

## การประเมินงานยกของด้วยมือในโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้สมการ NIOSH

ประจวบ กล่อมจิตร<sup>1</sup>

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

และ กิตติ อินทรานนท์<sup>2</sup>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พญาไท กรุงเทพฯ 10330

รับเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2547 ตอบรับเมื่อ 5 เมษายน 2548

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการสำรวจและประเมินงานยกของด้วยมือ เพื่อศึกษารูปแบบการยก สภาพการทำงานและการประเมินภาระงานด้วยสมการ NIOSH รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อใช้สมการ NIOSH โดยสำรวจงานยกของด้วยมือในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 7 โรงงาน เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ ผลิตวัสดุก่อสร้าง ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า ผลิตเซรามิค ผลิตเหล็ก และทำเฟอร์นิเจอร์ ทำการศึกษาเฉพาะงานที่ประกอบด้วยงานยกของด้วยมือเป็นหลัก แบ่งประเภทได้เป็น 31 งาน จำนวนพนักงานที่สำรวจ 81 คน เป็นเพศชาย 78 คน เพศหญิง 3 คน น้ำหนักที่ยกเฉลี่ย 17.5 กก. ความสูงเฉลี่ย 63.9 ซม. ระยะการยกเฉลี่ย 37.8 ซม. อุณหภูมิเฉลี่ยเป็น 29.8 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 58.2 มีค่า Recommended Weight Limit (RWL) เฉลี่ย 13.2 กก. ค่า Lifting Index (LI) เฉลี่ย 1.4 มีการปวดเมื่อยหลังเฉลี่ยระดับ 5 (ค่อนข้างมาก)

สรุปได้ว่างานส่วนใหญ่ (19 งาน) ที่ศึกษาเป็นงานที่หนัก (มีค่า LI เกิน 1) เนื่องจากน้ำหนักของชิ้นงานที่ยกและระยะในการเอื้อมที่ส่งผลต่อค่า RWL และ LI นอกจากนั้นยังพบว่าลักษณะงานที่ทำอยู่มีสภาพบางส่วนอยู่นอกเหนือจากการประยุกต์ใช้สมการ NIOSH คือ เป็นการยกและเดินช่วงสั้นๆ จำนวน 30 งาน เป็นการยกสองคน จำนวน 13 งาน ในเรื่องสภาพแวดล้อมก็มีอุณหภูมิที่เกินจากคำแนะนำ การกำหนดค่า RWL ให้ครอบคลุมทุกสภาพการณ์จึงสมควรนำลักษณะงานและสภาพแวดล้อมเข้าไปปรับกับสมการ NIOSH ด้วย

**คำสำคัญ :** การประเมินภาระงาน / งานยกของด้วยมือ / การสำรวจ

<sup>1</sup> นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

<sup>2</sup> ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

## An Evaluation of Manual Lifting Tasks in the Factorics by NIOSH Lifting Equation

Prachuab Klomjit <sup>1</sup>

Kasetsart University, Chatuchack, Bangkok, 10900

and Kitti Intaranont <sup>2</sup>

Chulalongkorn University, Phayathai, Bangkok, 10330

*Received 11 November 2004 ; accepted 5 April 2005*

### Abstract

The objectives of this study are to survey the manual lifting characteristics (e.g., lifting pattern, working condition) and to evaluate the manual lifting task using the NIOSH lifting equation. The study also aims to investigate some difficulties underlying the application of the equation. The total of 7 factories were surveyed; auto-part manufacturing, auto-part assembly, construction material manufacturing, electric appliance manufacturing, ceramic, steel manufacturing, and furniture manufacturing. This study selects the tasks based on whether they required high degree of manual lifting. Result from the preliminary survey is 31 separated tasks. Total 81 subjects were included in the study; 78 males and 3 females. Average characteristics of the task being surveyed are weight 17.5 kg., vertical height 63.9 cm., vertical distance 37.8 cm, temperature 29.8°C, the relative humidity 58.2 %, Recommended Weight Limit (RWL) 13.2 kg., Lifting Index (LI) 1.4 and discomfort score 5 (rather high discomfort or pain).

The conclusion is that most of these tasks (19 tasks) are considered as heavy manual lifting (LI over 1). The major reason is heavy load weight. Another factor is the large reaching distance, which decreases the RWL and therefore increases LI. The study also shows that these lifting required workers to work outside the limitation to appropriately use NIOSH equation, such as the required of short walks (30 tasks), two-persons lifting (13 tasks), exceed temperature and relative humidity. For further study, to incorporate some aspects of working condition and environmental factors would be imperative.

**Keywords :** Work Load Evaluation / Manual Lifting Task / Survey

---

<sup>1</sup> Graduate Student, Department of Industrial Engineering.

<sup>2</sup> Professor, Department of Industrial Engineering.

## 1. บทนำ

จากรายงานสถิติแรงงาน พ.ศ. 2544 ของกองวิชาการและแผนงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมพบว่า มีจำนวนผู้ประสบอันตรายจากการยกของหนัก จำนวน 7,071 คน [1] ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความสูญเสียต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

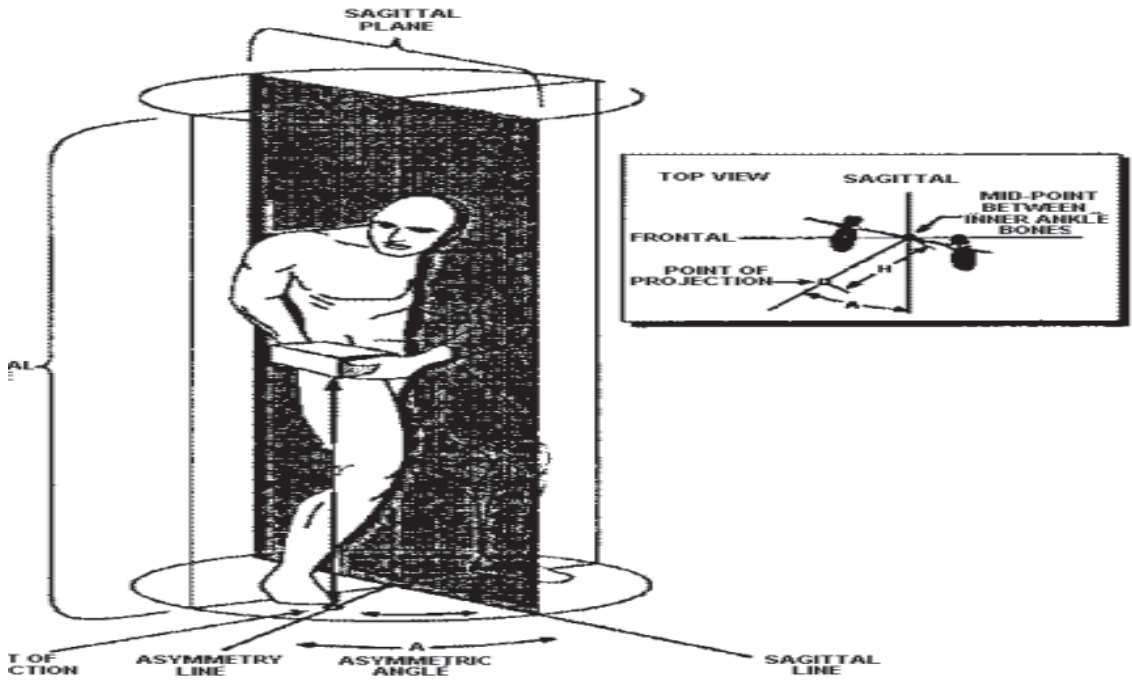
การวิจัยพบว่างานเคลื่อนย้ายและยกของเป็นสาเหตุหลักที่สัมพันธ์กับการปวดหลังส่วนล่าง (low back pain) LBP และความสูญเสีย LBP อาจเกิดจากการเจ็บปวดโดยตรง การยึดกล้ามเนื้อครั้งเดียว (ยึดมากเกินไป) หรือเกิดจากการยึดกล้ามเนื้อหลายครั้ง (repetitive trauma) ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน รวมถึงการเดินหรือวิ่ง ท่าทางที่ extreme เช่น ก้มสุดตัว และการรับน้ำหนักเป็นช่วงๆ (การสั้นทั้งตัว) มีส่วนทำให้เกิด LBP และการพิการสูญเสีย ขึ้นได้ [2]

