

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบรรยายบทความที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อเป็นการให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มอัตราผลผลิต และการยศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งองค์ความรู้ออกเป็น 7 หัวข้อ ดังนี้

2.1 การเพิ่มอัตราผลผลิต

แนวคิดของการเพิ่มอัตราผลผลิตเริ่มต้นขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการสังเกตวิธีการทำงานของพนักงานในเมืองแร่แห่งหนึ่ง ซึ่งพบว่าพนักงานแต่ละคนใช้พลังต่างกัน ด้วยวิธีการและท่าทางที่แตกต่างกันทำให้ได้ผลในจำนวนที่ไม่เท่ากัน ผู้สังเกตจึงได้ความคิดว่าหากสามารถค้นหารูปแบบวิธีการทำงานที่ได้ผลดีที่สุด และกำหนดให้ทุกคนปฏิบัติตาม จะทำให้ได้ผลผลิตแรมมากที่สุด จากแนวความคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานเพื่อให้สามารถควบคุมและวัดผลงานได้ แนวความคิดดังกล่าวจึงเป็นจุดเริ่มต้นของการเพิ่มอัตราผลผลิต ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (จาลักษณ์ ขุนพลแก้ว และคณะ, 2005)

ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การเพิ่มอัตราผลผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน มีอยู่หลายแนวคิด (Generalis และ Mylonakis, 2007) โดยวิธีการเพิ่มอัตราผลผลิตนั้นมีมากกว่า 50 วิธี และสามารถจัดหมวดหมู่ได้เป็น 5 กลุ่ม คือ 1) การใช้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Technology-based) 2) การพัฒนาศักยภาพของลูกจ้าง (Employee-based) 3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product-based) 4) การพัฒนากระบวนการทำงาน (Task-based) 5) การพัฒนาด้วยวัสดุ (Material-based) ซึ่งการยศาสตร์ก็เป็นหนึ่งในกลุ่มของวิธีการเพิ่มอัตราผลผลิตแบบกระบวนการทำงาน (Task-based)

2.1.1 แนวคิดในการเพิ่มอัตราผลผลิต

อัตราผลผลิต (Productivity) นั้นมีหลายความหมายขึ้นกับงานที่แตกต่างกัน อุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน และสภาพแวดล้อมที่ต่างกันด้วย โดยความหมายของอัตราผลผลิตอาจขึ้นอยู่กับ สิ่งที่ต้องการวัด และวัตถุประสงค์ของการวัด (Thomas, 1990)

สำหรับแบบจำลองของอัตราผลผลิตมีหลายระดับ และหลายความหมาย ขึ้นกับดัชนีชี้วัดที่นำมาใช้และผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งสามารถแบ่งตามระดับของการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้ (Thomas, 1990)

(1) แบบจำลองอัตราผลผลิตเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Model)

เป็นการคำนวณอัตราผลผลิตที่เปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ได้กับทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต โดยการเปรียบเทียบที่อยู่ในรูปค่าของเงิน ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Total factor productivity (TFP)} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Labor} + \text{Material} + \text{Equipment} + \text{Energy} + \text{Capital}}$$

(2) แบบจำลองอัตราผลผลิตของโครงการ (Project-Specific Model)

เป็นการวิเคราะห์อัตราผลผลิตของโครงการที่เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ได้กับมูลค่าของต้นทุนที่ใช้ในการผลิต ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Labor} + \text{Material} + \text{Equipment}}$$

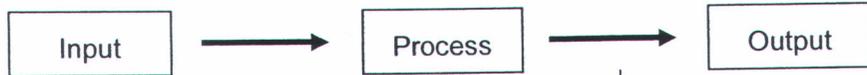
(3) แบบจำลองอัตราผลผลิตของกิจกรรม (Activity-Oriented Model)

เป็นการวิเคราะห์อัตราผลผลิตของกิจกรรมที่เปรียบเทียบระหว่างปริมาณผลผลิตที่ได้รับกับแรงงานที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมนั้น สามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{Labor productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Work - Hour}}$$

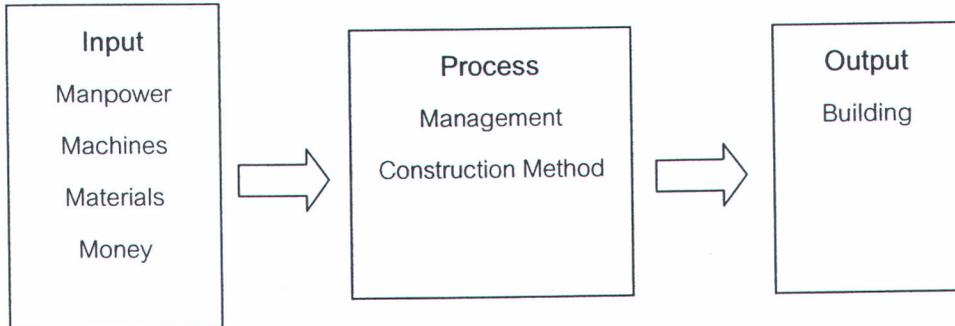
ในงานวิจัยนี้ความหมายของอัตราผลผลิตในแบบจำลองกิจกรรม(Activity-Oriented Model) เป็นอัตราผลผลิตที่คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานที่ทำได้ เปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้น

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแบบงายนั้นประกอบไปด้วย Input, Process และ Output ซึ่งสามารถแสดงด้วยแผนภาพได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม (ที่มา: Hasiholan, 2006)

สำหรับในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้น แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตสามารถแสดงให้เห็นความละเอียดยิ่งขึ้นได้ ดังนี้



รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

(ที่มา: Hasiholan, 2006)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แนวคิดในการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางคือการศึกษาเชิงปัจจัย (Factor Approach) และการศึกษาเชิงกระบวนการ (Process Approach) สำหรับแนวทางแรกเป็นการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต (Factor Approach) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตที่ได้รับ เช่น การขาดแคลนวัสดุก่อสร้าง การขาดแรงดึงดูดใจในการทำงาน สภาพอากาศที่ร้อน เป็นต้น อีกแนวทางหนึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงกระบวนการทำงาน (Process) ที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต (Process Approach) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกระบวนการที่มีผลต่ออัตราผลผลิต (Hasiholan, 2006)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับหลักการและวิธีการ ในเพิ่มอัตราผลผลิต ผู้วิจัยพบว่าการเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงานควรต้องเริ่มต้นศึกษาจากการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการผลิตรากก่อนเป็นอันดับแรก ผลการวิเคราะห์ช่วยให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต ไม่ว่าจะเป็น ผลกระทบในแง่บวก หรือผลกระทบในแง่ลบ นอกจากนี้งานวิจัยเชิงปัจจัยยังทำการวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต โดยปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรง จะมีความสำคัญมาก ส่วนปัจจัยใดที่มีความสำคัญน้อยจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้อยลงตามลำดับ

การศึกษาเชิงกระบวนการเป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนของการทำงาน ว่าต้องมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการอย่างไร จึงจะได้รับอัตราผลผลิตสูงสุด นอกจากนี้การศึกษาเชิง

กระบวนการยังเป็นการศึกษาเวลาที่สูญเสียนในกระบวนการแล้วทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการลดการสูญเสียน (Waste)

การวิจัยนี้มีลักษณะของการปรับปรุงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิต โดยเป็นปัจจัยด้านท่าทางในการทำงาน ที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ แต่ไม่ได้รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งหมด

2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.1.1 การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้น ควรทราบถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มผลผลิตในการก่อสร้าง ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการจัดประเภทของปัจจัย และมีการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย ที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดย Liberda et al. (2004) ได้แบ่งหมวดหมู่ของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างออกเป็น 3 ปัจจัยคือ 1. ปัจจัยด้านมนุษย์ เช่น แรงดึงดูดใจในการทำงาน (Work motivation), ความล้าจากการทำงาน (Fatigue), ชีตจำกัดทางกายภาพ (Physical limitation), การเรียนรู้ในการทำงาน (Learning curve) ฯลฯ 2. ปัจจัยภายนอก เช่น กฎหมายต่างๆ, ข้อบังคับ, สภาพอากาศ, เสียง, ฝุ่น, รังสี ฯลฯ 3. ปัจจัยด้านการบริหารจัดการ เช่น การวางแผนการทำงานที่ไม่เหมาะสม, การทำงานล่วงเวลา, ค่าจ้าง, ฝังหน่วยงาน, ขาดแคลนวัสดุก่อสร้าง, ขาดแคลนเครื่องมือก่อสร้าง ฯลฯ

การแบ่งหมวดหมู่ข้างต้นเป็นการแสดงภาพรวมของกลุ่มปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตในการก่อสร้าง นอกจากนี้ Liberda et al. (2004) ยังศึกษาถึงระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ในแต่ละหมวดหมู่ที่แบ่งไว้ คือ 1) หมวดปัจจัยมนุษย์ (Human factors) 2) หมวดปัจจัยภายนอก (External factors) และ 3) หมวดการบริหารจัดการ (Management factors) โดย Lim และ Alum (1995) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตของการก่อสร้างในประเทศสิงคโปร์ และทำการแบ่งแยกหมวดหมู่ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตออกเป็น 3 กลุ่มปัจจัย ประกอบไปด้วย ปัจจัยด้านกำลังคน (Manpower) ปัจจัยด้านการบริหารจัดการ (Management) และ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (Environment) พร้อมกันนี้ Lim และ Alum (1995) ยังได้ทำการตรวจสอบถึงระดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละกลุ่มที่ได้ทำการแบ่งไว้เช่นเดียวกับ Liberda et al. (2004) อีกด้วย

จากการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นมีหลากหลายปัจจัย ซึ่ง Lim และ Alum (1995) และ Liberda et al. (2004) กล่าวถึงสภาพทางการยศาสตร์ว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น

ท่าทางในการทำงาน ดังนั้นการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์จึงเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2.2 การยศาสตร์

2.2.1 คำจำกัดความ

การยศาสตร์ (Ergonomics) มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือ ergon ที่แปลว่างาน กับ nomos ที่แปลว่า กฎ ดังนั้น การยศาสตร์ (Ergonomic) หมายถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับส่วนอื่นของระบบ และเป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎี หลักการ ข้อมูล และวิธีการต่างๆ เพื่อยกระดับสภาพการทำงานและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ (The International Ergonomics Association, 2000) โดยหลักการของการยศาสตร์เป็นการหาจุดที่เข้ากันได้ดีที่สุดที่สุดระหว่างผู้ที่ปฏิบัติงาน กับสภาพการทำงาน ที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย สะดวกสบาย และมีอัตราผลผลิตสูงสุด (Albert และ Estill, 2007)

2.2.2 ความสำคัญของการยศาสตร์

การยศาสตร์ มีความสำคัญมากต่อกระบวนการทำงานไม่ว่าจะเป็นต่อผู้ที่ปฏิบัติงานนั้น หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสรุปถึงความสำคัญของการยศาสตร์ได้ ดังนี้ (สุทธิ ศรีบูรพา, 1997)

- 1) การออกแบบเปลี่ยนแปลง การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การมีคุณภาพชีวิตที่ดี ตลอดจนได้คุณภาพของงาน
- 2) การออกแบบเปลี่ยนแปลงสถานที่ทำงาน การวางผังโรงงาน โดยมุ่งเน้นความสะดวกสบาย ความรวดเร็วในการทำงาน การอำนวยความสะดวก และการบำรุงรักษา
- 3) การออกแบบเปลี่ยนแปลงวิธีในการทำงาน รวมถึงการนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการทำงาน การจัดสรรทรัพยากรคน ให้เข้ากับเครื่องจักรแต่ละชนิด ตามความสามารถและความชำนาญ
- 4) การควบคุมปัจจัยทางกายภาพในสถานที่ทำงานให้มีความปลอดภัย เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกต่อประสิทธิภาพในการผลิต

การที่ไม่นำความรู้ทางการยศาสตร์ไปใช้ในกิจการอุตสาหกรรมนั้น อาจก่อให้เกิด
ผลเสีย ดังนี้ (สุทธิ ศรีบูรพา, 1997)

