรวมลดลง 4.31% และที่ระดับความเร็วในการทำงานเร่งที่สุดส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจโดยรวมลดลง 4.71% ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าการทำงานในสภาวะมีลมส่งผลต่อการลดลงของอัตราการเต้นหัวใจไม่ว่าจะระดับความเร็วใดก็ตาม และเมื่อพิจารณาถึงสภาวะเร่งทำงานในสภาวะการทำงานที่มีลม พบว่าการเพิ่มความเร่งในการทำงานจนถึงจุด ๆ หนึ่งแล้วการปรับสภาพการทำงานยังคงส่งผลให้อัตราการเต้นหัวใจลดลง

นอกจากนี้การวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ คือการหาผลต่างของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนการทำงานกับอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงาน [10] จะเห็นได้ว่าในสภาพการทำงานในสภาวะมีลมที่ระดับความเร็วปกติ ความเร็วเร่ง และความเร็วในการทำงานเร่งที่สุด ส่งผลให้การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจโดยรวมลดลง 10.92% 4.27% และ 3.60% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ได้ทำการศึกษาปัจจัยของการปรับปรุงสภาพการทำงานในสภาวะที่มีลมและไม่มีลมและระดับความเร็วในการทำงานของผู้ถูกทดลองทั้ง 6 คน ที่ส่งผลกระทบต่อเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ ( $\Delta$  HR) โดยพบว่า สภาพการทำงาน (สภาวะที่มีลมและสภาวะไม่มีลม) มีผลกระทบต่อเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ ( $\Delta$  HR) ในส่วนของระดับความเร็วในการทำงาน (ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน) มีผลกระทบต่อเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ ( $\Delta$  HR) เช่นเดียวกัน

จากผลการทดลองข้างต้นจะพบว่า การปรับปรุงในสภาวะที่มีลมที่ระดับความเร็วปกติ ความเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงานในระยะเวลาสั้น (5 นาที) ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนกล่องสินค้าที่ยกเข้าสู่คอนเทนเนอร์แต่จะมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจให้มีค่าลดลง และได้ทำการทดลองเพิ่มเติมด้วยการทำงานในสภาวะมีลมที่ระดับความเร็วในการทำงานปกติ ในระยะเวลายาวนาน (90 นาที) พบว่า ในสภาพการทำงานที่มีลมจะมีผลทำให้จำนวนกล่องโดยรวมที่ยกได้เพิ่มขึ้น 16.45 % และอัตราการการเต้นของหัวใจมีค่าที่ใกล้เคียงกับสภาวะการทำงานไม่มีลม ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดสอบทางสถิติ paired t-test โดยพบว่าจำนวนกล่องที่ยกได้ในสภาวะการทำงานที่มีลมกับสภาวะที่ไม่มีลมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบอีกว่า อัตราการเต้นหัวใจในสภาวะการทำงานที่มีลมกับสภาวะที่ไม่มีลมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

## 6.3 ผลกระทบต่อผลผลิตจากการปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางที่ไม่ปลอดภัย

ผลกระทบต่อผลผลิตจะวัดจากจำนวนกล่องที่ทำการยก โดยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบจำนวนกล่องที่ยกได้ในสภาวะต่าง ๆ กับสภาวะที่ไม่มีโต๊ะเข้ามาช่วย (สภาพการทำงานปัจจุบัน) ที่ระดับความเร็วปกติ เป็นเปอร์เซ็นต์ผลต่าง พบว่า การทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางที่ระดับความเร็วปกติ ระดับความเร็วเร่งและระดับความเร็วเร่งที่สุดจะส่งผลให้จำนวนกล่องที่ยกได้ลดลง 9.30% ลดลง 13.18% และลดลง 15.38% ตามลำดับ นั้นแสดงให้เห็นว่าการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางไม่ได้ส่งผลต่อจำนวนกล่องโดยรวมที่ยกได้เพิ่มขึ้นและยังทำให้จำนวนกล่องโดยรวมที่ยกได้อีกด้วยไม่ว่าจะระดับความเร็วใดก็ตาม และเมื่อพิจารณาการทำงานโดยการเพิ่มความเร่งที่สภาวะปรับสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางก็ไม่มีผลต่อผลผลิตให้เพิ่มสูงขึ้น โดยจะสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ได้ทำการศึกษาปัจจัยของการปรับปรุงสภาพการทำงาน (สภาพการทำงานที่นำโต๊ะและไม่ได้นำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย) และระดับความเร็วในการทำงาน (ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน) ของผู้ถูกทดลองทั้ง 6 คน ที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต ซึ่งวัดค่าจากจำนวนกล่องที่ยกเข้าสู่คอนเทนเนอร์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า สภาพการทำงาน (สภาพการทำงานที่นำโต๊ะและไม่ได้นำโต๊ะเข้ามาช่วย) และระดับความเร็วในการทำงาน (ระดับความเร็วปกติ, เร่งและเร่งที่สุดในการทำงาน) มีผลกระทบต่อจำนวนกล่องสินค้าที่ยกเข้าสู่คอนเทนเนอร์อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

