บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 เทคนิคทางเออร์โกโนมิกส์

2.1.1 ความหมายของเออร์โกโนมิกส์

Ergonomics หมายถึง "ศาสตร์ในการจัดสภาพงานให้เหมาะกับคนทำงาน หรือการศึกษาคนในสภาพแวดล้อมการทำงาน (Law of Work)" ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษากรีกสองคำ คือ "Ergon" หมายถึง "งาน" กับคำว่า "Nomos" ซึ่งหมายถึง "กฎ"

Ergonomics ในบางครั้งพบว่า อาจถูกกล่าวเป็นคำอื่นในความหมายที่ใกล้เคียงกัน เช่น Human Factors, Human Engineering หรือ Human Factors Engineering สำหรับชื่อภาษาไทยก็พบว่ามีเรียกกันในชื่อ "วิทยาการจัดสภาพงาน" หรือ "สมรรถยศาสตร์" จนกระทั่งคณะกรรมการบัญญัติศัพท์วิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกลและอุตสาหกรรม ของราชบัณฑิตยสถานได้พิจารณาบัญญัติศัพท์ ของคำว่า Ergonomics ไว้ว่า "การยศาสตร์" (กิตติ อินทรานนท์.**การยศาสตร์** Ergonomics.2548: 1-2)

การยศาสตร์ คือ "ศาสตร์ที่ว่าด้วยการออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักรกล เครื่องมือ ผลิตภัณฑ์ สิ่งแวดล้อมและระบบ โดยการนำเอาเรื่องของความสามารถของมนุษย์ในแง่ของลักษณะทางกายภาพ สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ และจิตวิทยามาเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาออกแบบ เพื่อผลในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในระบบงาน โดยอาศัยเหตุผลที่สอดคล้องกันระหว่างระบบ คน – เครื่องมืออุปกรณ์ - สิ่งแวดล้อม โดยไม่กระทบต่อสวัสดิภาพของคน"
(ผศ.น.ต.สุทธิ์ ศรีบูรพา.**เออร์กอนอมิกส์(การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้**.2544: 15)

2.1.2 ความสำคัญของเออร์โกโนมิกส์

ในการปฏิบัติงานที่ต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างคนซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงาน กับงานที่ต้องปฏิบัติ ตลอดจนขีดจำกัดของผู้ปฏิบัติงาน และความสำคัญของสภาวะและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งล้วนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาสำหรับการจัดและปรับปรุงสภาพงานนั้น เนื่องจากเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้สถานประกอบการมีความเสี่ยงที่จะประสบกับปัญหาดัง ต่อไปนี้

ดังนั้น การนำเอาแนวปฏิบัติของเออร์โกโนมิกส์มาประยุกต์ใช้ จะช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ การเจ็บป่วย การบ่นและร้องเรียนของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งในขั้นสุดท้ายจะเป็นการเพิ่มผลผลิตในด้านปริมาณและคุณภาพ

หากไม่นำเอาความรู้ทางเออร์โกโนมิกส์ไปประยุกต์ใช้ในกิจการอุตสาหกรรม อาจก่อให้เกิดความสูญเสียดังนี้

1. ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตตกต่ำ
2. อัตราเกิดการผิดพลาดหรืออุบัติเหตุสูงหรือเพิ่มขึ้น
3. อัตราการหยุดงานสูงหรือเพิ่มขึ้น
4. อัตราการลาออกของผู้ปฏิบัติงานสูงหรือเพิ่มขึ้น
5. การสูญเสียด้านเวลามีมากหรือเพิ่มขึ้น
6. ค่าใช้จ่ายด้านรักษาพยาบาล และวัสดุอุปกรณ์สูงหรือเพิ่มขึ้น
7. ผู้ปฏิบัติงานมีความเครียด ความเมื่อยล้า ที่อาจนำไปสู่การเป็นโรคอันเนื่องมาจากการทำงาน (กิตติ อินทรานนท์.การยศาสตร์ Ergonomics.2548: 10)

2.1.3 วัตถุประสงค์ของเออร์โกโนมิกส์

2.1.3.1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน โดยให้งานหรือกิจกรรมนั้นง่ายต่อการปฏิบัติของมนุษย์ ซึ่งจะรวมไปถึงการเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ การลดข้อผิดพลาดในการทำงานและการเพิ่มผลผลิต

2.1.3.2 เพื่อเพิ่มคุณค่าของชีวิตคนรวมไปถึงการพัฒนาความปลอดภัย ลดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงาน การเพิ่มความสบายในการทำงาน การยอมรับของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ การเพิ่มความพอใจในงานที่ทำ และการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน (ผศ.น.ต.สุทธิ์ ศรีบูรพา.เออร์กอนอมิกส์(การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้. 2544: 15)

2.1.4 องค์ประกอบของเออร์โกโนมิกส์

วิชาการแขนงต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเออร์โกโนมิกส์ เป็นการประยุกต์ใช้วิชาการแขนงต่างๆ ทั้งวิชากายวิภาคศาสตร์, สรีรวิทยา, จิตวิทยา และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น ล้วนมีความจำเป็นอย่างยิ่งในอันที่จะชี้ให้เห็นถึงปัจจัยด้านต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคนงาน รวมไปถึงการจัดการปัจจัยเหล่านี้ ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมด้วยการนำความรู้ทางด้านเออร์โกโนมิกส์ไปประยุกต์ใช้ จึงเป็นการที่จะส่งเสริมประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และความสบายในการทำงาน และสามารถทำได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีให้เกิดขึ้นระหว่าง

คน เครื่องมือและสิ่งแวดล้อมในการทำงานของเขา การพัฒนา และปรับปรุงสภาพการทำงาน ความหนัก - เบาของงานรวมไปถึงท่าทางการทำงาน เพื่อให้คนงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดข้อผิดพลาดในการทำงานให้น้อยลง นับเป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตในการทำงานที่ดีนั่นเอง