- 1) ผลผลิตโดยรวมลดลง
- 2) สูญเสียเวลาที่ใช้ในการผลิตโดยไม่จำเป็น
- 3) ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลมากขึ้น
- 4) อัตราการขาดงาน และลาออกสูงขึ้น
- 5) คุณภาพของงานลดลง
- 6) ผู้ปฏิบัติงานมีความล้าและความเครียดเพิ่มขึ้น
- 7) อัตราความผิดพลาด และอุบัติเหตุ มีโอกาสเกิดมากขึ้น

ฯลฯ

สุทธิ ศรีบูรพา (1997) สรุปถึงประโยชน์ของการนำหลักการยศาสตร์ไปใช้ในการ
ทำงานได้ 4 ข้อหลัก ดังนี้

- 1) ช่วยส่งเสริมสุขภาพของคนงานให้ดียิ่งขึ้น
- 2) ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน
- 3) ช่วยเพิ่มความสะดวกรบายในการทำงาน
- 4) ช่วยเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงาน

การยศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยให้ทราบถึง ความสามารถ ขีดจำกัด และ
คุณลักษณะ หรือคุณสมบัติต่างๆ ของมนุษย์ แม้ได้ทราบแล้วว่าการนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้
ในการทำงานนั้น มีประโยชน์มากมาย แต่ก็มีเหตุผลบางประการที่ทำให้ไม่สามารถนำการยศาสตร์
ไปใช้ได้ หรือการนำการยศาสตร์ไปใช้แต่ไม่ประสบความสำเร็จ

Hendrick (1996) ระบุสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้
หรือการนำการยศาสตร์ไปใช้แต่ไม่ประสบความสำเร็จนั้น สามารถสรุปสาเหตุได้ ดังนี้

- 1) การใช้หลักการทางการยศาสตร์แบบไม่ถูกต้อง เป็นการนำหลักการ
ทางการยศาสตร์ไปใช้โดยที่มิได้ตรวจสอบถึงความเหมาะสมของกระบวนการว่ามีความเหมาะสม
กับลักษณะการทำงานหรือไม่ การกระทำเช่นนี้เรียกว่า การยศาสตร์ผีดิบ (Voodoo Ergonomic)
- 2) การคิดว่าการยศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องทราบโดยจิตสำนึก (Common
Sense) ไม่ต้องมีหลักการทางวิชาการใดๆเป็นพิเศษ สามารถทราบได้ด้วยตัวเองจากจิตสำนึก
(Common Sense) ว่าสิ่งใดเป็นการทำงานที่ถูกต้อง หรือผิดสภาพทางการยศาสตร์ ซึ่งแนวความคิด
เช่นนี้ทำให้ไม่เห็นความสำคัญของการยศาสตร์เท่าที่ควร



3) การนำการยศาสตร์เข้ามาใช้ในการทำงานนั้น บางครั้งจำเป็นที่ต้องมีการลงทุน แต่ผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจมักมองว่าการนำการยศาสตร์มาใช้ ไม่ให้ประโยชน์กับองค์กร แต่เป็นการให้ประโยชน์กับคนงานมากกว่า ดังนั้นผู้ที่มีอำนาจจึงมีอุปสรรคในตัดสินใจลงทุน

4) การมองว่าการยศาสตร์เป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า โดยขาดการตรวจสอบให้ดีกว่า การลงทุนเพื่อนำการยศาสตร์มาใช้นั้นคุ้มค่ากับต้นทุนหรือไม่ หรือมีการตรวจสอบความคุ้มค่าที่ไม่ถูกต้อง เพราะผลกระทบของการนำการยศาสตร์มาใช้นั้นค่อนข้างกว้าง และอาจใช้เวลานานกว่าจะได้รับประโยชน์

จากข้อมูลข้างต้นสรุปว่า การประยุกต์ใช้หลักการทางยศาสตร์ในงานก่อสร้าง มีประโยชน์ต่อทั้งผู้ปฏิบัติงาน และผู้ที่เกี่ยวข้อง แต่การประยุกต์ใช้หลักการทางยศาสตร์อาจมีอุปสรรคในการนำมาใช้ หรือการนำหลักการทางยศาสตร์มาใช้แต่ไม่ได้ผล แสดงให้เห็นว่าการนำหลักการทางยศาสตร์มาใช้นั้น ต้องมีการวางแผน และการให้ความร่วมมือกันของทุกฝ่าย

2.3 การประเมินค่าทางการยศาสตร์

เพื่อทราบถึงสภาพทางการยศาสตร์ของการทำงานว่าอยู่ในระดับใดนั้น ต้องมีการตรวจสอบและวัดผลถึงระดับของสภาพทางการยศาสตร์ ซึ่งเรียกขั้นตอนของการตรวจสอบและทำการประเมินสภาพทางการยศาสตร์ว่า การประเมินค่าทางการยศาสตร์ (Ergonomic assessment)

วิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์นั้นมีหลายวิธีการ เมื่ออาศัยเกณฑ์เรื่องความแม่นยำในการวัด และการรบกวนการทำงานของผู้ถูกสังเกตการณ์ จะสามารถแบ่งกลุ่มของวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (David, 2005)

- (1) การประเมินโดยการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report)
- (2) การประเมินโดยการสังเกตการณ์ (Observational method)
- (3) การประเมินโดยการวัดโดยตรง (Direct measurement)

ซึ่งรายละเอียดของวิธีการในหมวดต่างๆ มีดังนี้

2.3.1 การประเมินด้วยวิธีการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report)

เป็นวิธีการที่อาศัยข้อมูลทั้งด้าน กายภาพ (Physical) และจิตวิทยา (Psychosocial) ที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากสถานที่ทำงาน ข้อมูลที่ได้รับอาจได้มาจากการให้

ผู้ปฏิบัติงานจดลงสมุดจดบันทึก การสัมภาษณ์ และการถาม-ตอบคำถามกับผู้ปฏิบัติงาน โดยทั่วไปการเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้มักอาศัยการเก็บข้อมูลโดยการจดบันทึก ต่อมาก็ได้มีการพัฒนา รูปแบบการเก็บข้อมูลโดยการตอบคำถามผ่านแบบสอบถามเวปเบส (Web-base Questionnaires) นอกจากนี้การเก็บข้อมูลดังกล่าวยังถูกพัฒนาโดยการถามตอบผ่านระบบกล้อง วีดีโอด้วยตัวเอง (Self-evaluation of video film) ซึ่งข้อมูลที่ทำกรรวบรวมอาจเกี่ยวกับการ แสดงออกถึงการบาดเจ็บ, ความเจ็บปวดที่เกิดขึ้น หรือแม้แต่วะเวลาที่ใช้ในการหายจากอาการ บาดเจ็บ (David, 2005)

วิธีการประเมินกลุ่มนี้ มีการนำไปใช้กับการประเมินการบาดเจ็บ, การประเมินหา จุดเสี่ยง, การประเมินเพื่อจัดอันดับความเสี่ยงของกิจกรรม เป็นต้น ซึ่งมีการนำไปใช้ใน ภาคอุตสาหกรรมต่างๆ

ข้อดีของวิธีการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report) คือมีรูปแบบที่ตรงไปตรงมาและ สามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกับทุกรูปแบบของการทำงาน นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวยังเหมาะสม ในการสำรวจที่เกี่ยวกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก โดยมี ต้นทุนที่ไม่สูงนัก

อย่างไรก็ดี วิธีดังกล่าวยังมีปัญหาหลักอยู่ที่ความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับจาก ผู้ปฏิบัติงาน, การรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการให้ผู้ปฏิบัติงานมาตอบคำถามนั้น อาจมีปัญหारेื่อง ความน่าเชื่อถือ จากการที่ผู้ปฏิบัติงานนั้นไม่ตั้งใจ หรือไม่เต็มใจในการตอบคำถาม และแม้ว่า วิธีการดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการเก็บข้อมูลจำนวนมาก แต่การเก็บและประมวลผลจากข้อมูลที่มีปริมาณมากนั้น จะเกิดค่าใช้จ่ายที่สูงในกิจกรรมดังกล่าว

นอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวยังไม่สามารถให้รายละเอียดของความเสียหายในการ ทำงานได้มากเท่ากับวิธีอื่น ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากวิธีการประเมินค่าโดยการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report) อาจมีรายละเอียดไม่ครบถ้วนเพียงพอสำหรับการนำไปวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุง วิธีการทำงาน (Method Improvement) (David, 2005)

2.3.2 การประเมินด้วยวิธีสังเกตการณ์ (Observational Method)

การประเมินค่าโดยการสังเกตการณ์ เป็นการเก็บข้อมูลทางการยศาสตร์จาก สถานที่ทำงานโดยมีผู้สังเกตการณ์ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูล การประเมินค่าทางการยศาสตร์ ด้วยวิธีดังกล่าวขึ้นกับความต้องการของผู้สังเกตการณ์ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งการประเมินค่าด้วยวิธีสังเกตการณ์สามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก 2 วิธีย่อยได้แก่

(1) เทคนิคการสังเกตการณ์แบบง่าย (Simpler observational techniques)

เทคนิคการสังเกตการณ์แบบง่ายเป็นวิธีการสร้างระบบของการบันทึกค่าทางกายศาสตร์ ซึ่งวิธีการส่วนใหญ่มีหลักการคือ การรวบรวมการเชื่อมโยงกันระหว่างปัจจัย หรือตัวแปรต่างๆ เพื่อคำนวณหาตัวหนึ่ง มาเป็นตัวแทนของสภาพทางกายศาสตร์สำหรับกิจกรรมนั้น

เทคนิคต่างๆ ที่อยู่ในหมวดย่อยนี้ ได้แก่ วิธี OWAS, NIOSH Lifting Index, ORCA Lifting Index ฯลฯ ซึ่งเทคนิคต่างๆนี้มีวัตถุประสงค์ในการใช้ และลักษณะของผลลัพธ์ที่แตกต่างกันไป การเลือกเทคนิคที่นำมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับความต้องการ และความเหมาะสมของผู้ใช้เป็นสำคัญ (David, 2005)

สำหรับข้อดีของวิธีนี้ก็คือค่าใช้จ่ายในการประเมินที่ไม่สูงมาก และเนื่องจากระบบการประเมินมีความชัดเจนและใช้งานไม่ยาก ดังนั้นวิธีการดังกล่าวจึงถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้กับสถานที่ทำงานในรูปแบบที่ต่างกันได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งเทคนิคการประเมินด้วยวิธีอื่นๆอาจรบกวนการทำงานของคนงานมากจนไม่สามารถใช้เทคนิคดังกล่าวในการประเมินได้ (David, 2005)

แต่อย่างไรก็ดี วิธีการในหมวดนี้จะต้องใช้ผู้สังเกตการณ์ที่ผ่านการฝึกอบรมมาพอสมควรและอาจต้องการอุปกรณ์เพื่อเสริมความแม่นยำในการประมวลผล เช่น คอมพิวเตอร์ และกล้องบันทึกเทปโทรทัศน์ เพื่อประกอบในการสังเกตการณ์ (David, 2005)

(2) เทคนิคการสังเกตการณ์แบบซับซ้อน (Advance observational techniques)

การประเมินโดยวิธีการสังเกตการณ์แบบซับซ้อนมีความเหมาะสมกับงานที่มีกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวรวดเร็วและต่อเนื่อง ซึ่งการจดบันทึกค่าด้วยวิธีการสังเกตแบบง่ายไม่สามารถสังเกตได้ ดังนั้นการประเมินค่าทางกายศาสตร์ด้วยเทคนิคดังกล่าวจึงต้องอาศัยการบันทึกเทปด้วยกล้องวีดิทัศน์ (Videotape) หรือต้องอาศัยคอมพิวเตอร์มาช่วยในการบันทึกข้อมูล และทำการประมวลผล ซึ่งทำทางที่คนงานกระทำจะถูกบันทึกไว้ ณ เวลาจริง (Real time) โดยการบันทึกจะประกอบด้วยข้อมูลในหลายๆ ด้าน เช่น ท่าทางของส่วนต่างๆ ของร่างกาย กิจกรรมที่กำลังกระทำ น้ำหนักที่กำลังยก ฯลฯ (David, 2005)

ตัวอย่างของเทคนิคที่จัดอยู่ในหมวดนี้ได้แก่ PATH, VDO Analysis ฯลฯ ซึ่งเทคนิคในหมวดนี้ส่วนใหญ่จะมีการบันทึกข้อมูลหลายข้อมูลในเวลาเดียวกัน บางเทคนิคจะใช้ข้อมูลในรูปแบบของ 3 มิติ จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือมาช่วยในการบันทึกข้อมูลดังกล่าวให้มีความถูกต้องและแม่นยำ (David, 2005)

เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลหลายข้อมูลพร้อมกัน วิธีการดังกล่าวจึงมีข้อดีคือผู้สังเกตการณ์จะได้รับข้อมูลหลากหลายพร้อมๆกัน ทำให้ข้อมูลที่ได้รับสามารถนำไปวิเคราะห์ได้ในหลากหลายแง่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้เป็นอย่างดีกับงานที่มีความหลากหลายของกิจกรรม

ค่าใช้จ่ายสำหรับวิธีการนี้ จัดว่าปานกลาง แต่เนื่องจากเป็นวิธีการที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงต้องอาศัยเครื่องมือ และที่สำคัญต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ และถูกฝึกมาเพื่อสามารถทำการสังเกตการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การสังเกตการณ์ด้วยวิธีนี้ มีข้อจำกัดที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก และพบว่าวิธีการในหมวดนี้เหมาะกับการใช้ประเมินค่าทางการยศาสตร์ในกิจกรรมย่อยของงานนั้นๆ ไม่เหมาะกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในสถานที่ทำงานทั้งหมด (David, 2005)

2.3.3 การประเมินด้วยวิธีการวัดโดยตรง (Direct Method)

วิธีการดังกล่าวเป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือเพื่อช่วยในการวัดค่าทางการยศาสตร์ โดยจะติดตั้งเครื่องมือเข้ากับตัวผู้ปฏิบัติงานที่ต้องการประเมินค่าทางการยศาสตร์ วิธีการในหมวดนี้ มีทั้งวิธีที่ใช้เครื่องมือแบบง่ายๆ วัดค่าการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ ไปจนถึงการใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อนสูง ซึ่งจะให้ข้อมูลจากการวัดหลายข้อมูลในแง่ต่างๆ พร้อมๆกันตามที่ต้องการ (David, 2005)

จากการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการประเมินในรูปแบบการวัดโดยตรงนี้ พบว่ามีการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาเพื่อใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์มากมาย ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมานั้น มีวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละเครื่องมือ และวิธีการนี้ จะทำการวัดด้วยเครื่องมือเป็นหลักและข้อมูลจะเชื่อมต่อโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถนำไปเข้าสู่กระบวนการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว (David, 2005)

การประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธีการวัดโดยตรงนั้น สามารถให้ข้อมูลความละเอียดสูงเกี่ยวกับสภาพทางการยศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าวอาจต้องมีการติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ตามร่างกายของคนงานทำให้สภาพการทำงานขณะทำการวัดอาจถูกรบกวนและไม่เหมือนกับสภาพที่กระทำจริง นอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวจะต้องอาศัยการลงทุนที่สูง ทั้งเครื่องมือต่างๆ และบุคลากรจะต้องได้รับการฝึกฝนอย่างดี นอกจากนี้ยังรวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่สูงในการจัดจ้างบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเหล่านั้นด้วย (David, 2005)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การประเมินค่าทางการยศาสตร์นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือการประเมินโดยการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report), การประเมินโดยการสังเกตการณ์

(Observational method) และการประเมินโดยการวัดโดยตรง (Direct measurement) โดยวิธีการศึกษาในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยเทคนิคการประเมินค่าทางกายศาสตร์หลายวิธี ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาและการวิเคราะห์ของผู้ทำการวิจัย โดยพิจารณาเรื่องความเหมาะสมในการนำมาใช้งานและความแม่นยำของผลลัพธ์ที่ได้รับเป็นหลัก พบว่าเทคนิคในการประเมินค่าทางกายศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการนำมาปรับใช้เพื่อทำการประเมินค่าทางกายศาสตร์ในงานก่อสร้าง นั้น มีอยู่ 3 เทคนิค ได้แก่ 1. NIOSH lifting index ซึ่งเป็นวิธีการประเมินค่าทางกายศาสตร์ในกิจกรรมที่เป็นการยกวัสดุ 2. OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) เป็นวิธีการประเมินค่าทางกายศาสตร์ที่ใช้หลักการของการสัมผัสตัวอย่างท่าทางในการทำงานจากทั้งร่างกาย และเก็บข้อมูลถึงอัตราส่วนของเวลาที่ใช้อุบัติในท่าทางนั้น และ 3. PATH (Posture, Activities, Tools and Handling) เป็นวิธีการที่มีพื้นฐานจากวิธี OWAS ซึ่ง PATH มีการพัฒนาในแง่การเชื่อมโยงระหว่างท่าทางในการทำงานและกิจกรรมที่ทำในขณะนั้น สำหรับรายละเอียดในแต่ละวิธีการนั้นจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.4 เทคนิคที่ใช้ในการประเมินค่าทางกายศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับงานก่อสร้าง

2.4.1 NIOSH lifting index (The 1991 Revised NIOSH Lifting Equation)

วิธีการนี้มีจุดประสงค์ในการระบุถึงปริมาณของความเล็ง หรือขอบเขตที่ยอมรับได้ของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแบกหาม (Lifting task) เพื่อระบุถึงกิจกรรมที่ต้องทำการแก้ไข และดำเนินการแก้ไขต่อไป (Waters et al., 1994)

เป็นที่ทราบกันว่าไม่สามารถระบุได้อย่างแน่นอนถึงน้ำหนักที่สามารถยก/แบกหาม ได้อย่างปลอดภัยในทุกสภาวะ เนื่องจากน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้อย่างปลอดภัยนั้นมีค่าที่แตกต่างกันไปในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง ในวิธีการ NIOSH lifting index นี้จะใช้ 6 ตัวแปร ในการคำนวณหาน้ำหนักที่สามารถยกได้อย่างปลอดภัย ณ สภาวะหนึ่ง

ตัวแปรที่ถูกนำมาใช้คำนวณ คือตัวคูณแนวนอน (Horizontal Multiplier, HM), ตัวคูณแนวตั้ง (Vertical Multiplier, VM), ตัวคูณระยะห่าง (Distance Multiplier, DM), ตัวคูณความถี่ (Frequency Multiplier, FM), ตัวคูณความอสมมาตร (Asymmetry Multiplier, AM) และตัวคูณเชื่อมต่อ (Coupling Multiplier, CM) (Waters et al., 1994)

เพื่อคำนวณค่าตัวคูณ ข้างต้นนั้น ผู้สังเกตการณ์จะต้องทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ดังนี้

(1) ระยะทางในแนวนอน จากวัตถุ (LOAD) ถึงร่างกาย ค่านี้แสดงระยะทางในแนวนอนจากกึ่งกลางระหว่างข้อเท้าถึงมือ สามารถนำไปคำนวณตัวคูณแนวนอน (HM) ได้ ระยะของวัตถุที่ยิ่งห่างออกไปจะส่งผลให้เกิดแรงที่กระทำกับกระดูกสันหลังมากขึ้น

(2) ความสูงในแนวตั้งจากวัตถุ ถึงพื้นเมื่อเริ่มต้นทำการยกวัตถุนั้น ค่านี้แสดง ความสูงในแนวตั้งจากพื้นถึงมือ สามารถนำไปคำนวณหาตัวคูณแนวตั้ง (VM) ได้ การยกวัตถุที่ จะต้องพิจารณาคือการยกวัตถุขึ้นไปเหนือระดับหัวไหล่

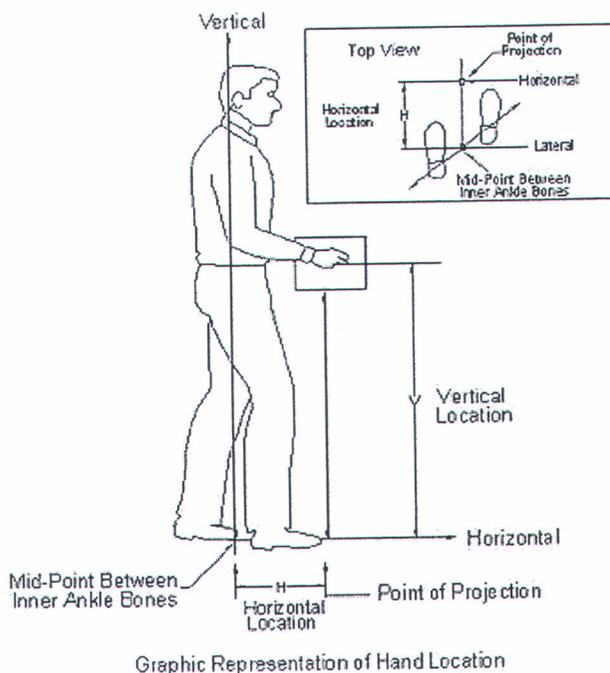
(3) ความสูงที่ยกวัตถุนั้น ค่านี้แสดงผลต่างความสูงระหว่างจุดที่เริ่มยกวัตถุนั้น จนถึงจุดที่นำวัตถุนั้นไปวาง สามารถนำไปคำนวณหาตัวคูณระยะห่าง (DM) ยิ่งยกวัตถุสูงเท่าไร ความอันตรายจะยิ่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

(4) ความถี่ และระยะเวลาที่ทำงานนั้น ค่านี้แสดงความถี่ในการยกในระยะเวลาหนึ่ง สามารถนำไปคำนวณหาตัวคูณความถี่ (FM) โดยการยกที่ยิ่งมีความถี่สูง และมีช่วงเวลากการ ทำ Task ที่นาน ก็จะมีก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้มากขึ้น

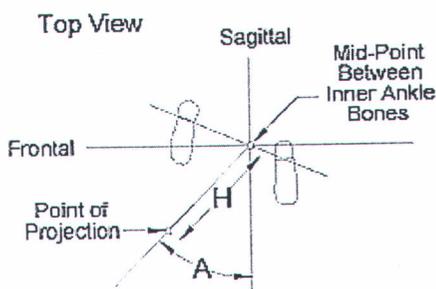
(5) ความอสมมาตร ที่เกิดขึ้นในการยก ค่านี้แสดงมุมที่เกิดขึ้นในการยก โดยคิด มุมที่ทำระหว่างจุดระหว่างมือกับเส้นที่ลากจากศูนย์กลางระหว่างข้อเท้า สามารถนำไปคำนวณหา ตัวคูณความอสมมาตร (AM) การบิดหลังได้ไม่ได้ช่วยทำให้ผลต่อความแข็งแรงและสมดุล ในการ ยก

(6) ความเชื่อมต่อกับสิ่งที่ยก ค่านี้แสดงคุณสมบัติของการจับยึดระหว่างมือและ วัตถุ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหา ตัวคูณเชื่อมต่อ (CM) เครื่องมือ หรือเครื่องช่วยยก ที่นำมาใช้ เพื่อให้เกิดการสัมผัสที่ดียิ่งขึ้น และช่วยให้สามารถยกน้ำหนักได้มากขึ้น โดยที่ไม่ต้องกังวลว่าวัตถุ นั้นจะตกหล่น

โดยการสังเกตค่าทั้ง 6 ข้อข้างต้นนั้น สามารถสรุปเป็นรูปภาพได้ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางกายศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH Index
(ที่มา: EMC Insurance Company, 2009)



รูปที่ 2.4 แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางกายศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH index
(การบิดตัว) (ที่มา: EMC Insurance Company, 2009)

จากการสังเกต 6 ปัจจัยดังกล่าว สามารถที่จะนำมาหาค่าตัวคูณต่างๆโดยมีสูตร
ในการคำนวณ ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวคูณเชื่อมต้อ (Waters et al., 1994)

ชนิดการเชื่อมต้อ	ตัวคูณเชื่อมต้อ (Coupling Multiplier)	
	V < 30 inches (75cm)	V ≥ 30 inches (75cm)
ดี	1.00	1.00
ปานกลาง	0.95	1.00
แย้	0.90	0.90

ซึ่งในการคำนวณหาค่าตัวคูณเชื่อมต้อนั้น จะต้องพิจารณาชนิดของการเชื่อมต้อระหว่างมือกับวัตถุ นั้น โดยมีแนวทางในการพิจารณา ดังนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงการแบ่งประเภทของการเชื่อมโยงระหว่างมือกับวัตถุ (Waters et al., 1994)