การประเมินภาระงานมีส่วนสำคัญในการกำหนดภาระงานที่เหมาะสมกับคนงาน ในปี 1981 NIOSH (Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health) ได้พัฒนาสมการเพื่อใช้ประเมินการยกของด้วยมือที่สะดวกในการใช้งาน โดยระบุปัจจัยเสี่ยงในการทำงานที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ประกอบด้วย น้ำหนักวัตถุ ตำแหน่งการยก (ระยะจากจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุกับคนงาน) ความถี่/ระยะเวลา/จังหวะการทำงาน ความมั่นคงของวัตถุ ความสะดวกในการจับ (ลักษณะของวัตถุ) รูปร่างสถานที่ทำงาน (ระยะเคลื่อนที่ ทิศทาง ลິงกิตขวาง ท่าทาง) สภาพแวดล้อม (ความร้อน ความชื้น แสง เสียง ระบาย การลื่น สะเทือน ความมืด ความมั่นคงของเท้า) [3], [4]

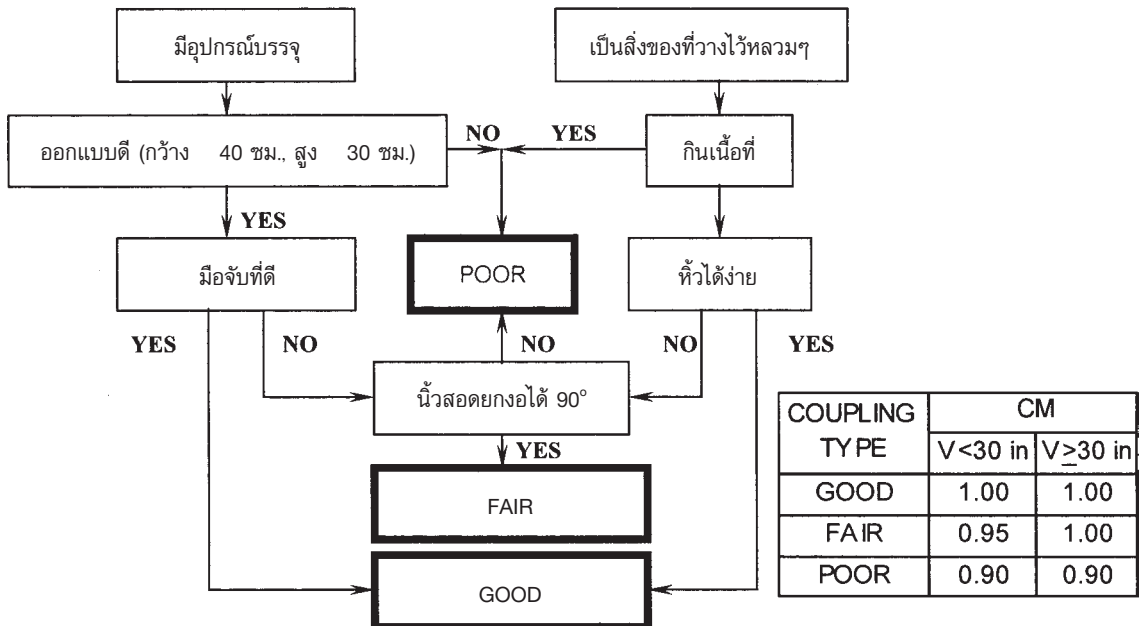
เนื่องจากสมการในปี 1981 ถูกจำกัดการนำไปใช้เฉพาะการยกในแนวระนาบหน้าหลัง (sagittal plane) จึงมีการปรับปรุงขยายรูปแบบของสมการขึ้นในปี 1991 สมการ NIOSH ได้รับการปรับปรุงให้ประเมินงานยกของได้มากขึ้น กล่าวคือเพิ่มการประเมินงานที่ไม่สมมาตร (มีการเอี้ยวตัว) ลักษณะการถือวัตถุว่าถนัดหรือไม่ และยังคงขยายตารางประเมินช่วงเวลาการทำงานให้ครอบคลุมช่วงพักและความถี่ให้มากยิ่งขึ้น โดยคณะผู้พัฒนาสมการได้รวบรวม

เกณฑ์จากการวิจัยสามแนวทางใช้ในการกำหนดสมการ คือ ชีวกลศาสตร์ สรีรวิทยา และจิตฟิสิกส์ เกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์จะพิจารณาถึงแรงกดที่กระดูกสันหลัง ในขณะที่เกณฑ์ทางสรีรวิทยาจะพิจารณาการใช้พลังงาน ความล้า จากงานที่ทำซ้ำๆ กัน (ที่มีผลมาจากความถี่) ส่วนเกณฑ์ทางด้านจิตฟิสิกส์จะพิจารณาจากความรู้สึกของคนงานว่า สามารถยกภาระงานนี้ได้ตลอดช่วงเวลาที่ต้องการหรือไม่

ดังนั้นในสถานะหนึ่งๆ (ความถี่ ระยะการเอื้อมในแนวราบ แนวตั้ง ระยะการยก การเอี้ยวตัว ความถนัดของมือจับ) จะมีน้ำหนักของภาระงานเหมาะสมค่าหนึ่ง ที่จะไม่ทำให้เกิดความล้าและความเสี่ยงต่อการปวดหลังตามเกณฑ์ทั้งสาม ซึ่งสมการ NIOSH กำหนดค่าน้ำหนักภาระงานนี้เป็น “Recommended Weight Limit” (RWL) และใช้ Lifting Index (LI) ซึ่งเป็นดัชนีวัดถึงความเค้นที่บอกถึงอันตรายในงานยกของ [5]



รูปที่ 1 การวัดระยะแนวจากข้อมือในแนวราบ (H) แนวตั้ง(V) และมุม(A) [6]



รูปที่ 2 ขั้นตอนการประเมินมือจับแล้วนำไปเปิดตารางหาค่า CM [6]

รูปแบบของสมการของการประเมินงานยกของด้วยมือของ NIOSH (ปรับปรุงปี 1991)

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \tag{1}$$

โดย

LC = Load Constant (23kg)

HM = Horizontal Multiplier (25/H) H เป็นระยะจากข้อมือในแนวราบ (รูปที่ 1)

VM = Vertical Multiplier (1-(0.003|V-75|)) V เป็นระยะจากข้อมือในแนวตั้ง (รูปที่ 1)

DM = Distance Multiplier (0.82+(4.5/D)) D เป็นระยะของวัตถุที่ยกในแนวตั้ง

AM = Asymmetric Multiplier (1-(0.0032A)) A เป็นมุมของหัวไหล่ที่เอียงไปจากปกติในแนวราบ (รูปที่ 1)