2.1.5 ขอบเขตของเออร์โกโนมิกส์ สามารถเป็นหมวดหมู่ ดังต่อไปนี้

2.1.5.1 การศึกษาและวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบของงาน (Work Organization) และเวลาการทำงาน (Working Time) รวมถึงการปฏิบัติงานเป็นกะและในเวลากลางคืน (Shift and Night Work)

2.1.5.2 การออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน (Work Design) และการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน (Equipment Design)

2.1.5.3 การศึกษาถึงความหนักเบาของงาน (Work Load) และสรีรวิทยาในการทำงาน (Work Physiology)

2.1.5.4 การศึกษาท่าทางในการปฏิบัติงาน (Work Posture) และการยก ขนย้ายวัสดุ (Materials Handling)

2.1.5.5 การออกแบบและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (Working Environment)

2.1.5.6 การศึกษาและวิเคราะห์การถ่ายทอดและรับส่งข้อมูล (Information Transfer)

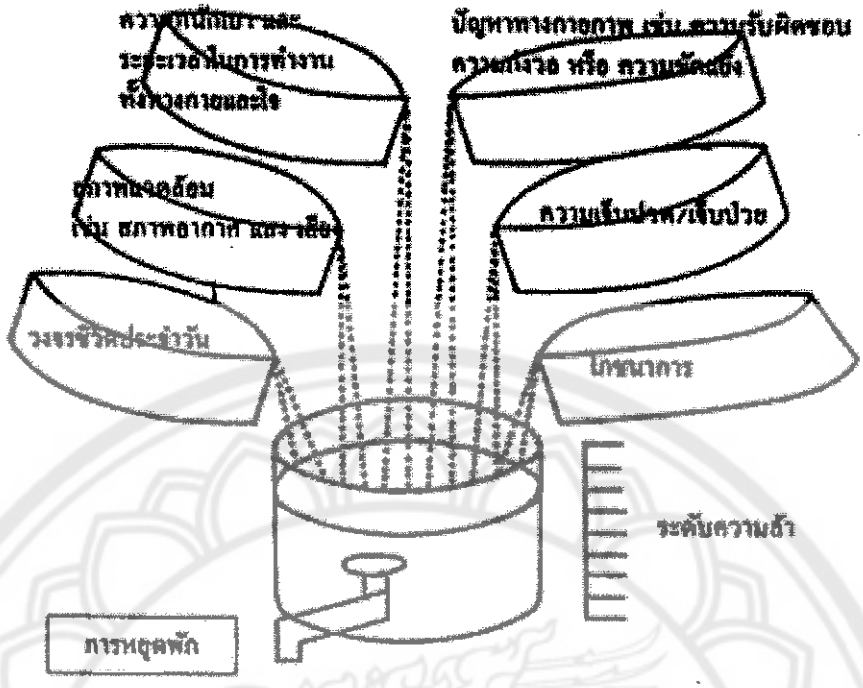
2.1.5.7 ผลกระทบทางสังคมต่อจิตใจผู้ปฏิบัติงาน (Social Condition)

2.1.6 แนวคิดและหลักการทางด้านเออร์โกโนมิกส์

2.1.6.1 ความล้าจากการทำงาน (Fatigue)

ในชีวิตการทำงานแต่ละวัน มีสาเหตุทำให้เกิดความล้าได้หลายๆ สาเหตุ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 1 ระดับความล้าสะสมขึ้นได้ตามความเครียดที่พบในแต่ละวัน การหยุดพักชั่วขณะเพื่อให้ร่างกายได้ฟื้นตัว จะช่วยให้ความล้าผ่อนคลายได้ ที่สำคัญควรสร้างความสมดุลในการทำงานอยู่เสมอ เพื่อให้คงไว้ซึ่งสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี

การหยุดพักเพื่อให้ร่างกายได้ฟื้นตัวอย่างเหมาะสมจะสามารถตัดปัญหาความเครียดไปได้ การหยุดพักหรือการพักผ่อนโดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นขณะนอนหลับในตอนกลางคืน สำหรับช่วงพักในเวลากลางวัน และช่วงหยุดพักทุกชนิดระหว่างงานก็มีผลช่วยให้เกิดการฟื้นตัวของร่างกายได้ทั้งสิ้น



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงผลร่วมกันทางสาเหตุความล้าที่เกิดขึ้นในทุก ๆ วัน และการหยุดพักเพื่อให้ร่างกายได้ฟื้นตัว ซึ่งมีความจำเป็นในการผ่อนคลายความล้า(สสิธร เทพตระการพร.2546. เว็บไซต์)

สิ่งที่สำคัญก็คือ ความเครียดและการหยุดพักเพื่อให้ผ่อนคลายนั้น ต้องสมดุลกันในทุกรอบ 24 ชั่วโมง และไม่ควรให้มีการสะสมความเครียดข้ามวัน ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเลื่อนการหยุดพักผ่อนไปเป็นตอนเย็นของวันรุ่งขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ก็ควรกระทำเฉพาะในคนที่มีสุขภาพแข็งแรงดี และมีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน (นริศ เจริญพร, 2543. เว็บไซต์)

2.1.6.2 ความเครียด (Stress)

เป็นสภาวะทางจิตใจและอารมณ์ที่มีผลต่อการเสื่อมของการตอบสนอง การเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายที่เกิดจากการทำงานเป็นระยะเวลาติดต่อกันเป็นเวลานาน สาเหตุของความเครียด สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ความเครียดที่เกิดจากสิ่งกระตุ้นทางด้านร่างกาย (Physiological stress) ซึ่งมาจากปัจจัยด้านกายภาพ (Physical stimuli) เช่น ความร้อน แสง สี สารเคมี ฯลฯ และ ปัจจัยด้านสรีระ (Personal Needs) เช่น อุณหภูมิร่างกาย อัตราการทำงานสารเคมีในกระแสเลือด อัตราการเต้นหัวใจ อีกประเภทคือ ความเครียดที่เกิดจากผลกระทบทางด้านจิตใจ (Psychological stress) เป็นการเกิดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อจิตใจ เช่น ทัศนคติ การตอบสนองแบบสอบถาม