การเชื่อมโยงแบบดี (Good)	การเชื่อมโยงแบบปานกลาง (Fair)	การเชื่อมโยงแบบแย้ (Poor)
1. สำหรับภาชนะที่มีการออกแบบเหมาะสมที่สุด เช่น กล่อง สภาพ การเชื่อมโยง"ดี" หมายถึง มือจับ หรือ ที่จับที่มีการออกแบบที่ดีที่สุด (Optimal Design) (ดูข้อ 1-3)	1. สำหรับภาชนะที่มีการออกแบบเหมาะสมที่สุด สภาพการเชื่อมโยง"ปานกลาง" หมายถึง มือจับ หรือ ที่จับ ที่มีการออกแบบที่แย้กว่าการออกแบบที่ดีที่สุด(ดูข้อ 1-4)	1. ภาชนะที่ไม่ได้มีการออกแบบที่ดีที่สุด หรือ ภาชนะหลวม หรือ มีรูปร่างที่ไม่สมมาเสมอ ซึ่งวัตถุเหล่านั้นมีรูปร่างที่เทอะทะ, ยกยาก หรือมีมุมที่คม (ดูข้อ 5)
2. สำหรับภาชนะหลวม หรือ มีรูปร่างไม่สมมาเสมอ เช่น หิน สภาพ การเชื่อมโยง"ดี" หมายถึง การมีที่จับที่สะดวกสบายที่สามารถใช้มือยกวัตถุนั้นได้อย่างสะดวก(ดูข้อ 6)	2. สำหรับภาชนะที่มีการออกแบบเหมาะสมที่สุด ที่ไม่มีที่จับ หรือ สำหรับวัสดุหลวม หรือ วัสดุที่มีรูปร่างไม่สมมาเสมอ สภาพการเชื่อมโยง"ปานกลาง" หมายถึงที่จับที่มีมือสามารถบิดโค้งได้ 90 องศา(ดูข้อ 4)	2. การยกถุงที่ไม่แข็ง เช่น ถุงที่ตรงกลางห้อย

1) มือจับที่ออกแบบได้ดีที่สุด ต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.75-1.5 นิ้ว (1.9-3.8 เซนติเมตร), ความยาวมากกว่า 4.5 นิ้ว (11.5 เซนติเมตร), มีช่องว่าง 2 นิ้ว (5 เซนติเมตร), รูปร่างกลม, เรียบ และมีผิวที่ไม่ลื่น

2) ที่จับที่ออกแบบได้ดีที่สุด ต้องมีรูปร่างโดยประมาณ คือ สูงมากกว่า 1.5 นิ้ว (3.8 เซนติเมตร), ยาวมากกว่า 4.5 นิ้ว (11.5 เซนติเมตร), มีรูปทรงกึ่งรี, มีช่องว่าง 2 นิ้ว (5 เซนติเมตร), ผิวเรียบ, ไม่ลื่น และมีความหนาแน่นมากกว่า 0.25 นิ้ว (0.60 เซนติเมตร)

3) ภาชนะที่ออกแบบดีที่สุด ต้องมีส่วนด้านหน้าน้อยกว่า 16 นิ้ว (40 เซนติเมตร), มีความสูงน้อยกว่า 12 นิ้ว (30 เซนติเมตร) และมีผิวที่เรียบและไม่ลื่น

4) คนงานควรสามารถจับได้อย่างแน่นอนหนาเป็นมุมประมาณ 90 องศา ได้ ภาชนะ เช่นการยกกล่องขึ้นจากพื้น

5) ภาชนะที่มีการออกแบบแยกจากการออกแบบที่ดีที่สุด เมื่อ มีส่วน ด้านหน้ายาวมากกว่า 16 นิ้ว (40 เซนติเมตร), ส่วนสูงมากกว่า 12 นิ้ว (30 เซนติเมตร), ผิวหยาบ หรือลื่น, ขอบมุมมีความคม, รูปร่างไม่สมมาตร, มีการบรรจุภายในที่ไม่เสถียร, หรือจำเป็นต้องใช้ ฤงมือ วัตถุหลวมจะถูกพิจารณาว่าเทอะทะ เมื่อน้ำหนักไม่สามารถทำให้สมดุลระหว่างมือจับได้

6) คนงานควรสามารถจับมือได้รอบวัตถุโดยไม่ต้องใช้ท่าทางที่ผิดหลักการ และที่จับควรจะต้องไม่มีการใช้แรงเพิ่มเติมในการใช้งาน

เมื่อได้ค่าต่างๆ ตามตารางข้างต้นแล้ว ก็จะนำไปคำนวณค่าของ ค่าน้ำหนัก สูงสุดที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit, RWL) จากสมการ (Waters et al., 1994)

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

โดย

RWL คือค่าน้ำหนักสูงสุดที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit, RWL)

LC คือค่าน้ำหนักคงที่ (Load Constant, LC) ซึ่งจะเท่ากับ 23 kg. ในหน่วย Metric และเท่ากับ 51 lb ในหน่วย U.S. Customary

National Institute for Occupational Safety and Health ได้ให้ความหมาย ของค่าน้ำหนักคงที่ (Load Constant, LC) ไว้ว่าเป็นน้ำหนักที่บุคคลหนึ่งสามารถยกได้ภายใต้ สภาพอุดมคติ โดยที่ได้รับความเสี่ยงต่ำกับร่างกายอันเนื่องมาจากการยกนั้น (Waters et al., 1994) สำหรับตัวคูณต่างๆที่เหลือ (HM, VM, DM, FM, AM, และ CM) จะเป็นตัวคูณที่เอาไปคูณ กับน้ำหนักคงที่เพื่อลดค่าน้ำหนักที่ยกได้ดังกล่าวลง ซึ่งจะคำนึงถึงสภาวะการยกที่เกิดขึ้นจริง (Waters et al., 1994)

นอกจากนี้ ยังมีการคำนวณอีกหนึ่งตัวแปรคือ ดัชนีการยก (LI) ซึ่งได้มาจากการนำน้ำหนักที่ยกจริง หารด้วยค่าน้ำหนักสูงสุดที่แนะนำให้ยก

ค่าดัชนีการยก (LI) จะสามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกิจกรรมการยก (Lifting Task) ที่ให้ค่า LI ออกมาไม่เท่ากัน โดยถ้าค่าดัชนีการยกได้ค่าสูงกว่า 1.0 จะแสดงให้เห็น ถึงความเสี่ยงที่เพิ่มมากขึ้นของอาการบาดเจ็บที่หลัง (Low back pain) จากการยกวัตถุในกิจกรรม ดังกล่าว (Waters et al., 1994) ซึ่งสามารถใช้ระบุถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการบาดเจ็บ ที่หลัง (Low back pain) ได้

สำหรับเป้าหมาย หรือค่าดัชนีการยกที่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานนั้น คือ ค่าที่น้อยกว่า 1.0 การนำ NIOSH lifting index ไปใช้เพื่อช่วยระบุถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความ

เสี่ยงต่อการได้รับบาดเจ็บของแรงงาน ซึ่งกิจกรรมที่เสี่ยงนั้นต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อทำให้การยก/การแบกหามนั้น มีความปลอดภัยมากขึ้น (Waters et al., 1994)

อย่างไรก็ดีการคำนวณ NIOSH lifting index นั้นไม่สามารถใช้ได้กับทุกสภาวะการยก ข้อยกเว้นที่การคำนวณดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้ คือ

- 1) การยกด้วยมือข้างเดียว
- 2) สถานที่นั้น ร้อน-เย็น มาก
- 3) ของที่ยกหนักมาก หรือเป็นของที่ไม่มีเสถียรภาพ
- 4) การยกจากทำนงย่องๆ หรือ นั่งกับพื้น

2.4.2 OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System)

OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) เป็นวิธีการที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่คิดค้นขึ้นโดย Karhu et al. (1977) โดยในช่วงแรกนำมาใช้ในการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ในโรงงานผลิตเหล็ก ต่อมา Kivi และ Mattila (1991) ได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างและวิธี OWAS ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมอื่น วิธี OWAS เป็นวิธีที่ใช้พื้นฐานของการสุ่มตัวอย่างการทำงาน (Work Sampling) โดยการระบุ และประเมินความเสี่ยงของท่าทางที่ใช้ในการทำงานด้วยวิธี OWAS ใช้หลักการสุ่มตัวอย่างท่าทางในการทำงานจากทุกส่วนของร่างกาย

Mattila et al. (1993) เสนอการวิเคราะห์ค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS มีรหัสสำหรับส่วนต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งรหัสออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

- 1) รหัสสำหรับหลัง (Back)
- 2) รหัสสำหรับแขน (Arms)
- 3) รหัสสำหรับขา (Legs)
- 4) รหัสสำหรับน้ำหนักที่ยก (Load)

ซึ่งสามารถแสดงเป็นรูปภาพประกอบคำบรรยายได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.5 แสดงรหัสสำหรับหลัง (Back) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	หลังอยู่ในสภาพที่ตรง	1
	หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง	2
	หลังอยู่ในสภาพที่บิด	3
	หลังอยู่ในสภาพที่ บิด และโค้ง	4

ตารางที่ 2.6 แสดงรหัสสำหรับแขน (Arm) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	แขนทั้งสองข้าง อยู่ต่ำกว่าไหล่	1
	แขนหนึ่งข้างอยู่สูงกว่าไหล่ อีก ข้างอยู่ต่ำกว่าไหล่	2
	แขนทั้ง 2 ข้างอยู่สูงกว่าไหล่	3

ตารางที่ 2.7 แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

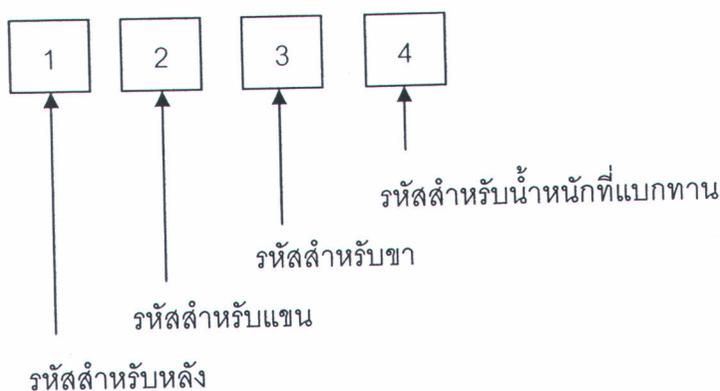
รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	นั่ง	1
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้ง 2	2
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาเดียว	3
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้ง 2 งอเข่า	4
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาเดียว งอเข่า	5
	เข่า 1 หรือ ทั้ง 2 ข้าง สัมผัสพื้น	6
	เดิน	7

ตารางที่ 2.8 แสดงรหัสสำหรับน้ำหนัก (Load) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnic de Valencia, 2009)

น้ำหนักที่แบกทาน	รหัส
น้อยกว่า 10 กิโลกรัม	1
ระหว่าง 10 ถึง 20 กิโลกรัม	2
มากกว่า 20 กิโลกรัม	3

หลักการวิเคราะห์ด้วยวิธี OWAS เริ่มจากการเก็บข้อมูลท่าทางการทำงานและนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ตามตารางที่ 2.5 ถึง 2.8 การกระทำท่าทางหนึ่งสามารถสร้างรหัสสำหรับท่าทางนั้นได้ หลักจากบันทึกรหัสท่าทางจากร่างกายแต่ละส่วน ข้อมูลของรหัสท่าทางจะถูกนำมาบันทึกเรียงตามลำดับดังนี้ รหัสสำหรับหลัง, รหัสสำหรับแขน, รหัสสำหรับขา และรหัสสำหรับน้ำหนักที่แบกทาน ตามลำดับ การแบ่งรหัสออกเป็น 4 ส่วนนั้นสามารถสร้างเป็นรหัสต่างๆ ได้ ถึง $4 \times 3 \times 7 \times 3 = 252$ รหัส (Mattila et al., 1993)

โดยรหัสแต่ละส่วนจะถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นชุดของรหัสที่แสดงออกมาเป็นท่าทางที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังกระทำอยู่ ซึ่งสามารถแสดงเป็นรูปเพื่อประกอบความเข้าใจได้ ดังนี้



รูปที่ 2.5 แสดงองค์ประกอบของรหัสท่าทางเทคนิค OWAS

รหัสท่าทางต่างๆที่แสดงดังตารางข้างต้น สามารถจัดเป็นกลุ่มตามระดับความอันตรายของท่าทางตามรหัสนั้น ได้เป็น 4 กลุ่ม (Kahu et al., 1977) ได้แก่