FM = Frequency Multiplier เป็นผลจากความถี่ในการยก (ตารางที่ 1)

CM = Coupling Multiplier เป็นผลจากลักษณะวัตถุที่มีมือจับ ดี/ปานกลาง/ไม่ดี (รูปที่ 2)

ขนาดของวัตถุจะส่งผลกระทบต่อระยะแนวราบและแนวตั้ง โดยกำหนดระยะแนวราบน้อยที่สุดไว้ที่ 25 ซม. ตัวคูณ (multiplier) ต่างๆ จะมีค่าตั้งแต่ 0-1 ตามปัจจัยที่เปลี่ยนไป ส่งผลให้ RLW มีค่าน้อยกว่า 23 กิโลกรัมลงเรื่อยๆ ถ้าปัจจัยต่างๆ ในการยกไม่ดี

และ

$$LI = \text{น้ำหนักที่ยก} / RWL \tag{2}$$

ตารางที่ 1 การหาค่า Frequency Multiplier เมื่อค่า V และระยะเวลาทำงานเปลี่ยนไป [6]

Frequency Lifts/min (F) ‡	Work Duration					
	≤ 1 Hour		> 1 but ≤ 2 Hours		> 2 but ≤ 8 Hours	
	V < 30 †	V ≥ 30	V < 30	V ≥ 30	V < 30	V ≥ 30
≤0.2	1.00	1.00	.95	.95	.85	.85
0.5	.97	.97	.92	.92	.81	.81
1	.94	.94	.88	.88	.75	.75
2	.91	.91	.84	.84	.65	.65
3	.88	.88	.79	.79	.55	.55
4	.84	.84	.72	.72	.45	.45
5	.80	.80	.60	.60	.35	.35
6	.75	.75	.50	.50	.27	.27
7	.70	.70	.42	.42	.22	.22
8	.60	.60	.35	.35	.18	.18
9	.52	.52	.30	.30	.00	.15
10	.45	.45	.26	.26	.00	.00
11	.41	.41	.00	.23	.00	.00
12	.37	.37	.00	.21	.00	.00
13	.00	.34	.00	.00	.00	.00
14	.00	.31	.00	.00	.00	.00
15	.00	.28	.00	.00	.00	.00
>15	.00	.00	.00	.00	.00	.00

† Values of V are in inches. ‡ For lifting less frequently than once per 5 minutes, set F lifts/minute.

ข้อจำกัดที่สมการ NIOSH 1991 ยังไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หรือต้องมีการปรับแก้ คือ การยกของขึ้น/ลงมือเดียว การยกของขึ้น/ลง นานเกิน 8 ชั่วโมง การยกของขึ้น/ลง ในขณะที่นั่งหรือคุกเข่า การยกของขึ้น/ลงที่จำกัด การยกของที่ไม่มั่นคงขึ้น/ลง การยกขึ้น/ลงในขณะ ถัด ดัน หรือดึง การยกของขึ้น/ลง ด้วยความถี่มากๆ (มากกว่า 30 ครั้ง/นาที) การยกของขึ้น/ลงในขณะที่เท้าไม่มั่นคง (ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นและรองเท้า < 0.4) การยกของขึ้น/ลงในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ซึ่งอุณหภูมิอยู่นอกช่วง 19-26°ซ หรือความชื้นอยู่นอกช่วงร้อยละ 30-50 [6]

จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงเกิดคำถามว่าจะนำไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด เช่น ในขณะที่ประเทศไทย (กรุงเทพฯ) มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 18.6-37.4°ซ (เฉลี่ย 29.0°ซ) และความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 57-86 (เฉลี่ยร้อยละ 73) [7] ซึ่งไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด และงานยกของส่วนใหญ่จะทำในอาคารปกติที่ไม่ได้ปรับอากาศ จึงเป็นคำถามว่าจะมีผลอย่างไรต่อค่า RWL ที่คำนวณได้ เป็นต้น

ในขณะที่งานวิจัยหลังจากปี 1991 มีบางปัจจัยที่สามารถนำมาใช้เสริมสมการ NIOSH ได้ เช่น การชดเชยเรื่องอุณหภูมิ การยกหิ้ว (carry) การถือ (hold) การยกของมือเดียว ของ Ayoub และคณะ [8], Mital และคณะ [9] การยกสองคนของ Snook และ Ciriello, Davis และ Heaney, Marras และคณะ, Dennis และ Barrett [10] การจะใช้สมการเหล่านี้ จึงจำเป็นต้องสำรวจสภาพงานยกของที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมก่อนว่าเป็นงานในลักษณะเช่นไร แล้วจึงนำหลักการประเมินอื่นๆ มารวมประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับการทำงานจริงดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้

## 2. วัตถุประสงค์

การศึกษานี้เป็นการสำรวจรูปแบบการยกในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษารูปแบบการยกของด้วยมือในโรงงานอุตสาหกรรม แล้วประเมินด้วยสมการ NIOSH ว่ามีการะงานเป็นอย่างไร สามารถใช้ได้กรณีใดบ้าง มีข้อจำกัดหรือไม่
2. เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานยกของด้วยมือ รวมทั้งปัญหาในการใช้สมการ NIOSH

## 3. การสำรวจ

ทำการสำรวจปัจจัยเสี่ยงตามสมการ NIOSH คือ สภาพแวดล้อมและข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลตามสมการ NIOSH ประกอบด้วย น้ำหนักวัตถุ ความสูงของจุดเริ่มยกและจุดสุดท้าย ระยะแนวราบของจุดเริ่มยกและจุดสุดท้าย ระยะการยก ความถี่ของการยก การเอี้ยวตัว ลักษณะมือจับ ข้อมูลสภาพแวดล้อมประกอบ อุณหภูมิ ลักษณะการยกมือเดียว การยก 2 คน การเดิน การถือ/หิ้ว ข้อมูลส่วนบุคคลโดยดัดแปลงจากแบบสำรวจสุขภาพพนักงานในงานวิจัยของกิตติ อินทรานนท์ [11] ประกอบด้วย อายุ อายุงาน ลักษณะงานที่ทำ เพศ ความสูง น้ำหนักตัว โรคประจำตัว การเมื่อยล้าที่ส่วนต่างๆ (การเมื่อยล้าแบ่งเป็น 8 ระดับ คือ 0.ไม่มีอาการ 1.ปวดเมื่อยน้อยมาก 2.ปวดเมื่อยน้อย 3.ปวดเมื่อยค่อนข้างน้อย 4.ปานกลาง 5.ปวดเมื่อยค่อนข้างมาก 6.ปวดเมื่อยมาก 7.ปวดเมื่อยมากที่สุด) ในการสำรวจจะบันทึกสถานีงานด้วยกล้องวิดีโอ และจะวัดขนาดสถานีงาน แล้วนำมาจำลองเป็นภาพ 3 มิติใน

โปรแกรม MANIQUIN และ โปรแกรม AutoCAD เพื่อนำระยะทางกับทิศทางการเคลื่อนไหวมาใช้ในสมการ NIOSH โดยโปรแกรม ErgoEASER [12]