2.1.6.3 ความเค้น (Strain) คือ สิ่งที่มากระทบ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือความเค้นที่เกิดจากสิ่งกระตุ้นทางด้านร่างกาย (Physiological strain) ซึ่งมาจากปัจจัยด้านกายภาพ (Physical stimuli) เช่น แรงโมเมนต์ ท่าทาง และปัจจัยด้านสรีระ (Personal Needs) เช่น งานหนัก ความร้อน ความเย็น ความเค้นอีกประเภทคือ ความเค้นที่เกิดจากผลกระทบทางด้านจิตใจ (Psychological strain) เช่น การอดนอน ความหวาดกลัวอันตราย ข้อมูลข่าวสารมากเกินไป ความเบื่อหน่าย ปัญหาสังคม เป็นต้น

2.2 การทำงานของกล้ามเนื้อ

2.2.1 ระบบกล้ามเนื้อ (skeletal muscle)

ร่างกายมนุษย์สามารถเคลื่อนไหวได้ เพราะมีระบบกล้ามเนื้อกระจายอยู่ทั่วไป ประมาณ 40% ของน้ำหนักร่างกาย โดยกล้ามเนื้อ 1 มัด จะประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibers) มากมายหลายขนาดซึ่งแต่ละเส้นใยประกอบด้วยโปรตีนหลายชนิด ที่สำคัญคือ Actin และ Myosin ซึ่งช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เมื่อเส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวก็จะเกิดแรงและแรงของกล้ามเนื้อ 1 มัด ก็เป็นผลรวมของแรงที่ได้จากเส้นใยหลายเส้นที่ถูกกระตุ้นให้หดตัวนั่นเอง แรงขนาดสูงสุดที่พบในมนุษย์ อยู่ระหว่าง 0.3 - 0.4 นิวตัน/ตารางเมตร (ของพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อ) หมายความว่าหน้าตัดของกล้ามเนื้อ 100 ตารางมิลลิเมตร สามารถยกน้ำหนักได้ 3 - 4 กิโลกรัม (30 - 40 นิวตัน)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นขึ้นกับขนาดของมัดกล้ามเนื้อ โดยปกติผู้หญิงมีขนาดกล้ามเนื้อเล็กกว่าผู้ชาย จึงทำให้แรงที่ได้มีน้อยกว่าผู้ชายอยู่ ประมาณ 30%

2.2.2 กิจกรรมของกล้ามเนื้อ (Muscle action)

กล้ามเนื้อจะมีการหดตัว (contract) และคลายตัว (relax) โดยเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานเคมีภายในโมเลกุลของ actin และ myosin เกิดเป็นพลังงานกล ทำให้มีการเลื่อนตำแหน่งของเส้นใยโปรตีนทั้งสองเข้าหากัน เกิดเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะมีการใช้แหล่งพลังงาน ได้แก่ สารประกอบฟอสเฟต ปล่อยพลังงานจำนวนมาก และกลับสู่สภาวะเดิมโดยใช้พลังงานจากกลูโคส ไขมัน และโปรตีน ตามลำดับ

โดยส่วนมากจะใช้กลูโคส ซึ่งเมื่อใช้แล้วจะกลายเป็นกรดไพรูวิก (Pyruvic acid) ถ้าร่างกายมีออกซิเจนเพียงพอ กรดไพรูวิกจะทำปฏิกิริยาได้เป็นน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และพลังงาน ถ้าร่างกายขาดออกซิเจนก็จะทำปฏิกิริยาเป็น กรดแลคติคซึ่งก่อให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ และให้พลังงานน้อยกว่าจะเห็นได้ว่าการที่จะได้กลูโคส และออกซิเจนนั้นมีความสำคัญ ซึ่งส่วนมากมาจากเลือด

ดังนั้น การไหลเวียนเลือด การเพิ่มความดันโลหิต และการขยายตัวของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการทำงานของกล้ามเนื้อ และจากการศึกษาวิจัยของ Schereer (1967) พบว่าการหมุนเวียนเลือดในสภาวะต่างๆ มีการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนโลหิต (Blood flow) ตามการเพิ่มการออกแรงของกล้ามเนื้อ

ความแตกต่างของการไหลเวียนโลหิต และลักษณะการออกแรงของกล้ามเนื้อ สามารถแบ่งการทำงานของกล้ามเนื้อเป็น 2 ประเภท คือ การใช้กล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static effort) และการใช้กล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic effort)

(1) การใช้กล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static effort) เกิดขึ้นเมื่อมีการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ไม่มีการเคลื่อนที่ใดๆ ของกล้ามเนื้อ ทำให้การไหลเวียนของเลือดถูกจำกัดในส่วนของแรงที่ออกเท่านั้น หมายถึงถ้าออกแรงมาก การไหลเวียนเลือดจะไม่ดี ก็จะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการล้าได้เร็วขึ้น เพราะขาดออกซิเจนและกลูโคสจากเลือด นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเจ็บปวดและการเสื่อมของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงข้อต่อ เอ็น และเนื้อเยื่อ เรียกว่า Musculoskeletal Disorders ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาไขข้ออักเสบ, การอักเสบ, การเสื่อมของเอ็นและข้อต่อ, การเสื่อมของหมอนรองกระดูกและการอักเสบปวดของกล้ามเนื้อขา เท้า หลัง ไหล่ คอ เอว เป็นต้น

ลักษณะงานแบบ Static ที่พบบ่อย ได้แก่ งานที่ต้องก้มโค้งไปด้านหน้าหรือด้านหลัง, การยกของไว้ในมือ, การยื่นมือไปข้างหน้าในแนวราบ, การยืนอยู่กับที่นานๆ, การดันหรือดึงวัตถุหนัก และการเอนศีรษะไปข้างหน้าหรือข้างหลัง การยกไหล่เป็นเวลานานๆ เป็นต้น