#### 6.4 ผลกระทบต่อความปลอดภัยจากการปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย

ผลกระทบต่อความปลอดภัยจะวัดจากท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัยที่พบ โดยพบว่าในสภาพการทำงานที่ไม่ได้นำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทาง (สภาพการทำงานปัจจุบัน) ที่ระดับความเร็วต่างๆจะพบเปอร์เซ็นต์ท่าทางที่ไม่ปลอดภัยมากขึ้นตามระดับความเร่งในการทำงานที่สูงขึ้น เนื่องจากที่ระดับความเร่งในการทำงานเพื่อให้ได้ผลิตภาพสูงที่สุด ผู้ถูกทดลองจึงลดการเคลื่อนไหวเพื่อใช้เวลาในการยกแต่ละครั้งน้อยที่สุด ดังนั้นท่าทางในการยกส่วนใหญ่จึงเป็นท่าลักษณะที่หลังมีการโค้งงอแล้วออกแรงยกของขึ้นมา โดยใช้กล้ามเนื้อหลังยกของ ซึ่งท่าดังกล่าวจะพบในการยกของในระดับที่ต่ำกว่าจุด knuckle height point นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การพบท่าทางที่ไม่ปลอดภัยในสภาพการทำงานที่นำโต๊ะเข้ามาจะมีค่าน้อยกว่าสภาพการทำงานที่ไม่ได้นำโต๊ะเข้ามาช่วย โดยที่ระดับความเร็วปกติ ความเร็วเร่ง และความเร็วเร่งที่สุด เปอร์เซ็นต์การพบท่าทางที่ไม่ปลอดภัยจะลดลง 14.11%, 16.18% และ 20.42% ตามลำดับ ทั้งนี้ยังพบอีกว่าสภาพการทำงานที่นำโต๊ะเข้ามาช่วยไม่ว่าที่ระดับความเร็วใดก็ตามเปอร์เซ็นต์ที่พบท่าทางที่ไม่ปลอดภัยมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ทำการศึกษาปัจจัยของการปรับปรุงสภาพการทำงาน (สภาพการทำงานที่นำโต๊ะและไม่ได้นำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงาน) และระดับความเร็วในการทำงาน (ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน) ของผู้ถูกทดลองทั้ง 6 คน ที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยซึ่งวัดค่าจากเปอร์เซ็นต์ที่พบท่าทางที่ไม่ปลอดภัยในการทำงาน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า สภาพการทำงาน (สภาพการทำงานที่นำโต๊ะและไม่ได้นำโต๊ะเข้ามาช่วย) มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ที่พบท่าทางที่ไม่ปลอดภัยในการทำงาน ในส่วนของระดับความเร็วในการทำงาน (ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน) ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ที่พบท่าทางที่ไม่ปลอดภัยในการทำงาน

#### 7. สรุปผล

ส่วนที่ 1 การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม โดยใช้พัดลมเป่าเข้าไปในตู้คอนเทนเนอร์ สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า ผลกระทบทางด้านผลิตภาพ ซึ่งวัดจากจำนวนกล่องที่ผู้ถูกทดลองยกได้ พบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลมที่ระดับความเร็วปกติ ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงานในระยะเวลาสั้น (5 นาที) ไม่ได้ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลิตภาพ และเมื่อพิจารณาถึงการทำงานโดยมีการเพิ่มความเร็วในสภาวะการทำงานที่มีลม พบว่าการเพิ่มความเร็วในการทำงาน แล้วทำการปรับสภาพการทำงานไม่มีผลต่อผลิตภาพให้เพิ่มสูงขึ้น แต่เมื่อทำงานในระยะเวลายาวนาน (90 นาที) ในสภาวะที่มีลมที่ระดับความเร็วในการทำงานปกติ จะพบว่า การทำงานในสภาวะที่มีลมทำให้จำนวนกล่องที่ยกได้เพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการการเดินของหัวใจไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการเพิ่มผลิตภาพจึงควรมุ่งปรับสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม แทนการเพิ่มความเร่งในการทำงาน และในส่วนของผลกระทบต่อความปลอดภัยที่วัดผลจากอัตราการเดินของหัวใจ พบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลมที่ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงานในระยะเวลาสั้น (5 นาที) ส่งผลให้อัตราการเดินของหัวใจมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นแสดงว่าถ้าต้องการลดความล้าในการทำงานของพนักงานให้สามารถทำงานด้วยระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นควรปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลม

ส่วนที่ 2 การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย สามารถสรุปผลได้ว่า ผลกระทบทางด้านผลิตภาพ ซึ่งวัดจากจำนวนกล่องที่ผู้ถูกทดลองยกได้ พบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัยที่ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่ง และความเร็วเร่งที่สุด ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลิตภาพโดยทำให้ผลิตภาพลดลง ไม่ว่าจะที่ระดับความเร็วใดก็ตาม และเมื่อพิจารณาการทำงานโดยการเพิ่มความเร่งที่สภาวะปรับสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางก็ไม่มีผลต่อผลิตภาพให้เพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของผลกระทบต่อความปลอดภัยที่วัดผลจากเปอร์เซ็นต์ท่าทางที่ไม่ปลอดภัยที่พบ พบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางที่ไม่ปลอดภัยที่ระดับความเร็วปกติ, ความเร็วเร่งและความเร็วเร่งที่สุดในการทำงาน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ท่าทางที่ไม่ปลอดภัยที่พบมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องมาจากการทำงานที่นำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางนั้น ท่าทางในการยกจะมีการเปลี่ยนไปตามระดับความสูงที่ยกทุกครั้ง ในขณะที่สภาพการทำงานที่ไม่ได้นำโต๊ะเข้ามาช่วย พนักงานจะลดการเคลื่อนไหวโดยยกในลักษณะท่าเดิม

เรื่อยๆ เพื่อให้ง่ายและให้การเคลื่อนไหวน้อยลง นอกจากนี้ยังพบอีกว่าสภาพการทำงานที่นำโต๊ะเข้ามาช่วยไม่ว่าที่ระดับความเร็วใดก็ตามเปอร์เซ็นต์ที่พบท่าทางที่ไม่ปลอดภัยมีค่าใกล้เคียงกัน

ซึ่งจากการสรุปผลการทดลองของทั้ง 2 ส่วนข้างต้น ทำให้พบว่า ถ้าต้องการเพิ่มผลผลิตในการยกของไม่ควรที่จะเพิ่มความเร็วในการทำงาน หากแต่ควรปรับสภาวะการทำงานให้มีลม โดยรักษาระดับความเร็วในการทำงานปกติ ซึ่งจะแสดงผลชัดเจนในระยะเวลาการทำงานที่ยาวนานมากกว่าการทำงานในช่วงสั้นๆ ในส่วนของทางด้านความปลอดภัยในการทำงาน ถ้าพิจารณาถึงผลกระทบในระยะเวลาที่สั้น ควรจะปรับปรุงสภาพการทำงานให้เป็นสภาวะที่มีลมเพื่อเป็นการลดความล้าในการทำงานของพนักงานให้สามารถทำงานด้วยระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นและในส่วนของผลกระทบที่เกิดขึ้นในระยะยาวควรปรับสภาพการทำงานโดยนำโต๊ะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย เพื่อเป็นการลดผลกระทบที่จะเกิดกับร่างกายในระยะยาว

### เอกสารอ้างอิง

#### Books

- [1] Cal/OSHA Consultation Service Research and Education Unit. Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. DHHS (NIOSH) Publication, California 2007
- [2] รศ. รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคุณ. INDUSTRIAL WORK STUDY การศึกษางานอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์ท็อป, กรุงเทพมหานคร, 2552.
- [3] Grandjean. Fitting the Task to the Man, 4<sup>th</sup> ed. Taylor & Francis, London 1988.

#### Journal

- [4] Snook, S.H. and Ciriello, V.M. (1974). The effects of heat stress on manual handling tasks. American Industrial Hygiene Association Journal, Volume 35, 681-685

#### Web addresses

- [5] See <http://www.inf.ku.ac.th/article/diag/510202/ctd.html>

#### Theses

- [6] ประจวบ กล่อมจิตร. ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานยกของด้วยมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552

#### Books

- [7, 8] นริศ เจริญพร. การยศาสตร์. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2543.

#### Theses

- [9] ภาณุ บูรณจารุกร. ผลภาระความร้อนที่มีผลต่อความล้าในการทำงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- [10] อลงกรณ์ ฉัตรเมืองปัก. การวิเคราะห์ความเครียดจากการทำงานคอนกรีตของผู้ใช้แรงงานก่อสร้างอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2555