### 3.1 กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษากลุ่มตัวอย่างเริ่มจากการพิจารณาโรงงานที่มีปริมาณการยกของด้วยมือสูงเป็นจำนวนมากซึ่งน่าจะมีปัญหา นอกจากนั้นจะพิจารณาวางานนั้นมีกิจกรรมที่ซับซ้อนมากหรือไม่ เพื่อลดปัจจัยรบกวนอื่นๆ โดยได้แบ่งประเภทออกเป็น ดังนี้ โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โรงงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ โรงงานผลิตชิ้นส่วนไฟฟ้า โรงงานเฟอร์นิเจอร์ โรงงานผลิตแก้ว เซรามิค และโรงงานผลิตเหล็ก

### 3.2 ขั้นตอนการสำรวจ

1. แจก “แบบสำรวจสำหรับหน่วยงาน” “แบบสำรวจสำหรับพนักงาน” ให้หน่วยงานสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเตรียมการเข้าสำรวจ โดยอธิบายที่มา รูปแบบ การเก็บข้อมูล กับผู้ประสานงานสำรวจ หน่วยงานที่น่าจะศึกษา และขอข้อมูลการเจ็บป่วย (ถ้ามี) เดินสำรวจสถานที่จริงเพื่อดูรูปแบบการทำงานในเบื้องต้น พิจารณาเลือกงานที่จะศึกษา (เป็นงานที่ยกของด้วยมือเป็นหลักและน่าจะก่อให้เกิดปัญหา) ทำความเข้าใจการกรอกแบบสอบถามกับผู้ประสานงาน มอบแบบสอบถามให้กับผู้ประสานงานแจกจ่ายไปยังหน่วยงานที่จะศึกษา

2. เข้าสำรวจโรงงาน รวบรวมแบบสอบถาม “แบบสอบถามสภาพการทำงาน” ตรวจสอบความถูกต้อง วัตถุประสงค์งาน วัตถุประสงค์ พร้อมถ่ายภาพหรือวิดีโอ โดยผู้ประสานงานรวบรวมแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องในเบื้องต้น ผู้วิจัยตรวจสอบประเภทของงานยก จัดกลุ่มเพื่อสำรวจตามประเภทของงาน เก็บข้อมูลการทำงานโดย

- 1) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแบบสอบถาม
- 2) สุ่มสอบถามข้อมูลการทำงานจากผู้ปฏิบัติงานประเภทงานละ 1-2 คน
- 3) วัตถุประสงค์ต่างๆ ของสถานงาน

3. นำข้อมูลมาสรุปวิเคราะห์ที่ท่าการทำงานและสภาพแวดล้อม ประเมินตามสมการ NIOSH

## 4. ผลการสำรวจ

จากการติดต่อโรงงานเพื่อกำหนดงานในแผนกที่มีการยกของเป็นงานหลัก และน่าจะก่อให้เกิดปัญหา โดยปรึกษากับทางหัวหน้างานและผู้รับผิดชอบในแต่ละโรงงาน ได้รายละเอียดเบื้องต้นดังนี้

โรงงานที่ 1 เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (งานที่ 1-3) ที่มีชิ้นงานที่ค่อนข้างหนัก ทางโรงงานได้พยายามจัดสถานงาน ให้มีความเหมาะสม โดยมีการใช้สายพานลำเลียงเข้าช่วย แต่ยังมีกิจกรรมต้องมึงงานยกเข้ามาเกี่ยวข้อง จากการสำรวจในเบื้องต้นพบว่าน้ำหนักของชิ้นงานค่อนข้างมาก และสถานงานมีระดับที่ไม่เหมาะสม จึงพิจารณาแบ่งงานส่วนต่างๆ มาวิเคราะห์

โรงงานที่ 2 เป็นโรงงานผลิตประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ (งานที่ 4-6) งานที่ 4 และ 5 ชิ้นงานค่อนข้างหนัก สถานงานและระยะต่างๆ จึงมีความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการยก ส่วนงาน 6 ชิ้นงานมีน้ำหนักไม่มาก แต่มีระยะเอื้อมที่ค่อนข้างมาก

โรงงานที่ 3 เป็นโรงผลิตวัสดุก่อสร้าง (งานที่ 7-12) จากการสังเกตร่วมกับเจ้าหน้าที่ของโรงงานในเบื้องต้นพบว่ามีการยกชิ้นงานน้ำหนักมาก ในงานที่ชิ้นงานหนักจะมีการยกสองคน ระดับของการยกยังไม่เหมาะสมทำให้ความสามารถในการยกลดลงไปด้วย

โรงงานที่ 4 เป็นโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า (งานที่ 13-16) ซึ่งจะเป็นชิ้นงานที่มีขนาดเล็กมีกิจกรรมยกค่อนข้างน้อย จากการสำรวจในเบื้องต้นพบว่ามีการยกที่มีภาระเอื้อมอยู่บ้าง (งานที่13-15) ส่วนงานยกของหนักพบว่ามีการยกครั้งของการยกต่อกะน้อยมาก (งานที่ 16)

โรงงานที่ 5 เป็นโรงงานเซรามิค (งานที่ 17-20) พนักงานประสบปัญหาการเจ็บป่วยที่กล้ามเนื้อหลัง ในการตรวจร่างกายประจำปีของบริษัท มีการตรวจสมรรถภาพกล้ามเนื้อหลังพบว่างานที่ 17 มีกล้ามเนื้อหลังผิดปกติ 46 คน จากจำนวนผู้เข้าตรวจ 94 คน ส่วนงานที่ 18-20 พบว่ามีกล้ามเนื้อหลังผิดปกติ 16 คน จากจำนวนผู้เข้ารับการตรวจ 21 คน ทางฝ่ายจัดการต้องการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าชิ้นงานมีน้ำหนักมาก (งานที่ 17-19) ส่วนงานที่ 20 ชิ้นงานมีน้ำหนักไม่มากแต่มีระยะเอื้อมมากทำให้ความสามารถในการยกลดลง

โรงงานที่ 6 เป็นโรงงานผลิตเหล็ก (งานที่ 21-22) เป็นโรงงานอุตสาหกรรมหนัก ชิ้นงานมีน้ำหนักมากจึงใช้เครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ งานยกของด้วยมือจึงมีอยู่น้อยมาก

โรงงานที่ 7 เป็นโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ (งานที่ 23-31) มีกิจกรรมการยกมากและชิ้นงานมีหลายขนาด ทางโรงงานพยายามลดกิจกรรมการยกด้วยการติดตั้งสายพานลำเลียงระหว่างสถานีงานในทุกๆ จุด จากการสังเกตเบื้องต้นพบว่า ยังต้องมีการยกชิ้นงานเข้าและออกจากเครื่องจักรอยู่ และระดับของสายพานลำเลียงมีความสูงที่ไม่เหมาะสม ทำให้ต้องมีการก้มเพื่อยกชิ้นงาน

ผลการสำรวจงานยกของจากแบบสอบถามและการสำรวจสภาพการทำงานใน 7 โรงงาน 31 งาน พบว่า

#### 1. ข้อมูลจากแบบสอบถาม

มีจำนวนตัวอย่าง 81 คน เป็นเพศชาย 78 คน เป็นเพศหญิง 3 คน อายุ น้ำหนัก ความสูง ดังตารางที่ 2 ส่วนระดับความปวดเมื่อย พบว่ามีมากที่บริเวณหลังในระดับ 4-6 (ค่อนข้างมาก) จากสเกล 0-8