(2) การใช้กล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic effort) จะเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่มีการหดตัว สลับกับคลายตัว ซึ่งจะมีการทำงานเหมือนปั๊มในระบบโลหิต ช่วยให้มีการหมุนเวียนเลือดดี กล่าวคือ เมื่อมีการออกแรงทำให้กล้ามเนื้อหดตัว แรงดันภายในกล้ามเนื้อจะขับเลือดออกจากกล้ามเนื้อ ในขณะที่กล้ามเนื้อคลายตัวเลือดก็จะไหลเข้าไปเลี้ยงกล้ามเนื้อนั้นมากกว่าปกติ ทำให้มีการได้รับออกซิเจนและกลูโคสเพียงพอในการทำงานที่ไม่เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ และยังช่วยลดการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ เอ็น และเนื้อเยื่อด้วย

2.2.3 ขนาดกาย และเคลื่อนไหว และการทำงานของร่างกาย

ขนาดและทรวดทรงที่ดีหรือสมดุล พิจารณาจาก

- **ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย**
- **เส้นศูนย์ถ่วง**
- **ฐานรองรับน้ำหนัก**
- **เปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักกับส่วนสูง**

การมีขนาดร่างกายที่ดีและทรวดทรงงดงามทำให้

- **ร่างกายทำงานได้ยาวนาน**
- **จัดท่าทางเหมาะสมกับลักษณะงาน**
- **ป้องกันอุบัติภัย**
- **ป้องกันความผิดพลาด**

การวัดขนาดร่างกายและทรวดทรง มีประโยชน์ต่อการออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์**ให้**เหมาะสมกับคนที่จะต้องใช้ ช่วยให้ไม่เกิดอุบัติเหตุและการเมื่อยล้า

การวัดขนาดร่างกายในท่านิ่ง เช่น วัดความสูงยืน วัดระยะจากก้นถึงเข่า ความยาวของศีรษะ ระยะเอื้อมแขนขึ้นบน ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า ความสูงระดับสายตาในท่านั่ง ความกว้างของไหล่ ระยะไหล่ถึงปลายนิ้ว เป็นต้น (นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา.2540:46)

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคน เครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้ในสถานที่ทำงาน

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร หมายถึง ปฏิกิริยาโต้ตอบ สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล**ซึ่ง**กันและกันระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร โดยมีการส่งผ่านทิศทางข้อมูล 2 จุด ได้แก่

(1) การที่ผู้ปฏิบัติงานรับรู้ข้อมูลจากอุปกรณ์ หรือจอแสดงผลการทำงาน (Perception of all the Information on Display) ซึ่งผู้ควบคุมเครื่องจักร/อุปกรณ์ จะมีการรับรู้ (Perception) ได้จาก

- การมองเห็น
- การทำความเข้าใจ
- การแปลข้อมูล (Interpretation)
- การตัดสินใจ (Decision)

(2) การที่เครื่องจักรรับทราบคำสั่งการทำงานผ่านเครื่องมือระบบควบคุม (Operation and Control) ซึ่งการที่จะทราบความสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร เราต้องทราบจุดเด่นในการทำงานที่แตกต่างกันของคนกับเครื่องจักรด้วย เพื่อพิจารณาในการตัดสินใจเลือกใช้งาน และออกแบบให้เหมาะสม โดย W.E. Woodson และ D.W. Conover ได้ให้ข้อมูลการศึกษาไว้ ดังนี้

จุดเด่นในการใช้คนปฏิบัติงาน

- **มีการรับรู้ ไวต่อปฏิกิริยา จากสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ**
- **มีการตอบสนองและแก้ไขปัญหา หรือเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้**
- **มีการวิเคราะห์ ตัดสินใจต่อเหตุการณ์ที่ไม่ได้กำหนดได้**

จุดเด่นในการใช้เครื่องจักรในการปฏิบัติงาน

- **เหมาะกับงานที่ทำซ้ำๆ จำเจ หรืองานที่ต้องการความแน่นอน และแม่นยำสูง**
- **เหมาะกับงานที่ใช้แรง หรือพลังงานอย่างมากตลอดเวลาการทำงาน**
- **เหมาะกับงานที่ต้องควบคุมงานหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน**
- **ใช้ในงานที่มีสภาพแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคน**
- เหมาะกับงานที่ต้องการความรวดเร็วต่อเนื่อง 29 ชั่วโมงติดต่อกัน

2.4 การตรวจสถานประกอบการ

การตรวจสถานประกอบการ (Factory Inspection) ในที่นี้หมายถึง การตรวจวิเคราะห์งาน (Jon analysis) ในสถานประกอบการเพื่อความปลอดภัย โดยใช้หลักการของเออร์โกโนมิกส์ มีวิศวกร หรือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยเป็นผู้ดำเนินการ เพื่อการเปรียบเทียบภาระของงานกับความสามารถของผู้ปฏิบัติว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยเริ่มมีการดำเนินการมาตั้งแต่สมัย Frederick Taylor และ Frank กับ Lillian Gilbreth (Niebel,1989) นานแล้ว ในระยะแรก วิธีการนี้เป็นเครื่องมือช่วยให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตเท่านั้น แต่ต่อมาได้มีการนำวิธีการนี้ไปใช้ในการระบุชี้อันตรายที่แฝงอยู่มากขึ้นในลักษณะของสภาพงานที่เสี่ยงและภาระงานที่มากเกินไปด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุของความล้า การบาดเจ็บ มีปัญหาในเรื่องกล้ามเนื้อ เอ็นและกระดูก ซึ่งจะนำไปถึงการมีโรคกล้ามเนื้อและกระดูก (MSD) เกิดขึ้นในระยะยาวได้ วิธีการวิเคราะห์งานสามารถจะระบุชี้สภาพอันตรายหรือสภาพเสี่ยงในการทำงาน และเพื่อการนำวิธีการควบคุม แก้ไขเข้าไปปรับปรุง ช่วยให้กำจัดหรือลดความเสี่ยงและสภาพอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานต่อไป

จากวิธีการวิเคราะห์งานพบว่ามีประโยชน์จากการออกแบบงานที่เหมาะสม ทำให้ประสิทธิภาพของงานดีมากขึ้น มีความปลอดภัยในการทำงาน รวมถึงผู้ปฏิบัติงานมีความพึง-พอใจในการทำงานมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทางด้านผู้ปฏิบัติงานลดน้อยลงด้วย เช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าประกันสุขภาพ และที่สำคัญที่สุดการตรวจวิเคราะห์งานช่วยให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพและเพิ่มผลผลิตมากขึ้นด้วย