- 1) ท่าทางที่ปกติ ไม่จำเป็นต้องแก้ไข
- 2) ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายเล็กน้อย ควรจะได้รับการแก้ไขในอนาคต
- 3) ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างชัดเจน ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 4) ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรง ต้องได้รับการแก้ไขในทันที

ซึ่งสามารถที่จะแสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทาง โดยเปรียบเทียบกับ
 ภัยอันตรายของท่าทางได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.9 แสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทางเปรียบเทียบกับภัยอันตรายของท่าทาง
 (ที่มา: Universidad Politécnic de Valencia, 2009)

				หลัง(Back)											
				1			2			3			4		
				แขน(Arm)			แขน(Arm)			แขน(Arm)			แขน(Arm)		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ขา(Legs)	1	น้ำหนัก	1	1	1	2	2	3	1	2	2	2	3		
			2	1	1	1	2	2	3	1	2	2	3	3	
			3	1	1	1	3	3		1	3	3	3		
	2	น้ำหนัก	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	
			2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	3
			3	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3		
	3	น้ำหนัก	1	1	1	2	2	3	1	1	2	2	3	3	
			2	1	1	1	2	3	3	1	1	3	2	3	3
			3	1	1	1	3	3	3	2	2	3	3	4	4
	4	น้ำหนัก	1	2	2	3	3	3	3						
			2	2	2	3				3					
			3	2	2	3	3			3					
	5	น้ำหนัก	1	2	2	3	3								
			2	2	2	3									
			3	2	2	3	3								
	6	น้ำหนัก	1	1	1	2	3		1	3					
			2	1	1	1	2	3		1	3				
			3	1	1	1	2			1	3				
	7	น้ำหนัก	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	
			2	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3
			3	1	1	1	3			1	1	3			

ตารางที่ 2.10 แสดงสีที่ใช้ในแต่ละระดับความอันตราย (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

1	ท่าทางที่ปรกติไม่ก่อให้เกิดอันตราย ไม่จำเป็นต้องแก้ไข
2	ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายเล็กน้อย ควรได้รับการแก้ไขในอนาคต
3	ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างชัดเจน ควรได้รับการแก้ไขอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
	ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรง ต้องได้รับการแก้ไขในทันที

การศึกษาค้นคว้าวิจัยในอดีตเกี่ยวกับขั้นตอนในการเก็บข้อมูลนั้น พบว่าการบันทึกเทปโทรทัศน์ (VDO) กิจกรรมที่ผู้ปฏิบัติงานคนนั้นกระทำเป็นเครื่องมือที่เหมาะสม ซึ่งการบันทึกท่าทางจะกระทำเป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง โดยระยะเวลาที่ทำการบันทึกนั้นจะขึ้นกับความเหมาะสมและความปลอดภัยเป็นสำคัญ จากนั้นนำข้อมูลจากเทปโทรทัศน์ดังกล่าวจะนำมาหยุดดูภาพเป็นช่วงๆ ทุก 30 วินาที เพื่อจดบันทึกถึงท่าทางที่คนงานกำลังกระทำ โดยบันทึกความถี่ที่ผู้ปฏิบัติงานได้กระทำในแต่ละท่าทาง ซึ่งท่าทางในการทำงานจะถูกบันทึกในรูปแบบของรหัส ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (Kivi และ Mattila, 1991)

การสังเกตการณ์ด้วยการจดบันทึกค่าของท่าทางทางการยศาสตร์ทุกๆช่วงเวลา อาจมีข้อจำกัดหากข้อมูลของท่าทางที่ต้องบันทึกมีจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องและความสะดวก ในขั้นตอนของการประมวลผลมักใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับการประมวลผลท่าทาง การจดบันทึกจะเป็นการจดบันทึกค่าความถี่ของการเกิดกิจกรรมในชุดรหัสต่างๆ ซึ่งจะนำไปจัดเรียงต่างค่าระดับความอันตรายตั้งแต่ 1-4 ซึ่งจะได้ค่าความถี่ของแต่ละระดับความอันตราย หลังจากนั้นจะนำค่าความถี่ไปคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยง (Index Risk) โดยจะมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

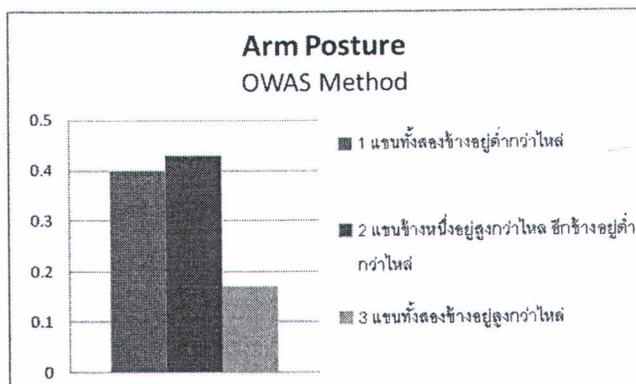
$$\text{Index Risk (IR)} = [(a \times 1) + (b \times 2) + (c \times 3) + (d \times 4)] \times 100$$

a, b, c และ d คือ ค่าอัตราส่วนความถี่ของระดับความอันตราย ระดับ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

ค่า Index Risk (I) ที่คำนวณได้ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 400 โดยค่าที่มากแสดงถึงความเสี่ยงที่มากขึ้นนั่นเอง

นอกจากการคำนวณดัชนีความเสี่ยง (Risk Index) แล้ววิธี OWAS ยังสามารถนำข้อมูลที่จดบันทึกไว้มาวิเคราะห์ลักษณะท่าทางในการทำงานโดยแยกวิเคราะห์ร่างกายเป็นส่วนๆ ได้แก่ หลัง, แขน, ขา และน้ำหนักที่แบกทาน ผลการวิเคราะห์สามารถบอกอัตราส่วนของร่างกายว่า

มีท่าทางอยู่ในลักษณะใดบ้าง เมื่อเทียบกับเวลาที่ทำงานทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการวิเคราะห์ร่างกายส่วนแขน จะสามารถวิเคราะห์นี้ได้ว่า ร่างกายส่วนแขนมีอัตราส่วนของเวลาที่อยู่ที่ท่าทางในรหัส 1, 2 หรือ 3 เป็นอัตราส่วนเท่าไร โดยตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้แสดงได้ตามรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค OWAS

ผลลัพธ์ที่ได้รับสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ โดยผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถทำให้ผู้สังเกตการณ์ทราบถึงตำแหน่งและท่าทางที่เกิดปัญหาเกี่ยวกับสภาพทางการยศาสตร์อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น เมื่อทราบว่ากิจกรรมหนึ่งๆ มีค่าอัตราส่วนของเวลาที่แขนอยู่ในท่าทางรหัส 3 (แขนทั้งสองข้างอยู่สูงกว่าไหล่) เป็นอัตราส่วนที่สูง ผู้สังเกตการณ์สามารถทราบได้ว่า หนึ่งในแก้มปัญหาทางการยศาสตร์ในกิจกรรมนี้อาจทำได้โดยการลดเวลาที่คนงานต้องยกแขนทั้งสองขึ้นเหนือไหล่ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะส่งผลให้คนงานมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้น

2.4.3 PATH (Posture, Activity, Tools and Handling)

PATH (Posture, Activity, Tools and Handling) เป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ สำหรับขั้นตอนย่อย (Task) ในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operation) (Buchholz et al., 1996) วิธีนี้พัฒนามาจากวิธี OWAS โดยใช้หลักการสุ่มตัวอย่างงาน (Work Sampling) ซึ่งรหัสท่าทางของวิธี PATH นั้นพัฒนามาจากวิธี OWAS โดยการเพิ่มความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่คนงานกำลังทำกับท่าทางในการทำงานของคนงานนั้น กล่าวคือมีการเพิ่มรหัสสำหรับกิจกรรมที่คนงานทำ รหัสสำหรับเครื่องมือที่ใช้ รหัสสำหรับน้ำหนักที่ยก และรหัสสำหรับการจับยึด การพัฒนาดังกล่าวทำให้ PATH สามารถประเมินค่าทางการยศาสตร์ได้หลายหลายรูปแบบ (Buchholz et al., 1996) และมีความแม่นยำในการวัดเพื่อแบ่งท่าทางของร่างกายในระดับขั้นตอนย่อย (Task) ของการทำงานก่อสร้าง (Paquet et al., 2001) การสังเกตการณ์ทำขึ้นที่

หน่วยงานก่อสร้าง โดยการประเมินท่าทางทุกช่วงเวลาที่ถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอน โดยทั่วไปทำการประเมินท่าทางทุก 45 วินาที หรือ 60 วินาที

ในแต่ละการสังเกตการณ์ ผู้สังเกตการณ์ต้องทำการจดบันทึกถึงขั้นตอนย่อย (Task) , ท่าทางของร่างกาย , กิจกรรมที่ทำ, น้ำหนักที่ยก และเครื่องมือที่กำลังใช้งาน ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจดบันทึกลงกระดาษบันทึกที่เป็นรูปแบบเฉพาะและได้จัดทำไว้ล่วงหน้า การจัดทำกระดาษบันทึกดังกล่าวจะต้องใช้เวลา 2 ถึง 3 วันในการเข้าไปทำการสำรวจเบื้องต้นที่หน่วยงานก่อสร้าง เพื่อทำการสังเกตคนงานในขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operation) ที่ต้องการวัด โดยทำการสำรวจขั้นตอนย่อย (Task) ที่คนงานกระทำ รวมถึงการตรวจสอบถึงความเหมาะสมในการบันทึกโดยใช้กระดาษบันทึกดังกล่าว ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ การจดบันทึกลงกระดาษบันทึกทุกๆ ช่วงเวลาที่กำหนดดังกล่าว สามารถทำให้เราทราบถึงความถี่ของแต่ละท่าทางในการทำงาน และสภาพทางการยศาสตร์ที่เกิดขึ้น และเช่นเดียวกับวิธี OWAS ท่าทางในการทำงานและสภาพทางการยศาสตร์ที่ได้ทำการจดบันทึกนั้นมีการกำหนดรหัสขึ้นมา

Buchholz et al. (1996) ได้สร้างรหัสขึ้นมาเพื่อใช้เป็นมาตรฐานของวิธี PATH นอกจากนี้ Paquet et al. (1999) ได้วางแนวทางการเก็บข้อมูลด้วยวิธี PATH ไว้เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่ง Paquet et al. (1999) กำหนดให้ประเมินท่าทางทุก 45 หรือ 60 วินาที ระยะเวลา 4 ถึง 5 ชั่วโมงและทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 9 วัน ข้อมูลที่ผู้สังเกตการณ์ต้องทำการบันทึกคือ กิจกรรมย่อย (Task), ท่าทางของร่างกาย กิจกรรมที่ทำ น้ำหนักที่ยก และเครื่องมือที่กำลังใช้งาน ลงในกระดาษจดบันทึก ภายหลังจากที่การสังเกตการณ์สิ้นสุดลงทางผู้สังเกตการณ์นำข้อมูลที่ได้รับมาวิเคราะห์ถึงอัตราส่วนของท่าทางทางการยศาสตร์ (Ergonomic Exposure) ในรูปแบบต่างๆ ต่อจำนวนครั้งของการสังเกตการณ์ที่จดบันทึกจากการปฏิบัติงาน (Operation) นั้น ผลของการวิเคราะห์ทำให้ทราบถึงลักษณะสภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานของคนงานกลุ่มนั้น สำหรับรหัสท่าทางที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Buchholz et al. (1996) นั้น แสดงไว้ในตารางที่ 2.11 ถึง 2.15

ตารางที่ 2.11 แสดงรหัสสำหรับลำตัว (Trunk) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	ลำตัวปกติ การโค้งและบิดลำตัว < 20°	1
	ลำตัวโค้งปานกลาง การโค้งอยู่ระหว่าง 20° ถึง 45°	2A
	ลำตัวโค้งรุนแรง การโค้ง > 45°	2B
	ลำตัวมีการบิด ลำตัวโค้งไปด้านหน้า < 20° มีการบิดลำตัว > 20°	3
	ลำตัวมีการโค้งและบิด ลำตัวโค้งไปด้านหน้าและ มีการบิดลำตัว > 20°	4