#### 2. ข้อมูลจากการสำรวจสภาพการทำงาน

ได้น้ำหนักเฉลี่ยในการยก ระยะในการยก มุม ความถี่ น้ำหนักที่ควรยก ค่าดัชนีในการยก ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนความชื้นและอุณหภูมิ (WBGT) แสดงไว้ในตารางที่ 3 ส่วนรายละเอียดแยกตามประเภทงานแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6

ค่า RWL ที่ได้ จะมีค่าต่ำกว่าน้ำหนักที่ยกจริง ส่งผลให้ค่า LI มีค่าสูงกว่า 1 ทำให้งานยกของส่วนใหญ่ (19 งาน) เป็นงานที่ค่อนข้างหนัก สอดคล้องกับระดับคะแนนความปวดเมื่อยที่บริเวณหลัง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการปวดเมื่อยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5 (ค่อนข้างมาก) ซึ่งมากกว่าส่วนอื่นๆ (แต่ค่าคะแนนความปวดเมื่อยมีการกระจายและผิดพลาดในการกรอกข้อมูลค่อนข้างมาก)



ปัจจัยที่ทำให้ค่า LI มีค่ามากกว่า 1 ส่วนใหญ่จะมาจากน้ำหนักของตัวชิ้นงานที่มีค่ามากและระยะเอื้อมที่เกิดจากสถานีงานที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้ปัจจัยตัวคูณด้านระยะ (VM : Vertical Multiplier และ HM : Horizontal Multiplier) มีค่าน้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งทำให้ค่า RWL น้อยลง แล้วส่งผลให้ค่า LI มากกว่า 1 ในที่สุด

โดยส่วนใหญ่จะเป็นการยกและเดินในช่วงสั้นๆ ใช้เท้าหมุนไปยังเป้าหมายของการยกจำนวน 30 งาน โดยส่วนใหญ่ผู้ยกจะแยกขาออกประกอบกับการก้มตัวในการก้มยกของ ในการยกทั้งหมดเป็นการยกสองคน 13 งาน ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 29.8 °ซ ซึ่งอยู่นอกเหนือจากการใช้สมการ NIOSH แต่ในการสำรวจนี้ ได้ทดลองแยกกิจกรรมและน้ำหนักการยกให้อยู่ที่แต่ละคน แล้วทดลองประเมินโดยใช้สมการ NIOSH ได้ค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ค่าปัจจัยเสี่ยงในการยก

	W*	Vdist*	Vorg*	Vdest*	Horg*	Hdest*	Aorg*	Adest*	F*	RWLo*	RWLd*	Lio*	Lid*
ค่าเฉลี่ย	17.5	37.8	63.9	79.5	32.3	33.1	10.2	11.2	0.9	13.2	13.4	1.4	1.3
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	9.1	18.0	20.2	27.7	5.0	5.6	8.1	10.0	1.3	2.8	2.9	0.8	0.7
ค่ามัธยฐาน	20	37.0	63.5	82.5	30	30	15	15	0.4	12.7	14.0	1.3	1.3
กลุ่มตัวอย่าง	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

ตารางที่ 3 ข้อมูลส่วนบุคคลและสภาพแวดล้อม

	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ความสูง (ซม.)	WBGT	ความชื้น (%)	ระดับการปวดหลัง
ค่าเฉลี่ย	28.2	60.4	166.2	29.8	58.2	4.9
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.07	7.46	5.66	1.5	10.1	0.9
ค่ามัธยฐาน	27.0	60	165.0	29.6	55.0	5.0
กลุ่มตัวอย่าง	81	81	81	31	31	29

ตารางที่ 4 ค่าตัวคูณในสมการ NIOSH

	Vmo**	VMd	Hmo	HMd	AMo	AMd	FMo	FMd	DMo	DMd	CMo	CMd
ค่าเฉลี่ย	0.87	0.90	0.80	0.78	0.97	0.97	0.95	0.95	0.92	0.92	0.95	0.97
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.09	0.08	0.12	0.12	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
ค่ามัธยฐาน	0.90	0.92	0.83	0.83	0.95	0.95	0.97	0.97	0.90	0.90	0.95	1.00
กลุ่มตัวอย่าง	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

\* W=Weight, Vdist=Vertical Distance, Vorg=Vertical Origin, Vdest=Vertical Destination, Horg=Horizontal Origin, Hdest=Horizontal Destination, F=Frequency, RWLo=Recommended Weight Limit (at Origin), RWLd=Recommended Weight Limit (at Destination), Lifting Index (at Origin), Lifting Index (at Destination)

\*\* o= origin, d=destination, VM=Vertical Multiplier, HM=Horizontal Multiplier, DM=Distance Multiplier, AM=Asymmetrical Multiplier, FM=Frequency Multiplier, CM=Coupling Multiplier.