2.4.1 วัตถุประสงค์ของการตรวจ

วัตถุประสงค์ของการตรวจสถานประกอบการ เพื่อระบุชี้อันตรายและสภาพเสี่ยงในสถานประกอบการ หาปัจจัยในการเกิดสภาพเสี่ยงและวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไข ปรับปรุงสถานประกอบการ และกำจัดหรือลดสภาพอันตายหรือสภาพเสี่ยง เพื่อให้ได้การเพิ่มผลผลิต เพิ่มคุณภาพ และลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยในสถานประกอบการนั้น

ในการตรวจวิเคราะห์งานจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของงาน ซึ่งอาจสำรวจเพียงงานที่เป็นปัญหา แต่บางงานที่มีความสัมพันธ์กันก็อาจจำเป็นต้องทำการสำรวจในทุกงาน

โดยทั่วไปขั้นตอนการตรวจจะประกอบไปด้วย

1. การระบุชี้สภาพเสี่ยงและสภาพอันตราย
2. การเตรียมตรวจงานภาคสนาม
3. ตรวจงานภาคสนาม
4. การสรุปผลการตรวจ
5. การเสนอแนะต่อผู้ประกอบการ

2.4.2 รายละเอียดการตรวจ

2.4.2.1. ระบุสภาพเสี่ยงและสภาพอันตราย ตรวจสอบดูว่างานใดที่เป็นปัญหาน่าจะได้เริ่มตรวจวิเคราะห์ก่อน ข้อมูลอาจได้จากการทบทวนข้อมูลสถิติการเจ็บป่วย การร้องทุกข์ของผู้ปฏิบัติงาน การขาดงาน การเปลี่ยนกิจกรรมไปทำอย่างอื่น อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรือทำการสำรวจสอบถามผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้แบบสอบถาม

การทบทวนความรู้เรื่องกระบวนการผลิต กิจกรรมการทำงานในที่ทำงานที่มีปัญหาซึ่งจะต้องดำเนินการก่อน โดยการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง การเดินตรวจ การใช้แบบตรวจที่ทำงาน (checklist) เพื่อระบุชี้สภาพเสี่ยงที่เห็นได้ชัด ข้อมูลที่รวบรวมได้น่าจะตอบคำถามต่อไปนี้

- งานนี้ใช้คนทำงานกี่คน
- ลักษณะสมบัติ (เช่น อายุ เพศ ระดับการศึกษา) ของผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างไร
- งานที่ทำประกอบไปด้วยกิจกรรมอะไรบ้าง ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำกิจกรรมอย่างเดียวตลอดกะงานหรือไม่ หรือว่าเขาทำกิจกรรมหลายอย่างตลอดกะงาน
- มีการกำหนดความเร็วในการทำงานในรูปของเวลามาตรฐาน (standard time) หรือไม่ และมาตรฐานนั้นกำหนดขึ้นมาได้อย่างไร
- ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสได้หมุนเวียนเปลี่ยนไปทำงานอื่นได้บ้างหรือไม่
- ค่าจ้างในการทำงานนี้ ลักษณะการจ้างเป็นอย่างไร รายชั่วโมง รายวัน หรือรายชิ้น หรือรายเดือน
- ผู้ปฏิบัติงานทำงานกี่ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ระบบงานแบ่งเป็นกะหรือไม่ มีการทำงานล่วงเวลาหรือไม่ วันละกี่ชั่วโมง

การเตรียมตรวจงานภาคสนามต้องเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็นในการประเมินสภาพอันตราย อุปกรณ์จะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการได้รับว่าจะลงรายละเอียดมากเพียงใด โดยการสังเกตและวัดโดยตรง อุปกรณ์ต่อไปนี้โดยทั่วไปน่าจะเพียงพอต่อการใช้ตรวจวิเคราะห์ในระดับหนึ่ง

- กล้องถ่ายรูปนิ่งพร้อมฟิล์มหรือกล้องวีดิโอ เพื่อบันทึกภาพเคลื่อนไหวในการทำกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงาน
- เครื่องมือ ไม้บรรทัด เทปวัดระยะทาง เพื่อวัดขนาดของสถานีงาน
- Strain gage หรือ load cell เพื่อใช้วัดแรงของผู้ปฏิบัติงานที่ใช้แรงในการทำงาน
- นาฬิกาจับเวลา เพื่อวัดเวลาในการทำกิจกรรม หรือวัดอัตราการทำงาน

ก่อนจะลงสำรวจต้องมีการวางแผนการตรวจวิเคราะห์ก่อนว่าจะตรวจอย่างไร ควรทราบรายละเอียดงานเบื้องต้นว่างานยากง่ายแค่ไหน มีคนเดียวทำหลายกิจกรรมหรือคนเดียวทำซ้ำซากในกิจกรรมเดียว หรืองานและกิจกรรมที่ทำมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะช่วยในเรื่องการวางแผนเพื่อการเข้าไปตรวจงานได้ดียิ่งขึ้น

การตรวจงานภาคสนาม ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- การสังเกตการณ์ทำงาน บันทึกสิ่งที่พบเห็น ลักษณะท่าทางการทำงาน การใช้เทคนิคการบันทึก RULA เพื่อวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน เป็นต้น
- การสัมภาษณ์หัวหน้างานและผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้รูปแบบของคำถามที่เตรียมไว้ก่อน เกี่ยวกับลักษณะงานที่ทำ บริเวณสถานที่ทำงาน ผังการทำงาน แนวคิดของการปรับปรุงลักษณะงาน
- การวัดมิติต่างๆ สังเกตการณ์ปฏิบัติงาน ระยะห่างของหลอดไฟแสงสว่าง ระยะเอื้อมหยิบของ เครื่องมือ อุปกรณ์ ระยะทางเดินไปตามจุดที่จะต้องไปเอาของหรือส่งของ เป็นต้น