ตารางที่ 2.12 แสดงรหัสสำหรับคอ (Neck) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	ลำคอปกติ ลำคอมีการโค้ง < 30° และบิด < 45°	1
	ลำคอไม่ปกติ ลำคอมีการโค้ง > 30° และบิด > 45°	2

ตารางที่ 2.13 แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	ขาปกติ เข่ามีมุมบิด <math>< 35^\circ</math>	1
	ขาหนึ่งข้างยกลอย	2
	ขาโค้ง เข่าอย่างน้อย 1 ข้าง มีมุมบิด > 35°	3
	นั่งยอง เข่าทั้ง 2 ข้างมีมุมบิด > 90°	4
	เดิน	5
	เดินเข่า เข่าอย่างน้อย 1 ข้างแตะ พื้นดิน	6
	นั่งบนเก้าอี้	7

ตารางที่ 2.13 (ต่อ) แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) (ต่อ) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

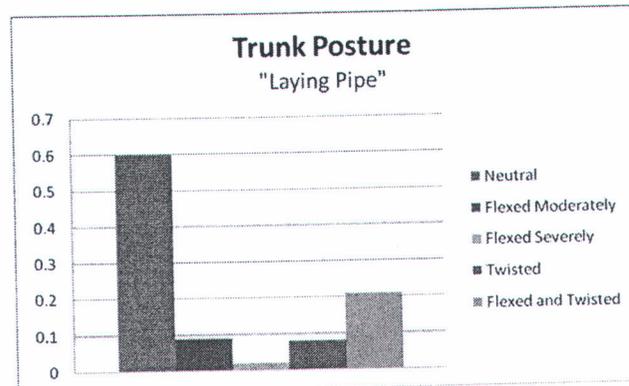
รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	นั่งบนพื้น	8
	คลาน เดินด้วยมือ และเข่า	9
	ขาไม่รองรับน้ำหนักของ ร่างกาย ไม่ได้รองรับน้ำหนักร่างกาย ด้วยขา	10

ตารางที่ 2.14 แสดงรหัสสำหรับแขน (Arms) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	แขนปกติ	1
	แขนข้างหนึ่งยกขึ้นเหนือ ระดับไหล่	2
	แขนทั้ง 2 ข้าง ยกขึ้นเหนือ ระดับไหล่	3

Month / Day										Hour / Minute									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>																			
<input type="checkbox"/>																			
<input type="checkbox"/>																			
Coder	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	<input type="checkbox"/>	1	LI	<input type="checkbox"/>															
2	<input type="checkbox"/>	2	Lower	<input type="checkbox"/>															
3	<input type="checkbox"/>	3	Carry	<input type="checkbox"/>															
4	<input type="checkbox"/>	4	Move/Place	<input type="checkbox"/>															
5	<input type="checkbox"/>	5	Push/pull/drag	<input type="checkbox"/>															
6	<input type="checkbox"/>	6	In between tasks	<input type="checkbox"/>															
7	<input type="checkbox"/>	7	Watch/walk/ride	<input type="checkbox"/>															
8	<input type="checkbox"/>	8	Not obs./not sure	<input type="checkbox"/>															
9	<input type="checkbox"/>	9	Walk	<input type="checkbox"/>															
10	<input type="checkbox"/>	10	Operate hand tool	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	11	Operate power tool	<input type="checkbox"/>															
Rec No.	<input type="checkbox"/>	12	Hold tool not operate	<input type="checkbox"/>															
1	<input type="checkbox"/>	13	Hold: assembly/maintain	<input type="checkbox"/>															
2	<input type="checkbox"/>	14	Hold: wait/table/rail	<input type="checkbox"/>															
3	<input type="checkbox"/>	15	Reach	<input type="checkbox"/>															
4	<input type="checkbox"/>	16	Measure	<input type="checkbox"/>															
5	<input type="checkbox"/>	17	Mark	<input type="checkbox"/>															
6	<input type="checkbox"/>	18	Point/direct	<input type="checkbox"/>															
7	<input type="checkbox"/>	19	Climb/ascend	<input type="checkbox"/>															
8	<input type="checkbox"/>	20	Cut with power saw	<input type="checkbox"/>															
9	<input type="checkbox"/>	21	Gloves on/off	<input type="checkbox"/>															
10	<input type="checkbox"/>	22	Guide load	<input type="checkbox"/>															
11	<input type="checkbox"/>	23	Handle cable/strap	<input type="checkbox"/>															
12	<input type="checkbox"/>	24	Pry	<input type="checkbox"/>															
13	<input type="checkbox"/>	25	Push/retract wire	<input type="checkbox"/>															
14	<input type="checkbox"/>	26	Sort	<input type="checkbox"/>															
15	<input type="checkbox"/>	27	Straighten	<input type="checkbox"/>															
16	<input type="checkbox"/>	28	Tie rebar	<input type="checkbox"/>															
17	<input type="checkbox"/>	29	Tool in/out of belt	<input type="checkbox"/>															
18	<input type="checkbox"/>	30	Unfasten harness	<input type="checkbox"/>															
19	<input type="checkbox"/>	31	Band rebar	<input type="checkbox"/>															
20	<input type="checkbox"/>	32	Tighten cable	<input type="checkbox"/>															
21	<input type="checkbox"/>	33	Read plans	<input type="checkbox"/>															
22	<input type="checkbox"/>	34	Reel wire	<input type="checkbox"/>															
23	<input type="checkbox"/>	35	Other	<input type="checkbox"/>															
24	<input type="checkbox"/>	36	Wire	<input type="checkbox"/>															
25	<input type="checkbox"/>	37	Slide cutter/tops	<input type="checkbox"/>															
26	<input type="checkbox"/>	38	Wire folding rule	<input type="checkbox"/>															
27	<input type="checkbox"/>	39	Tape measure	<input type="checkbox"/>															
28	<input type="checkbox"/>	40	Rebar	<input type="checkbox"/>															
29	<input type="checkbox"/>	41	Power saw (hand held)	<input type="checkbox"/>															
30	<input type="checkbox"/>	42	Table saw	<input type="checkbox"/>															
31	<input type="checkbox"/>	43	Harness	<input type="checkbox"/>															
32	<input type="checkbox"/>	44	Cable	<input type="checkbox"/>															
33	<input type="checkbox"/>	45	Strap	<input type="checkbox"/>															
34	<input type="checkbox"/>	46	Rope	<input type="checkbox"/>															
35	<input type="checkbox"/>	47	Radio	<input type="checkbox"/>															
36	<input type="checkbox"/>	48	Gloves	<input type="checkbox"/>															
37	<input type="checkbox"/>	49	Hook	<input type="checkbox"/>															
38	<input type="checkbox"/>	50	Wrench	<input type="checkbox"/>															
39	<input type="checkbox"/>	51	Rail	<input type="checkbox"/>															
40	<input type="checkbox"/>	52	Board	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	53	Torch	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	54	Plans	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	55	Spool	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	56	Marker	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	57	Ladder	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	58	Other	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	59	Hand 1: gross grasp	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	60	Hand 2: gross grasp	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	61	Hand 1: pinch	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	62	Hand 2: pinch	<input type="checkbox"/>															
	<input type="checkbox"/>	63	Hand 1: other	<input type="checkbox"/>															

ผลที่ได้รับจะทำให้สามารถประเมินได้ว่า การปฏิบัติงาน (Operation) ดังกล่าว มีท่าทางที่ผิดหลักทางการยศาสตร์แบบหนึ่งๆ อยู่เป็นร้อยละเท่าไร ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปประเมินต่อได้ว่า การปฏิบัติงาน (Operation) ดังกล่าว ใช้ท่าทางที่ผิดหลักทางการยศาสตร์แบบใด และเป็นอัตราส่วนเท่าใด ดังนั้นการวิเคราะห์ผลซึ่งช่วยให้สามารถระบุถึงแนวทางแก้ไขท่าทางที่ผิดหลักทางการยศาสตร์ได้โดยง่าย สำหรับตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้รับจากวิธี PATH นั้น มีรูปแบบดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.8 แสดงผลที่ได้รับจากการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี PATH

(ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

ค่าที่ได้จากวิธีการ PATH จะมีลักษณะตามรูปที่ 2.8 ซึ่งแสดงถึงอัตราส่วนร้อยละของลักษณะท่าทางเช่น อยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติ (Neutral), ท่าทางที่มีการบิด (Twisted) ฯลฯ โดยอัตราส่วนจะนำไปเทียบกับระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรมย่อย (Task) นั้น

จากวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ทั้ง 3 วิธีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานวิจัยนี้ โดยการเลือกวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) มาเป็นวิธีการในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- 1) เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Kivi และ Mallila, 1991)
- 2) เป็นเทคนิคที่ไม่รบกวนสภาพการทำงาน (Kivi และ Mallila, 1991)
- 3) เป็นเทคนิคที่นอกจากสามารถระบุปัญหาทางการยศาสตร์ได้แล้ว ยังสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ในการปรับปรุงสภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้นได้ (Karhu et al, 1977)
- 4) การเก็บข้อมูลและการประมวลผลสามารถทำได้สะดวก และไม่ซับซ้อน มีความเหมาะสมกับการวิจัยนี้ เพราะในการวิจัยนี้ทำการประเมินสภาพทางการยศาสตร์เฉพาะการ

ทำงานก่ออริสฐานั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้วิธี PATH ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมย่อย (Task) กับสภาพทางการยศาสตร์ที่เหมาะสมกับการศึกษาขั้นตอนปฏิบัติงานทั้งหมด (Operation) และมีการเก็บข้อมูลที่ค่อนข้างยุ่งยากกว่าวิธี OWAS ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี PATH มีรายละเอียดเกินความจำเป็นที่จะใช้ในงานวิจัยนี้ สำหรับวิธี NIOSH Index นั้นไม่เหมาะสมกับกิจกรรมก่ออริสฐานงานวิจัยนี้ เพราะวิธี NIOSH Index จะใช้กับงานที่มีการยก และแบกหาม เป็นหลัก

2.5 ความสัมพันธ์ ระหว่างการยศาสตร์และการเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงาน

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น กระบวนการ หรือวิธีการที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตนั้นมีหลากหลายวิธีการ ตั้งแต่การวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิต จนถึงการพัฒนากระบวนการในการทำงานเพื่อจุดประสงค์ในการเพิ่มอัตราผลผลิต โดยปัจจัยด้านการยศาสตร์นั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่มอัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง (Liberda et al., 2004; Lim และ Alum, 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมก่อสร้างซึ่งมีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก การปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์เป็นกระบวนการในการปรับปรุงสภาพการทำงานให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานและช่วยให้มีอัตราผลผลิตที่สูงขึ้น (Albers และ Estill, 2007)

นอกจากนี้กระบวนการ หรือวิธีการต่างๆที่นำมาใช้ในการเพิ่มอัตราผลผลิตนั้น ส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงสภาพทางการยศาสตร์ เน้นเพียงแต่ให้มีอัตราผลผลิตที่มากขึ้นโดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับผู้ที่ต้องปฏิบัติงานภายใต้สภาพการทำงานที่อาจไม่มีความเหมาะสม การทำงานภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสมดังกล่าวเป็นระยะเวลาอันอาจส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นเกิดความไม่สะดวกสบาย อาจเป็นอาการเมื่อยล้า, อาการบาดเจ็บที่อาจสะสม หรืออาจเกิดการบาดเจ็บอย่างเฉียบพลัน จนเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงานผู้นั้นลดลงและผลที่ตามมาคือการลดลงของอัตราผลผลิตโดยรวมนั่นเอง (Albers และ Estill, 2007) ดังนั้นการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยที่ไม่ได้คำนึงถึงหลักการทางการยศาสตร์อาจทำให้เกิดผลเสียต่อสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงานนั้น และเมื่อผู้ปฏิบัติงานทำงานในสภาวะดังกล่าวเป็นเวลานานจะมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลงนั่นเอง