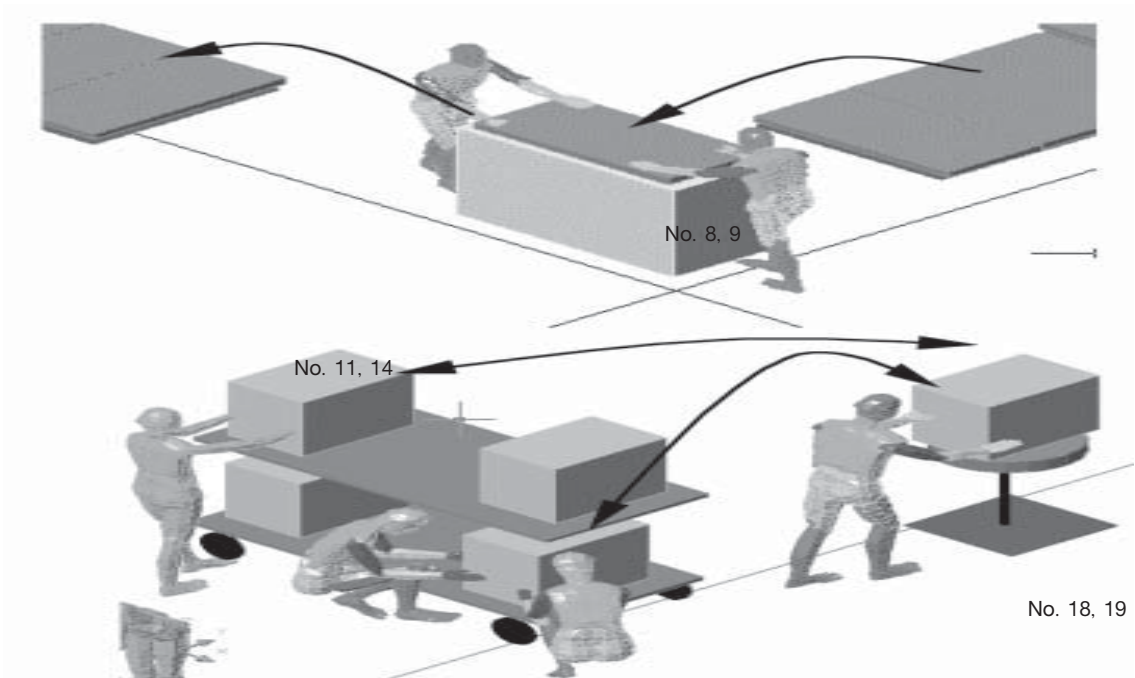
## ตารางที่ 5 ลักษณะการทำงานแต่ละประเภท

No.	ประเภทงาน	ลักษณะงาน
1	ยกก้อนอะลูมิเนียมเข้าเตา	จากพาเลทวางที่พื้นแล้วเดินไปใส่เตาหลอมในระดับสูงกว่าเอวเล็กน้อยมีการเดินและหมุนตัว
2	ยกงานเข้า-ออกเตาอบ	ระหว่างพาเลทที่วางบนพื้นปรับระดับได้กับสายพายาลำเลียงสูงระดับเอวมีการเดินและหมุนตัว
3	ยกงานเข้า-ออก CNC	ระหว่างพาเลทและสถานีงานความสูงระดับเอวมีการเดินและหมุนตัว
4	ยกชิ้นงานขึ้นไลน์	จากพาเลทขึ้นสายพานลำเลียง ความสูงระดับเอว มีการเดินและหมุนตัว
5	ยกชิ้นงานส่งมอบ	ยกสองคน จากพาเลทที่วางอยู่ที่พื้นขึ้นบนกองความสูงระดับเอว มีการก้าวขาทางด้านข้าง
6	จัดเก็บชิ้นส่วน	จากพาเลทขึ้น-ลงชั้น ระดับความสูงตั้งแต่พื้นถึงระดับสุดเอื้อม มีการเดินและหมุนตัว
7	ตัดชอยแผ่นชิ้นงาน	ยกสองคน จากเครื่องตัดความสูงระดับเอวไปวางลงบนพาเลท มีการเดินและหมุนตัว
8	บรรจุชิ้นงานถุงพลาสติก	ยกสองคน จากพาเลทที่วางบนพื้น ขึ้น-ลง สถานีงานความสูงระดับเอว มีการเดิน และหมุนตัว
9	รัดชิ้นงาน	ยกสองคน จากพาเลทที่วางบนพื้น ขึ้น-ลง สถานีงานความสูงระดับเอว มีการเดิน และหมุนตัว
10	ติตรึมเทปแผ่นชิ้นงาน	ยกสองคน จากพาเลทที่วางบนพื้นไปยังอีกพาเลทหนึ่งที่วางอยู่บนพื้น มีการก้าวขาไปทางด้านข้าง
11	ยกชิ้นงานหลังเคลือบ	ยกสองคน จากเครื่องจักรความสูงระดับเอวมายังพาเลทที่วางอยู่บนพื้น มีการก้าวขาทางด้านข้าง
12	ยกชิ้นงานขึ้นเคลือบ	ยกสองคน จากพาเลทปรับความสูงได้ยังเครื่องจักรความสูงระดับเอว มีการก้าวขาทางด้านข้าง
13	บรรจุสินค้าลงกล่อง	ยกสินค้าบรรจุลงกล่องความสูงระดับเอวถึงหัวไหล่
14	หยิบงานออกจากเครื่องซูป	เอื้อมหยิบชิ้นงานจากกระบะความสูงจากพื้นถึงเอวแล้วนำมาวางบนพื้นด้านหลัง
15	นำชิ้นงานออกจากเครื่อง	หยิบชิ้นงานจากเครื่องจักรความสูงระดับเอวไปวางบนรถเข็นด้านหลังความสูงระดับพื้นถึงเอว
16	ยกกล่องชิ้นงานเข้าเครื่อง	ยกสองคน โดยยกกล่องขึ้น-ลงจากกอง ความสูงจากพื้นถึงเอว จำนวนครั้งน้อยมาก
17	หล่อและถอดแบบชิ้นงาน	ยกสองคน โดยยกกลับชิ้นงานหรือแบบความสูงระดับเอว
18	ยกและตรวจสอบชิ้นงานใหญ่	ยกสองคน โดยยกขึ้น-ลงจากชั้นที่ระดับเอวและระดับพื้นไปยังสถานีงานระดับเอว มีการเดิน
19	ยกและตรวจสอบชิ้นงานกลาง	ยกสองคน โดยยกขึ้น-ลงจากชั้นที่ระดับเอวและระดับพื้นไปยังสถานีงานระดับเอว มีการเดิน
20	ยกและตรวจสอบชิ้นงานเล็ก	ยกชิ้นงานจากชั้นที่ระดับไหล่-เอวและพื้น ไปยังสถานีงานระดับเอว มีการเดิน
21	เตรียมวัสดุดิบ	ยกถุงจากความสูงระดับพื้นไล่ถึงเพื่อเคลื่อนย้าย ความสูงระดับเอว มีการก้าวขา
22	ยกถุงปูนเทเข้าเครื่อง	ยกถุงปูนจากพาเลทความสูงจากพื้นถึงเอวไปยังเครื่องจักรความสูงระดับเอว มีการก้าวขา
23	ยกแผ่นไม้ไนสโตร	ยกสองคน โดยยกแผ่นไม้จากกองระดับพื้นถึงเอวไปยังพาเลทความสูงระดับพื้นถึงเอว มีการก้าวขาด้านข้าง
24	ยกแผ่นไม้ตรวจสอบ	ยกสองคน โดยยกแผ่นไม้จากกองระดับพื้นถึงเอวไปยังพาเลทความสูงระดับพื้นถึงเอว มีการก้าวขาด้านข้าง
25	ยกแผ่นไม้เข้าเครื่อง	ยกสองคน จากสายพานความสูงระดับเอวไปยังเครื่องจักรความสูงระดับเอว มีการก้าวขาด้านข้าง
26	บรรจุทับท้อ	ย้ายสินค้าจากสายพานความสูงระดับหัวเข่าไปยังอีกสายพานความสูงระดับเดียวกันมีการเดิน
27	จัดเรียงสินค้า	เคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างกอง ความสูงระดับพื้นถึงเอว มีการเดิน
28	ยกแผ่นไม้ชิ้นขัดเงา	ขึ้น-ลงจากชั้นวางความสูงจากพื้น-เอว-ไหล่และสุดเอื้อมไปยังสถานีงานความสูงระดับเอว มีการก้าวขา
29	ยกแผ่นไม้ชิ้นขัดเงา (แผ่นใหญ่)	ยกสี่คน จากสายพานความสูงประมาณหัวเข่าไปยังสถานีงานความสูงระดับเอวมีการก้าวขา
30	ยกแผ่นไม้เข้าเครื่อง CNC	ยกสองคน จากสายพานความสูงระดับเอวไปยังเครื่องจักรความสูงระดับเอว มีการก้าวขาด้านข้าง
31	ประกอบและยกชิ้นงาน	ยกชิ้นงานจากสถานีงานหนึ่งไปยังอีกสถานีงานหนึ่งความสูงระดับเอว