2.4.2.2 การสรุปผลการตรวจ เมื่อได้รวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ควรวิเคราะห์ด้วยการแบ่งงานออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ เพื่อที่จะได้มองเห็นภาระงานที่ไม่จำเป็นและจะได้ตัดออก โดยเฉพาะภาระที่จะต้องมีการรับแรงหรือโมเมนต์ที่มากขึ้น ในรูปของ

- แรงหรือกำลังที่ต้องใช้ในการทำงาน
- ท่าทรงตัวที่ต้องใช้ในการทำงาน ท่าทรงตัวที่ไม่ปรกติ การยืนที่นาน

- เกินไปการต้องเอื้อมหยิบหรือจับในที่สูงเกินกว่าไหล่บ่อยครั้งหรือเป็นประจำ เป็นต้น
- การเคลื่อนไหวซ้ำซาก ทำให้กล้ามเนื้อต้องหดตัวเป็นเวลาสั้นๆ แต่บ่อยครั้ง ถ้าบ่อยมากอาจทำให้เวลาคลายตัวของกล้ามเนื้อมีไม่พอ
- ระยะเวลาทำงานและเวลาพักระหว่างงาน
- การทำงานในที่ร้อน หรือที่เย็น หรือที่เสียงดัง หรือที่สั่นสะเทือน หรือที่มีฝุ่นมาก หรือในที่มีสารเคมีอันตราย การใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

ในบางครั้งอาจต้องมีการเปรียบเทียบความสามารถของผู้ปฏิบัติงานกับภาระงานที่กำลังทำอยู่ เพื่อจะตรวจสอบให้แน่ชัดว่างานนั้นเป็นงานที่เกินภาระ (Overload) จริงหรือไม่ ถ้าไม่มีฐานข้อมูลความสามารถในการเปรียบเทียบจะต้องมีการสร้างฐานข้อมูลนั้นขึ้นมา

ข้อมูลกำลังคน (human strength data) ถ้าเราสามารถวัดแรงที่ใช้ทำงานได้ก็เอามาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลกำลังสถิติของบุคคลที่มีอยู่ ข้อควรระวังในการใช้ก็คือฐานข้อมูลควรเป็นของคนกลุ่มเดียวกันกับผู้ปฏิบัติงาน

ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย (anthropometry) ที่เกี่ยวข้องกับมิติของร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน มีความสำคัญและเกี่ยวพันกับมิติของสถานีงานเป็นอย่างยิ่ง

ข้อมูลทางสรีรวิทยา (physiological data) ที่เกี่ยวกับความสามารถในการทำงาน การใช้พลังงานในการทำงานประเภทต่างๆ ควรจะนำมาเปรียบเทียบกับ พลังงานที่ใช้ในการทำงาน (energy consumption) ครั้งนี้ เพื่อตรวจดูว่าจะเป็นการเกินภาระหรือไม่

ข้อมูลทางจิตวิทยา (psychological data) ในบางครั้งเมื่องานที่กำลังศึกษาอยู่ เราไม่สามารถใช้ข้อมูลทางสรีรวิทยาเปรียบเทียบได้ อาจเนื่องจากมีกล้ามเนื้อหลายชุดเกี่ยวข้องกับการทำงานนั้น และงานนั้นเป็นงานละเอียด ต้องใช้ความแม่นยำสูง ดังนั้น จึงต้องอาศัยข้อมูลทางจิตวิทยาที่ได้มีนักวิจัยหลายรายได้พัฒนาเป็นแนวทางของจิตฟิสิกส์ เรียกว่า ขีดจำกัดทางจิตฟิสิกส์ (psychophysics limit) รวบรวมมาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิจัยเป็นแนวทางเพื่อกำหนดขนาดและปริมาณของภาระงาน

2.4.2.3 **การเสนอแนะต่อผู้ประกอบการ ผู้ตรวจงานจะต้องเสนอรายงานข้อเสนอแนะต่อผู้ประกอบการ ถึงวิธีการที่จะต้องกำจัด ลด และควบคุมสภาพเสี่ยง หรือสภาพอันตราย โดยการปรับปรุง ดัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลง เครื่องมือ อุปกรณ์ สถานีงาน หรือวิธีการทำงาน ที่นำไปสู่การลดหรือตัดภาระงานที่มากเกินไปที่ไม่จำเป็นออก โดยต้องไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ปฏิบัติงานคนใดคนหนึ่งหรือไม่วิธีการใดการหนึ่งเท่านั้น ซึ่งอาจต้องมีการลดเวลาการทำงาน**

เพิ่มเวลาพัก หมุนเวียนผู้ปฏิบัติงานหรือเพิ่มคนงานเข้ามาทำงานมากขึ้น แม้ผลผลิตจะลดน้อยลง แต่ก็ต้องยอมเพื่อควบคุมสภาพเสี่ยง สุดท้ายควรมีการติดตามงานและวิเคราะห์ผลหลังจากการนำข้อเสนอแนะไปปฏิบัติแล้ว เพื่อมั่นใจได้ว่าสภาพเสี่ยงลดลงได้จริง
(กิตติ อินทรานนท์.**การยศาสตร์** Ergonomics.2548: 271-275)

2.5 เทคนิคการประเมินดัชนี AI (ค่าของดัชนีความไม่ปรกติ)

การประเมินดัชนี AI (ค่าของดัชนีความไม่ปรกติ) สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ คือ

$AI \leq 0$	ไม่มีปัญหาอะไรเลย
$0 < AI \leq 2$	มีปัญหาเล็กน้อย พอทนได้
$2 < AI \leq 3$	ต้องระมัดระวังเอาใจใส่
$3 < AI \leq 4$	เริ่มเป็นปัญหามากจนทนไม่ได้
$AI > 4$	ผิดปรกติ ต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันที

โดยค่าที่ได้ดังกล่าว สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$AI = \frac{\sum[1,2,4,5,6,7] - \sum[3,8]}{8}$$

(กิตติ อินทรานนท์.**การยศาสตร์** Ergonomics.2548: 312)