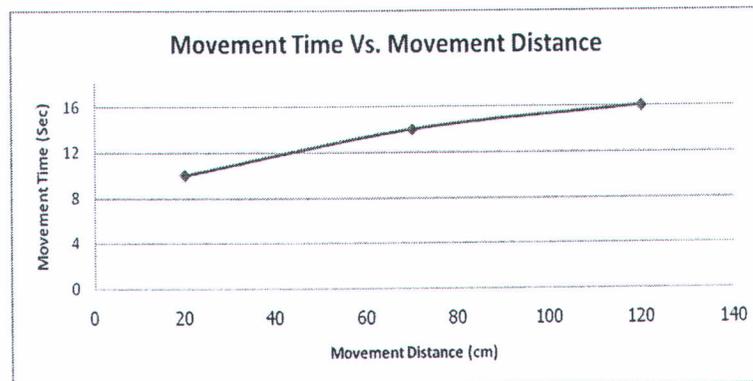
การนำเรื่องของ การเพิ่มอัตราผลผลิตมาเชื่อมโยงกับการยศาสตร์ จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ถึงลักษณะการทำงานโดยใช้หลักการทางการยศาสตร์ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นเทคนิคหนึ่งในการเพิ่มอัตราผลผลิต วิธีการดังกล่าวนอกจากจะมีประโยชน์ต่อผู้ลงทุนในแง่อัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้นแล้ว ยังมีประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานในแง่ของความสะดวกสบายและความปลอดภัยอีกด้วย (Hendrick, 1996) เทคนิคดังกล่าวจึงมีความน่าสนใจ เพราะการนำหลักการทางการยศาสตร์มา

ประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตในการก่อสร้างสามารถเพิ่มอัตราผลผลิต โดยไม่สร้างอาการบาดเจ็บจากการทำงานที่อาจเกิดขึ้นกับคนงานผู้ปฏิบัติงานนั้น

การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา มีผู้วิจัยที่นำหลักการทางกายศาสตร์มาใช้เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต และหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางกายศาสตร์กับอัตราผลผลิต ซึ่งสามารถยกตัวอย่างของงานวิจัยที่ผ่านมาได้ ดังนี้

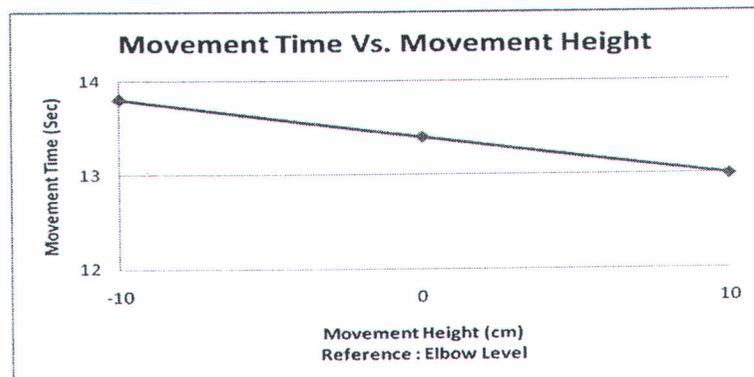
Resnick และ Zanotti (1997) วิจัยการปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์ เพื่อให้อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยผู้ถูกทดลองจะต้องทำการติดตั้งขั้วไฟฟ้า ซึ่งต้องมีการทำไขควงมาไขให้หน้าสัมผัสของขั้วไฟฟ้าสัมผัสกันได้อย่างสมบูรณ์จำนวน 10 ครั้ง และจับเวลาที่ใช้ในการทำงานดังกล่าว มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกายศาสตร์ให้มีความแตกต่างกัน ได้แก่ ระยะทางที่เคลื่อนที่, ระยะความสูงที่เอื้อม และน้ำหนักของไขควงที่ใช้

ในการวิจัยทำการทดลองที่ละปัจจัย และทำการวัดระยะเวลา (Movement time) ที่ใช้ในการไขไขควงให้แล้วเสร็จตามที่กำหนด ผลการทดลองที่ได้รับแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.9 ถึง 2.11



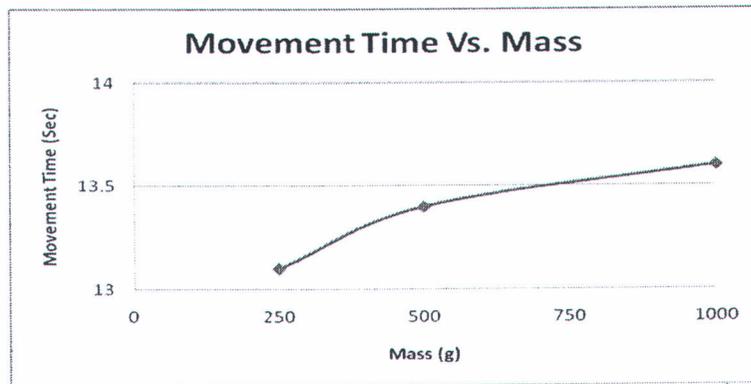
รูปที่ 2.9 แสดงผลของระยะทางในการเคลื่อนที่ ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้

(ที่มา: Resnick และ Zanotti, 1997)



รูปที่ 2.10 แสดงผลของความสูงที่เอื้อม ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้

(ที่มา: Resnick และ Zanotti, 1997)



รูปที่ 2.11 แสดงผลของน้ำหนักของไขควง ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้
(ที่มา: Resnick และ Zanotti, 1997)

ระยะทางที่เคลื่อนที่, ระยะความสูงที่เอื้อม และน้ำหนักของไขควงที่ใช้เป็นปัจจัยที่แสดงถึงสภาพทางการยศาสตร์ของการทำงาน ซึ่งการวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยดังกล่าว ผลลัพธ์ที่ได้รับจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางการยศาสตร์จะส่งผลต่อระยะเวลาในการทำงานนั้นให้แล้วเสร็จ

จากผลการวิจัยข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่าการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้ ดังที่เห็นได้อย่างชัดเจนว่าการปรับปรุงสภาพการทำงานให้ดีขึ้นส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานให้แล้วเสร็จลดลง ซึ่งหมายความว่าอัตราผลผลิตของการทำงานสูงขึ้นนั่นเอง

Yeow และ Sen (2003) ประยุกต์ใช้หลักการทางการยศาสตร์เพื่อช่วยในการเพิ่มอัตราผลผลิตของโรงงานผลิตแผงวงจรรวมในประเทศมาเลเซีย Yeow และ Sen (2003) ทำการสำรวจสภาพการทำงานในโรงงานผลิตแผงวงจรรวมเพื่อหาข้อบกพร่องในสายการผลิตในโรงงาน และสรุปถึงปัญหาที่พบในโรงงานดังกล่าว จากปัญหาที่ Yeow และ Sen (2003) พบนั้น เป็นปัญหาที่จัดเป็นปัญหาทางการยศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น โรงงานดังกล่าวมีการออกแบบโต๊ะทำงานของพนักงานประกอบแผงวงจรที่ไม่ถูกต้อง จากสำรวจด้วยวิธีการทำแบบสอบถาม และการเข้าไปสังเกตการณ์พบว่าพนักงานกลุ่มดังกล่าวมีความล้าที่ข้อมือสูงอันเนื่องมาจากการออกแบบโต๊ะทำงานที่ไม่มีที่พิงแขน หลังจากพบปัญหาดังกล่าว Yeow และ Sen (2003) ได้ทำการปรับปรุงโต๊ะทำงานดังกล่าวเพื่อปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ จากนั้นจึงได้ทำการสำรวจเพื่อวัดผลภายหลังการปรับปรุง จากผลลัพธ์ที่ได้รับพบว่าพนักงานมีความเมื่อยล้าที่ข้อมือลดลง และอัตราผลผลิตของพนักงานกลุ่มดังกล่าวสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงร้อยละ 6.5

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพทางการยศาสตร์ ส่งผลให้ค่าอัตราผลผลิตที่ได้นั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ให้ดีขึ้นส่งผลให้อัตราผลผลิตดีขึ้นด้วย ดังที่เห็นได้จากผลการวิจัยดังกล่าว

Rhijn et al. (2005) ทำการวิจัยถึงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงสภาพการทำงานและอัตราผลผลิต โดยทำการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตโดยอาศัยหลักการทางกายศาสตร์ในสายการผลิตอุปกรณ์ให้แสงสว่างฉุกเฉิน (The production of emergency lighting devices) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยอาศัยหลักการทางกายศาสตร์สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้ถึงร้อยละ 44 ซึ่งได้แสดงให้เห็นถึงอัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการปรับปรุงสภาพการทำงานโดยใช้หลักการทางกายศาสตร์

นอกจากนี้แม้แต่ในงานวิจัยของ Karhu et al. (1981) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อหาทางแก้ไขสภาพการทำงานในโรงงานผลิตเหล็ก โดยการวิเคราะห์และแก้ไขสภาพการทำงาน 2 จุด คือ

- 1) การวางเรียงก้อนอิฐเพื่อใช้เป็นวัสดุกันความร้อนของเตาเผาเหล็ก

Karhu et al. (1981) ได้ปรับเปลี่ยนกระบวนการและนำเสนอวิธีการใหม่ในการแก้ไขสภาพในงานทำงานให้ดีขึ้น โดยใช้เทคนิค OWAS ในการประเมินค่าทางกายศาสตร์ เมื่อ Karhu et al. (1981) ได้ตรวจสอบผลการวิจัย นอกจากจะพบว่าคนงานมีสภาพการทำงานที่ดีขึ้นและยังพบว่าเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้นลดลงร้อยละ 10

- 2) การปรับปรุงการติดตั้ง Mold ในโรงงาน

Karhu et al. (1981) พัฒนาเครื่องมือมาช่วยในการปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์ และเช่นเดียวกับการปรับปรุงวิธีการเรียงก้อนอิฐ นอกจากสภาพการทำงานที่ดีขึ้น Karhu et al. (1981) ยังพบว่า การปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์สามารถช่วยลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ (Mold) ได้ถึงร้อยละ 25

จากตัวอย่างของผลงานวิจัยในอดีตตามที่ได้ยกตัวอย่างมาแล้ว แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางกายศาสตร์และอัตราผลผลิต อย่างไรก็ตามจากการศึกษาวิจัยในอดีตยังไม่พบการวิจัยถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื่องจากการวิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์นั้น โดยส่วนใหญ่ เป็นศึกษาการประเมินค่าของการยศาสตร์ (Gilkey et al., 2003), การลดการเกิดอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน (Mirka et al., 2003) และการศึกษาอาการบาดเจ็บอันเกิดมาจากสภาพที่ผิดหลักการทางกายศาสตร์ (Spielholz et al., 2006) โดยยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์ระหว่างกายศาสตร์และอัตราผลผลิตของกิจกรรมก่อสร้างโดยตรง

2.6 งานวิจัยในอดีตและข้อจำกัด

จากที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นเป็น การประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยเครื่องมือรูปแบบต่างๆ (Gilkey et al., 2003), การลดอันตรายที่อาจเกิดจากการทำงาน (Mirka et al., 2003) หรือการศึกษาเกี่ยวกับอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับคนงานก่อสร้าง (Spielholz et al., 2006)

สำหรับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นมีการศึกษาอยู่บ้าง เช่น Gilkey et al. (2003) ทำการศึกษาเกี่ยวกับอาการบาดเจ็บของหลังส่วนล่างอันเกิดมาจากการทำงาน ของคนงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับงานช่างไม้ ซึ่ง Gilkey et al. (2003) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) ที่เป็นเครื่องมือในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ โดยวัตถุประสงค์สำหรับการทดลองนี้คือการประเมินค่าทางการยศาสตร์ของคนงานที่ทำงานช่างไม้ การวิจัยทำโดยการเข้าไปประเมินค่าทางการยศาสตร์ของคนงานก่อสร้างที่เป็นช่างไม้ โดยใช้รูปแบบการสัมภาษณ์, การตอบแบบสอบถาม และการใช้การถ่ายภาพโทรทัศน์ เพื่อประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วย OWAS โดยผลการวิจัยสามารถบอกได้ว่า คนงานที่ทำงานเป็นช่างไม้นั้น มีการทำงานในสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี มีความเสี่ยงค่อนข้างมากต่อการได้รับการบาดเจ็บจากการทำงานดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Paquet et al. (1999) ที่ได้ประเมินค่าสภาพทางการยศาสตร์ของกิจกรรมการแบกหาม (Manual Material Handling) ในงานก่อสร้างทางหลวง โดยใช้วิธีการประเมินค่าแบบ PATH โดย Paquet et al. (1999) ได้แบ่งกลุ่มของคนงานที่จะทำงานศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1.คนงานเหล็ก (งานเหล็กเสริมคอนกรีต) 2.คนงานไม้ (งานไม้แบบ) และ 3.กรรมกร โดยงานวิจัยได้ทำการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในคนงานแต่ละกลุ่มที่ได้ทำการแบ่งไว้ ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้แสดงถึงกิจกรรมที่มีการทำงานในสภาพที่ผิดหลักการทางการยศาสตร์ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีการในการลดความอันตรายในกิจกรรมนั้นๆ อีกด้วย