ตารางที่ 6 ค่าปัจจัยต่างๆ ของการสำรวจงานยกของด้วยมือแยกตามประเภทงาน

No.	ประเภทงาน	จน.ตัวอย่าง	จน.คนยก	น้ำหนัก(กก.)	ขนาด(ซม.)	Vorg	Vorg เฉลี่ย	Vdist	Vdest เฉลี่ย	Horg	Hdest	Aorg	Adest	ความถี่(ต่อนาที)	RWLo	RWLo เฉลี่ย	Llo	Lld	เดิม(ม.)	มือจับ	เพศ	WBGT	Rh	บาทหลัง	
1	ยกก้อนอิฐขึ้นเข้านาคา	2	1	20	10*20*30	0.70	35	64	85-150	118	35	35	15	30	0.31	9.8	9.1	2.0	2.2	2	fair	ชาย	29.6	69	7
2	ยกงานเข้า-ออกตอม	5	1	25	30*40*40	60-90	75	55	40-150	95	35	35	15	15	0.63	12.7	13.0	2.0	1.9	2	fair	ชาย	27.8	80	5
3	ยกงานเข้า-ออก CNC	3	1	25	30*40 40	48	48	10	100	100	40	30	15	15	0.19	10.9	15.3	2.3	1.6	2	fair	ชาย	27.4	81	5
4	ยกชิ้นงานขึ้นโต๊ะ	2	2	10	40*44*22	47-147	97	25	112	112	30	40	15	15	2.34	10.3	9.4	1.0	1.1	2.5	fair	ชาย	27	79	4
5	ยกชิ้นงานส่งมอบ	2	2	12.5	40*75*22	25-120	73	48	120	120	40	40	15	15	0.21	10.2	9.3	1.2	1.3	1	fair	ชาย	28.1	74	6
6	จัดเก็บชิ้นส่วน	2	1	12	26*25*22	20-100	60	80	20-180	100	30	40	15	15	0.15	15.1	10.5	0.8	1.1	1	good	ชาย	30	71	6
7	ตัดขอบแผ่นชิ้นงาน	8	1	15	60*60*5.4	87	87	22	16-103	60	30	40	0	0	0.83	15.2	9.3	1.0	1.6	1-2	fair	ชาย	28.8	53	6
8	บรรจุชิ้นงานลงในถุงพลาสติก	4	2	20	60*120*2	17-110	64	25	89	89	30	30	15	15	1.88	14.9	15.8	1.3	1.3	1-2	fair	ชาย	29.8	48	4
9	รับชิ้นงาน	4	2	20	60*120*2	17-110	64	23	80	80	30	30	15	15	0.42	12.3	15.5	1.6	1.3	1	fair	ชาย	28.6	48	5
10	ตัดริมเหล็กแผ่นชิ้นงาน	4	2	18	120*240*2	10-85	43	38	10-85	43	30	30	15	15	2.50	10.8	14.3	1.7	1.3	1	fair	ชาย	29.3	49	4
11	ยกชิ้นงานหลังตัดลิบ	2	2	9	120*240*0.8	75	75	37	16-70	43	30	30	15	15	5.00	13.1	10.2	0.7	0.9	1	fair	ชาย	29.1	47	6
12	ยกชิ้นงานขึ้นเคสลิบ	2	2	9	120*240*0.8	70	70	5	75	75	30	30	0	15	5.00	14.4	14.5	0.6	0.6	1	fair	ชาย	29.1	47	5
13	บรรจุชิ้นหลังกล่อง	2	1	4	30*30*33	70	70	30	100	100	30	30	0	15	1.88	19.1	15.7	0.2	0.3	0	good	ชาย	29.8	56	4
14	หยิบงานออกจากเครื่องเชื่อม	1	1	0.4	18*20*20	0-80	40	40	0	0	50	45	15	45	0.63	10.5	8.0	0.0	0.1	1	good	ชาย	28.9	56	5
15	นำชิ้นงานออกจากเครื่อง	1	1	0.4	18*20*20	110	110	40	20-140	80	40	50	15	15	0.48	12.0	8.5	0.0	0.0	1	good	ชาย	29.3	54	4
16	ยกกล่องชิ้นงานเข้าเครื่อง	4	2	25	45*60*40	20-85	53	33	20-85	53	30	30	15	15	0.03	15.2	14.0	1.6	1.8	2	fair	ชาย	28.2	67	5
17	หลอมและถอดแม่พิมพ์ชิ้นงาน	6	2	18	80*40*50	55-110	55	28	55-110	110	30	30	15	15	0.33	14.3	14.4	1.3	1.3	1-2	fair	ชาย	31.5	50	5
18	ยกและตรวจสอบชิ้นงานใหญ่	4	2	32	80*40*50	31-134	81	52	81	83	30	30	0	0	0.29	14.1	14.1	2.3	2.3	1-2	poor	ชาย	29	59	5
19	ยกและตรวจสอบชิ้นงานกลาง	3	1	25	80*40*50	31-134	81	52	81	83	30	30	0	0	0.33	12.7	15.5	2.0	1.6	1-2	poor	ชาย	29	59	6
20	ยกและตรวจสอบชิ้นงานเล็ก	7	1	10	60*40*30	33.87-143	81	40	81	87	30	30	15	15	0.63	10.2	12.7	1.0	0.8	1-2	poor	ชาย	30.3	55	4
21	เตรียมวัสดุเชื่อม	1	1	10	30*30	30	30	60	90	90	35	35	0	0	0.31	12.6	12.8	0.8	0.8	1-2	poor	ชาย	29.9	61	4
22	ยกถุงปูนเข้าเครื่อง	1	1	25	50*80	30-150	90	75	102	102	30	30	15	15	0.13	16.3	16.8	1.5	1.5	1	poor	ชาย	30.8	49	4
23	ยกแผ่นไม้เส้นใย	3	2	20	120*210*1.5	10-100	55	45	10-100	55	30	30	15	15	0.79	11.4	13.8	1.8	1.4	1	fair	ชาย	29.4	64	5
24	ยกแผ่นไม้ตรวจลอบ	1	2	20	120*240*1.9	10-100	55	45	10-100	55	30	30	15	15	0.15	12.1	14.7	1.7	1.4	1	fair	ชาย	34.1	53	6
25	ยกแผ่นไม้เข้าเครื่อง	2	2	16	80*160*1.5	30-100	65	35	30-100	100	30	30	15	15	2.08	12.0	13.5	1.3	1.2	1	fair	ชาย	32.3	51	4
26	บรรจุหินบด	1	1	40	80*100*80	20-70	45	25	20-70	45	40	40	0	0	0.21	10.5	12.4	3.8	3.2	10	poor	ชาย	31.8	51	4
27	จัดเรียงสินค้า	1	1	30	80*50*70	10-70	40	35	10-70	40	30	30	0	0	0.42	12.8	15.7	2.3	1.9	10	poor	ชาย	29.9	58	4
28	ยกแผ่นไม้ชิ้นยึดงาน	1	1	7	50*90*1	85	85	35	40-180	110	30	30	0	0	0.42	11.0	13.5	0.6	0.5	2	fair	หญิง	31.8	53	
29	ยกแผ่นไม้ชิ้นยึดงาน(แผ่นใหญ่)	1	4	25	120*220*2	30	30	35	75	75	25	25	0	0	0.02	21.2	17.5	1.2	1.4	2-5	fair	หญิง	31	51	6
30	ยกแผ่นไม้เข้าเครื่อง CNC	1	1	20	120*160*2.5	30-70	50	39	89	89	30	30	0	0	0.33	13.8	16.0	1.4	1.3	3	faile	ชาย	30.8	57	4
31	ประกอบและยกชิ้นงาน	1	1	20	80*50*70	75	75	0	75	75	30	30	15	15	0.1	19.1	19.1	1.0	1.0	1	fair	หญิง	29.9	55	4

\*จ.น.=จำนวน, Vdist=Vertical Distance, Vorg=Vertical Origin, Vdest=Vertical Destination, Horg=Horizontal Origin, Hdest=Horizontal Destination, Angle at Origin, Angle at Destination, RWLo=Recommended Weight Limit (at Origin), RWLd=Recommended Weight Limit (at Destination), Lifting Index (at Origin), Lifting Index (at Destination), WBGT = Wet -Bulb Globe Temperature, Rh=Relative Humidity