การประเมินระดับความรุนแรงของปัญหาโดยใช้ดัชนีความไม่ปกติ (Abnormal Index, AI) จะใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมินผลโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าคนงานมีประวัติเคยเจ็บป่วยมากน้อยแค่ไหนและมีวิธีการในการรักษาอย่างไร และเป็นแบบสอบถามที่ประเมินผลเชิงจิตวิสัย ซึ่งรายละเอียดคำถามในแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 8 หัวข้อเกี่ยวข้องกับ

1. ความล้าโดยทั่วไป
2. ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดและการบาดเจ็บ
3. ระดับความสนใจต่องานที่ทำ
4. ความซับซ้อนของลักษณะงาน
5. ความยากง่ายของการทำงาน
6. จังหวะของการทำงาน
7. ความรับผิดชอบในการทำงาน
8. ความเป็นอิสระในการทำงาน

การประเมินผลดังกล่าวจะใช้การสัมภาษณ์คนงานโดยตรง และการประเมินของผู้วิจัยด้วย โดยในแต่ละหัวข้อจะแบ่งระดับความรุนแรงออกเป็น 10 ระดับคะแนนคือ 0,1,2,3,4,5,6,7,8 และ 9

คะแนน 0 หมายถึง ความรุนแรงน้อยที่สุด

คะแนน 9 หมายถึง ความรุนแรงมากที่สุดหรือมากจนทนไม่ได้

1) ความล้าโดยทั่วไป

อธิบายผู้ถูกสัมภาษณ์ว่าจะแบ่งความล้าออกเป็น 9 ระดับ เช่น ตอนเช้าที่มาทำงาน ร่างกายจะสดชื่นความล้ายังไม่มี ความล้าจะเป็นระดับ 0 แต่ถ้ามีความรู้สึกว่าทำงานไม่ไหวและไม่สามารถเดินกลับบ้านได้เอง ความล้าจะเป็นระดับ 9 เป็นต้น ถามผู้สัมภาษณ์ว่า ตอนเลิกงานจะมีความล้าระดับไหน

2) ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดและการบาดเจ็บ

ถามผู้ถูกสัมภาษณ์ว่าในความคิดของตัวเอง งานที่ทำอยู่นั้นมีความรู้สึกว่าจะเกิดอาการปวดเมื่อย/บาดเจ็บได้ง่ายหรือไม่ และมีความเสี่ยงในการทำงานสูงหรือไม่ โดยแบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 จะไม่มีความเสี่ยงเลย ระดับ 9 มีความเสี่ยงสูงมาก

3) ระดับความสนใจต่องานที่ทำ

อธิบายผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่าหน้าที่ที่ทำอยู่ขณะนี้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้สึกว่าเป็นงานที่น่าสนใจและผู้สัมภาษณ์มีความอยากจะทำงานในหน้าที่นี้หรือไม่ (ในข้อนี้จะต้องให้ความเป็นกันเองกับผู้สัมภาษณ์ และเน้นว่าจะเก็บข้อมูลเป็นความลับ) แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าไม่น่าสนใจเลย และระดับ 9 ถือว่างานน่าสนใจมากที่สุด

4) ความซับซ้อนของลักษณะงาน

อธิบายให้ผู้สัมภาษณ์ทราบเกี่ยวกับความหมายของคำว่าซับซ้อนของลักษณะงานว่าหน้าที่ที่ทำอยู่ขณะนี้ลักษณะงานมีขั้นตอนในการทำงานมากหรือไม่ และแต่ละขั้นตอนวกวนไปมาหรือไม่ หรือว่าลักษณะงานที่ทำไม่มีความซับซ้อนใดๆ แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าไม่ซับซ้อนเลย ระดับ 9 ถือว่าซับซ้อนจนน่าเวียนหัว

5) ความยากง่ายของการทำงาน

อธิบายผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่า หน้าที่ที่ทำอยู่นั้นผู้ถูกสัมภาษณ์มีความรู้สึกว่าง่ายหรือยากในการที่จะทำงานนั้น โดยแบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าเป็นงานที่ง่ายมากที่สุด ระดับ 9 ถือว่าเป็นงานที่ยากที่สุด

6) จังหวะของการทำงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่าในหน้าที่ที่ทำนั้น ทำงานได้ทันทีหรือไม่ เช่นงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ต้องทำงานตามความเร็วของสายพานลำเลียง ถ้าประกอบไม่ทันก็ถือว่าถือว่าสายพานลำเลียงเดินเร็วเกินกว่าที่จะทำงานนั้น แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าไม่มีปัญหาคือสามารถทำงานทัน และระดับ 9 ถือว่ามีปัญหามาก

7) ความรับผิดชอบในการทำงาน

อธิบายให้ผู้สัมภาษณ์ทราบว่า ในหน้าที่ที่ทำอยู่นั้นคิดว่าจะต้องใช้ความรับผิดชอบมากหรือไม่ แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ไม่ต้องรับผิดชอบ ระดับ 0 รับผิดชอบสูงสุด

8) ความเป็นอิสระในการทำงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่า ผู้ถูกสัมภาษณ์คิดว่ามีความสามารถที่จะตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับงานนั้นเลย หรือจะต้องทำตามขั้นตอนตามที่หัวหน้ากำหนด แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าต้องทำงานตามคำสั่งเท่านั้น ระดับ 9 จะทำอย่างไรก็ได้

เมื่อสัมภาษณ์ครบตามจำนวนแล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติในการทำงานแล้วนำคะแนนมาเรียงจากมากไปน้อย พร้อมทั้งระบุจำนวนคนงานที่มีคะแนนนั้นๆ พิจารณาเลือกคนงานที่มีค่าดัชนีความไม่เป็นปกติเป็น 0 และอยู่ระหว่าง 0-2 เป็นผู้ถูกทดลอง เพราะแสดงว่าเป็นคนงานที่มีสภาพจิตใจเป็นปกติ

การประเมินคือพิจารณาแต่ละหัวข้อ และนำคะแนนที่ได้แต่ละหัวข้อเข้าไปแทนในสูตรข้างต้นก็จะได้ดัชนีความไม่ปรกติ เมื่อได้ดัชนีความไม่ปรกติมาแล้วจะทำให้เราทราบถึงระดับความรุนแรงของปัญหา ซึ่งทางผู้วิจัยจะนำไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงสถานีงานต่อไป