สำหรับการศึกษาในหัวข้อที่เกี่ยวกับการลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานด้วยกระบวนการทางการยศาสตร์นั้น Mirka et al. (2003) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้หลักการทางการยศาสตร์เพื่อทำการปรับปรุงสภาพการทำงานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเครียดและอาการเมื่อยล้าที่เกิดกับหลังส่วนล่างของคนงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์คือ NIOSH, 3DSSPP และ LMM ซึ่งใช้ประเมินค่าทางการยศาสตร์สำหรับงานที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกับการยกวัสดุต่างๆ Mirka et al. (2003) ได้ทำการประเมินค่าทางการยศาสตร์ของงานยกแผ่นยิปซัม เพื่อประกอบเป็นผนังเบาภายในอาคาร หลังจากที่ได้ทำการประเมินค่าสภาพการทำงานแบบปรกติแล้ว Mirka et al. (2003) ได้นำเสนอกระบวนการใหม่ใน

การทำงาน โดยใช้เครื่องมือที่คิดค้นใหม่ เมื่อทำการประเมินค่าทางการยศาสตร์ภายหลังการปรับปรุงแล้วพบว่า การทำงานมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ที่ได้รับดังกล่าวแล้ว Mirka et al. (2003) ยังพบว่าอัตราผลผลิตของการประกอบผนังเบาภายในอาคารมีค่าสูงขึ้น

นอกจากนี้ มีการศึกษาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจากการทำงาน โดยจำแนกงานก่อสร้างออกเป็นกลุ่มต่างๆ Spielholz et al. (2006) ได้ทำการวิจัยเพื่อระบุและหาวิธีการในการลดปัญหาที่เกี่ยวกับความเสี่ยงของการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงานในกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง และ Spielholz et al. (2006) ได้ทำการวิจัยโดยแบ่งกลุ่มของงานก่อสร้างตามกิจกรรมที่ทำคือ

- 1) งานหลังคา (Roofing)
- 2) งานโครงสร้าง (Residential Framing Tasks)
- 3) งานไม้ (Commercial Carpentry)
- 4) งานผนังเบา (Dry walling)
- 5) งานเบ็ดเตล็ด (Hodcarriers)
- 6) งานก่ออิฐ (Masonry Installation)

ผลการวิจัยได้ระบุถึงจุดที่มีความเสี่ยงของแต่ละกลุ่มงานก่อสร้าง พร้อมทั้งบอกถึงแนวทางในการแก้ไขจุดที่มีความเสี่ยงเพื่อลดระดับอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

จากที่ได้ยกตัวอย่างงานวิจัยทั้ง 3 งานวิจัยข้างต้นนั้นเป็นแนวทางของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งหากกล่าวโดยรวมแล้วพบว่าการวิจัยในเรื่องการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นเน้นขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการประเมินสภาพทางการยศาสตร์, การลดอันตรายของการทำงาน และการศึกษารูปแบบการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ท่าทางที่ใช้ในการทำงานก่อสร้าง การขาดงานวิจัยในหัวข้อดังกล่าวส่งผลให้ คนงานไม่ทราบถึงการใช้ท่าทางที่มีความเหมาะสมตามหลักการทางการยศาสตร์ ซึ่งการใช้ท่าทางที่เหมาะสมสามารถช่วยลดความเสี่ยงที่อาจได้รับการบาดเจ็บจากการทำงานก่อสร้างได้

นอกจากนี้งานวิจัยในอุตสาหกรรมอื่นพบว่า หลักการทางการยศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตได้ ซึ่งวิธีการในการเพิ่มอัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นมีวิธีการ หรือกระบวนการในการปฏิบัติอยู่มากมาย การประยุกต์กระบวนการต่างๆในการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยมิได้ให้ความสำคัญด้านการยศาสตร์นั้น อาจเกิดผลเสีย หรือเกิดข้อจำกัดในการเพิ่มอัตราผลผลิตบางประการเช่น อาการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นกับคนงานก่อสร้าง, ความเมื่อยล้าที่อาจสะสมในคนงาน หรือประสิทธิภาพการทำงานของคนงานที่ลดลง ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อคนงานต้องทำงานอยู่ในสภาพที่ไม่ถูกต้องตามหลักการทางการยศาสตร์

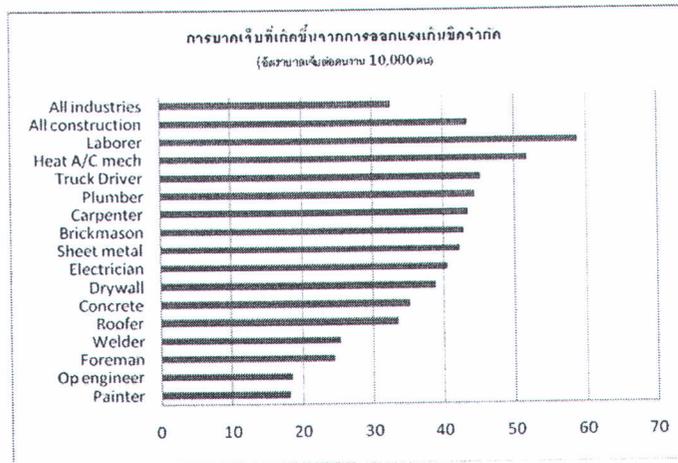
เพื่อลดข้อจำกัดตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ รวมถึงเป็นแนวทางใหม่ในการเพิ่มอัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ เพราะอุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก การยกระดับสภาพการทำงานของคนด้วยหลักการทางการยศาสตร์สามารถช่วยให้อัตราผลผลิตมีค่าสูงขึ้น โดยไม่ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บจากการทำงาน (Albers และ Estill, 2007)

2.7 กรอบในการวิจัย

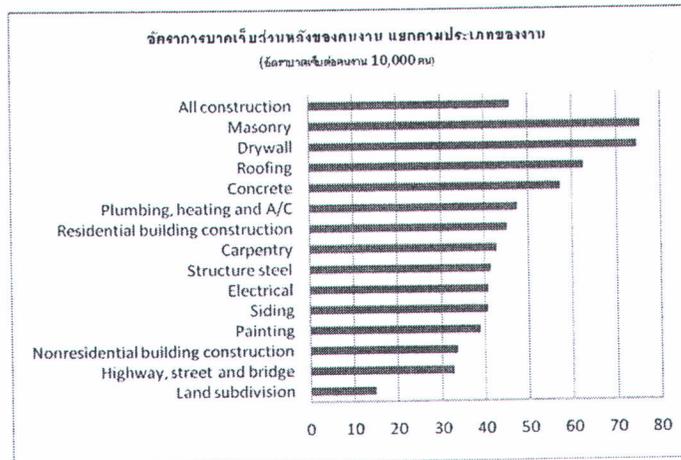
จากข้อจำกัดของงานวิจัยในอดีต งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการนำหลักการทางการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง โดยทำการศึกษาใน 3 หัวข้อหลักคือ

- (1) การวิเคราะห์ท่าทางในการทำงาน ที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ในกิจกรรมก่อสร้าง
- (2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์และอัตราผลผลิตที่ได้รับในงานก่อสร้าง
- (3) การศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์

การวิจัยทำโดยการเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตที่ได้รับเมื่อทำงานก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง และในสภาวะจำลองการก่อสร้าง ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษากิจกรรมการก่อสร้างเพราะกิจกรรมก่อสร้างงานหลักงานหนึ่งในการทำงานก่อสร้าง นอกจากนี้กิจกรรมก่อสร้างถูกพบว่ามีสภาพการทำงานที่ผิดหลักการทางการยศาสตร์ค่อนข้างมาก คนงานที่ทำงานก่อสร้างมีอัตราการได้รับบาดเจ็บจากการทำงานสูงเป็นอันดับต้นๆเมื่อเทียบกับกิจกรรมอื่นๆในงานก่อสร้าง ศูนย์การฝึกฝนและวิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้างแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา(The Center for Construction Research and Training) ทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเกิดการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากการทำงาน แบ่งตามกิจกรรมต่างๆของงานก่อสร้าง ผลที่ได้พบว่างานก่อสร้างเป็นกิจกรรมที่พบอัตราการบาดเจ็บอยู่ในลำดับต้นๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.12 และ 2.13



รูปที่ 2.12 แสดงการบาดเจ็บที่เกิดจากการออกแรงเกินขีดจำกัด โดยแยกเป็นประเภทของงาน
(ที่มา: The Center for Construction Research and Training, 2007)



รูปที่ 2.13 แสดงการบาดเจ็บของหลังในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยแยกเป็นประเภทของงาน
(ที่มา: The Center for Construction Research and Training, 2007)

ศูนย์การฝึกฝนและวิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้าง(The Center for Construction Research and Training) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา พบอัตราการบาดเจ็บส่วนหลังของคนงานก่อสร้างมีรายงานอัตราการบาดเจ็บ 100 คน ต่อคนงานทั้งหมด 10,000 คน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการบาดเจ็บของคนงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างโดยรวม จะพบอัตราการบาดเจ็บที่ 70 คน ต่อคนงานทั้งหมด 10,000 คน นอกจากนี้ยังพบอัตราการบาดเจ็บของคนงานก่อสร้างที่เกิดจากการออกแรงเกินขีดจำกัด นั้น พบ 105 คน ต่อคนงานทั้งหมด 10,000 คน

นอกจากงานวิจัยที่ได้ยกตัวอย่างข้างต้นแล้ว ยังมีงานวิจัยอีกมากที่ได้ผลการศึกษาไปในแนวทางเดียวกันว่าคนงานที่ทำงานก่อสร้างนั้น มีปัญหาเรื่องการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานมากกว่าคนงานก่อสร้างที่ทำงานอย่างอื่นอย่างมีนัยยะสำคัญ

ปัจจัยเสี่ยงของคนงานก่อสร้างที่ทำงานก่ออิฐนั้น อยู่ที่ลักษณะการทำงานของคนงานก่ออิฐที่จำเป็นต้องมีการยกก้อนอิฐเพื่อทำการก่ออิฐในลักษณะการทำงานที่ทำซ้ำเป็นจำนวนมาก ลักษณะการทำงานจะต้องมีการเอื้อมและการบิดร่างกายตลอดเวลาการทำงาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลให้กิจกรรมก่ออิฐเป็นกิจกรรมในการก่อสร้างที่มีความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บมากกว่ากิจกรรมอื่นๆ (Davis, 2002)

สำหรับในขั้นตอนการประเมินค่าทางการยศาสตร์เพื่อให้ทราบถึงสภาพการทำงานของคนงานในกิจกรรมก่ออิฐนั้น ทางผู้วิจัยเลือกใช้วิธี OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีผู้นำไปใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างอยู่พอสมควร และการวิจัยยังพบว่าวิธี OWAS มีความเหมาะสมกับงานที่มีลักษณะเดียวกับงานที่ทำในอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Kivi และ Mattila, 1991) โดยวิธี OWAS เป็นวิธีที่มีหลักการแบบการสุ่มเวลา (Time Sampling) ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นอัตราส่วนของเวลาที่กระทำอยู่ในท่าทางต่างๆ ตามที่มีการแบ่งหมวดหมู่ไว้ในวิธี OWAS ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยง (Index Risk) สำหรับสูตรและวิธีในการคำนวณหาดัชนีความเสี่ยงนั้น ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นพร้อมกันนั้นก็จะได้มีการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิตที่ได้รับจากการทำงานในสภาพทางการยศาสตร์ดังกล่าว

นอกจากที่ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้างแล้ว ผู้วิจัยยังได้สร้างสภาพจำลองการก่ออิฐ โดยทำการศึกษาในอิฐ 2 ชนิด ได้แก่ อิฐมวลเบา และอิฐมอญ เพื่อแก้ไขปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้าง โดยมีลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลเหมือนกับการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง สำหรับในรายละเอียดกระบวนการดำเนินการวิจัยนั้น จะกล่าวถึงในบทถัดไป