รูปที่ 3 ตัวอย่างท่าทำงานยกของด้วยมือจากการสำรวจ

### 5. สรุปและวิเคราะห์ผล

จำนวนโรงงานที่ทำการสำรวจท่าทางการยกของด้วยมือ ทั้งหมด 7 โรงงาน มีท่าทางการยก 31 ประเภท คนงานเป็นเพศชายเกือบทั้งหมด เป็นเพศหญิงเพียง 3 คน งานส่วนใหญ่ (19 งาน, ในตารางที่ 6) เป็นงานที่ค่อนข้างหนัก LI (Origin)=1.4 LI (Destination) = 1.4 ปัจจัยต่างๆ ใกล้เคียงกับการสำรวจในต่างประเทศ [13], [14] ดังตารางที่ 7 (แต่งงานยกที่สำรวจครั้งนี้ จะเป็นงานยกที่เป็นงานหนักเป็นส่วนใหญ่)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของงานยกของด้วยมือในงานสำรวจต่างๆ [13], [14]

พารามิเตอร์	Dumpsey (2003)	Ciriello และ Snook (1999)	ผลการสำรวจ
Load weight (kg)	9.5	20.0	17.5
Vertical location-origin (cm)	76.2	68.6	63.5
Vertical location-destination (cm)	104.1	Not reported	82.5
Horizontal location-origin (cm)	40.6	36.6	30.0
Horizontal location-destination (cm)	43.2	Not reported	30.0
Distance of lift (cm)	30.5	45.7	37.0
Asymmetry-origin (deg)	10.1	Not reported	15.0
Asymmetry-destination (deg)	15.1	Not reported	15.0
Frequency (lifts per minute)	1.0	0.4	0.9

ส่วนที่แตกต่างออกไปคือ สภาพอุณหภูมิจะสูงกว่าที่กำหนด ( $WBGT=29.8^{\circ}\text{C}$ ) มีการยกสองคนจำนวน 13 งาน (ตารางที่ 6) การยกมือ การยกแล้วเดินช่วงสั้นๆ จำนวน 30 งาน

ซึ่งการยก 2 คนนี้ จะทำในกรณีที่น้ำหนักวัตถุมีค่ามาก ซึ่งงานวิจัยในการยกของ 2 คนยังมีความขัดแย้งกัน อยู่กล่าวคือ งานวิจัยของ Snook และ Ciriello, Davisc สรุปงานภาระงานรวมจะน้อยลง ส่วนงานวิจัยของ Heaney, Marras และคณะ, Dennis และ Barrett สรุปว่ามากขึ้น [9] ในที่นี้จึงใช้การแบ่งภาระงานให้กับ 2 คนเท่าๆ กัน การยก 2 คนน่าจะมีข้อดี คือจุดศูนย์กลางการยก (น้ำหนักของวัตถุ) จะอยู่ที่มือ ซึ่งใกล้กับหลัง ทำให้น่าจะเกิดโมเมนต์ น้อยตามไปด้วย

แนวทางต่อไปจึงน่าจะทำการทดลองในห้องทดลองที่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ เพิ่มเติม เพื่อหาว่าเมื่อนำมาใช้กับคนไทยและเมื่อสภาพการทำงานบางปัจจัยที่อยู่นอกข้อจำกัดของสมการ (จากผลสำรวจ) จะมีความเหมาะสมหรือไม่และจะต้องปรับปรุงอะไรเพิ่มเติม เพื่อให้ได้การประเมินที่ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ในการศึกษานี้ได้เน้นการใช้สมการ NIOSH สำหรับกำหนดน้ำหนักของภาระงานที่เหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการปวดหลังหรือเกิดความล้า โดยได้มาจากการวิจัยในอดีตของชาวตะวันตก ที่มีการรวบรวมเอาผลจากความถี่ (ความถี่นี้เป็นส่วนกลับของ cycle time ซึ่งจะมีวิธีการคำนวณเวลาพักรวมอยู่ด้วย) ความล้า ลักษณะของชิ้นงานเข้าไว้แล้ว แต่ข้อมูลต่างๆ ก็เป็นของชาวตะวันตกเช่นกัน ในอนาคตจึงน่าจะมีการศึกษาการประเมินภาระงานที่ใช้เกณฑ์ต่างๆ ของคนไทยด้วย

นอกจากนั้นงานประเมินในงานวิจัยนี้ เป็นการประเมินภาระงานทางด้านร่างกายเป็นส่วนใหญ่ ไม่มีการประเมินภาระงานทางด้านจิตใจร่วมด้วย เนื่องจากมีตรวจสอบเบื้องต้นแล้วว่างานเหล่านี้เป็นงานปกติที่ไม่ซับซ้อน ไม่มีผลต่อความเครียดทางด้านจิตใจมากนักและได้ตรวจสอบจากแบบสอบถามแล้วส่วนหนึ่ง แต่อาจจะมีส่วนบางประเภทที่มีภาระงานหนักทั้งทางร่างกายและจิตใจด้วยก็ได้

## 6. เอกสารอ้างอิง

1. กองวิชาการและแผนงาน, 2545, “รายงานสถิติแรงงาน พ.ศ. 2544”, กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม.
2. Nelson, G. S. and Wickes, H. G., 1995, Manual Lifting : Historical Sources of Current Standards Regarding Acceptable Weights of Lift, <http://www.hardzardcontrol.com/ml-historical.html>, Retrieved February, 2004.
3. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1981, “Work Practices Guide for Manual Lifting”, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Publication No. 81-122.

4. Occupational Safety & Health Administration, U. S. Department of Labor, OSHA Technical Manual, Section VII: Ergonomics, Chapter 1, Back Disorders and Injuries, [http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_\\_vii/otm\\_\\_vii\\_\\_1.htm](http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm__vii/otm__vii__1.htm), Retrieved March, 2004.
5. Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., and L. J. Fine, 1993. "Revised NIOSH Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks," *Ergonomics*, Vol. 36, pp. 749-776.
6. Waters, T. R., Putz-Anderson, V., and Garg, A., 1994, *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*, DHHS (NIOSH), Cincinnati, OH.
7. กรมอุตุนิยมวิทยา, 2545, *สถิติอุณหภูมิตั้งแต่ปี 2544*, สำนักงานสถิติแห่งชาติ.
8. Ayoub, M. M. and Mital, A., 1989, *Manual Materials Handling*, Taylor and Francis, London.
9. Mital, A., Nicholson, A. S., and Ayoub, M. M., 1997, *A Guide to Manual Materials Handling*, Taylor and Francis, London.
10. Dennis, G. J. and Barrett, R. S., 2003, "Spinal Loads during Two-person Team Lifting: Effect of Matched versus Unmatched Standing Height", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 32, pp. 25-38.
11. กิตติ อินทรานนท์, 2538 "การศึกษาปัญหาของการเคลื่อนย้ายวัสดุและวิเคราะห์สาเหตุการบาดเจ็บ : กรณีในโรงงานบริษัท จอห์นสัน (ประเทศไทย) จำกัด", *โครงการวิจัยโดยเงินอุดหนุนการวิจัยภายนอก คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.*
12. U. S. Department of Energy, 1995, ErgoEASER Software Available to Analyze and Solve Ergonomic Hazards, <http://tis.eh.doe.gov/others/ergoeaser/download.html>, Retrieved May, 2004.
13. Ciriello, V. M. and Snook, S. H., 1999. "Survey of Manual Handling Tasks." *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 23, pp. 149-156.
14. Dempsey, P. G., 2003, "A Survey of Lifting and Lowering Tasks," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 31, pp. 11-16.