***หมายเหตุ ค่าดัชนี AI ยิ่งน้อยยิ่งดี

$\sum$[1,2,4,5,6,7] คือผลรวมของระดับความรุนแรงของหัวข้อที่ 1,2,4,5,6 และ 7 ซึ่งระดับความรุนแรงในแต่ละข้อดังกล่าวยิ่งน้อยยิ่งดี ดังนั้น $\sum$[3,8] คือผลรวมของระดับความรุนแรงของหัวข้อที่ 3 และ 8 ซึ่งระดับความรุนแรงในแต่ละข้อดังกล่าวยิ่งมากยิ่งดี นี่จึงเป็นเหตุผลที่ต้องนำ $\sum$[3,8] มาลบออก

ข้อเสนอแนะสมการ AI จากสมการหาค่า AI ของอาจารย์กิตติ อินทรานนท์ ข้างต้นทางผู้วิจัยได้เสนอการดัดแปลงและพัฒนาสมการดังกล่าวให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ง่ายขึ้น คือ ทำการสลับหัวข้อที่ 3 เดิมคือระดับความสนใจต่องานที่ทำไปเป็นหัวข้อที่ 7 และนำหัวข้อที่ 7 เดิมคือความรับผิดชอบในการทำงานไปเป็นหัวข้อที่ 3 เพื่อให้ข้อ 3 เดิมมาอยู่ใกล้กับข้อ 8 ซึ่งข้อ 3 เดิมและ ข้อ 8 เป็นข้อที่ต้องนำมาลบออก เมื่อทำการสลับแล้วจะได้ดังนี้

1) ความล้าโดยทั่วไป
2) ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดและการบาดเจ็บ
3) ความรับผิดชอบในการทำงาน
4) ความซับซ้อนของลักษณะงาน
5) ความยากง่ายของการทำงาน
6) จังหวะของการทำงาน
7) ระดับความสนใจต่องานที่ทำ
8) ความเป็นอิสระในการทำงาน

สมการที่ได้ดัดแปลงและพัฒนามาจากสมการหาค่า AI ของอาจารย์กิตติ อินทรานนท์ คือ

$$AI = \frac{\sum_{i=1}^{6} Xi - \sum_{i=7}^{8} Xi}{8}$$

เมื่อ i คือหัวข้อ และ

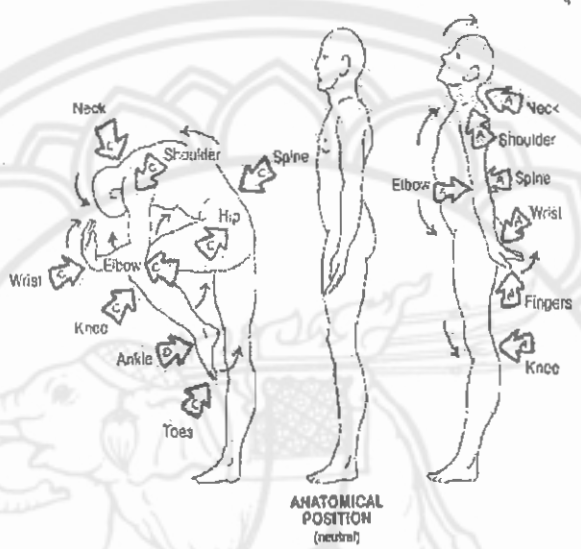
Xi คือคะแนนที่ได้จากหัวข้อ i ซึ่งอยู่ระหว่าง 0 ถึง 9

เพื่อเป็นการทำสมการให้เข้าใจง่ายขึ้น แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดหลักในสมการเดิมของอาจารย์กิตติ อินทรานนท์ ในการทำวิจัย หากผู้ที่สนใจจะนำสมการใหม่มาใช้ในการวิจัยต่อไปก็สามารถนำไปใช้ได้โดยสมการจะทำให้มีความเข้าใจได้ง่ายมากขึ้นกว่าเดิม

2.6 เทคนิค RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

เทคนิค RULA ถูกพัฒนาโดย Prof. McAtamney และ Prof. Corlett (1993) สถาบันการยศาสตร์เพื่อการทำงาน (Institute for Occupational Ergonomics) มหาวิทยาลัยแห่งเมืองน๊อตติ่งแฮม ประเทศอังกฤษ เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อปัญหาการบาดเจ็บของร่างกายส่วน Upper Limb ที่อาจเป็นผลมาจากการทำงานของแต่ละบุคคล

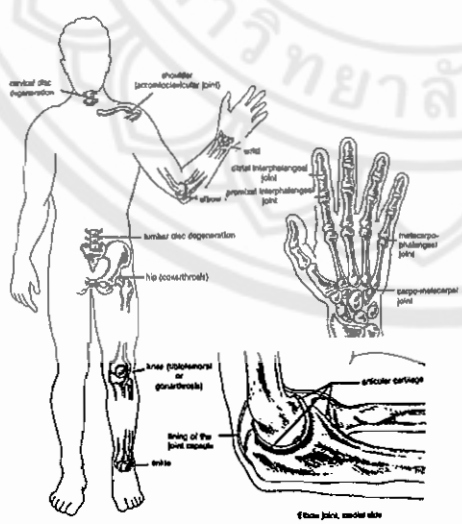
Upper Limb หมายถึง ส่วนของแขนและมือ รวมถึงไหล่ซึ่งเป็นจุดต่อของแขน ดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนของร่างกายที่เรียกว่า Upper Limb

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์

RULA ประเมินท่าทางของร่างกาย ดังนี้



1. ศีรษะและคอ (head and neck)
2. ลำตัว (trunk)
3. ไหล่ (shoulder)
4. แขนส่วนบน (upper arm)
5. แขนส่วนล่าง (lower arm: forearm)
6. มือและข้อมือ (hand and wrist)
7. ขาส่วนบน (upper leg: tight)
8. ขาส่วนล่าง (lower leg)
9. เท้า (foot)

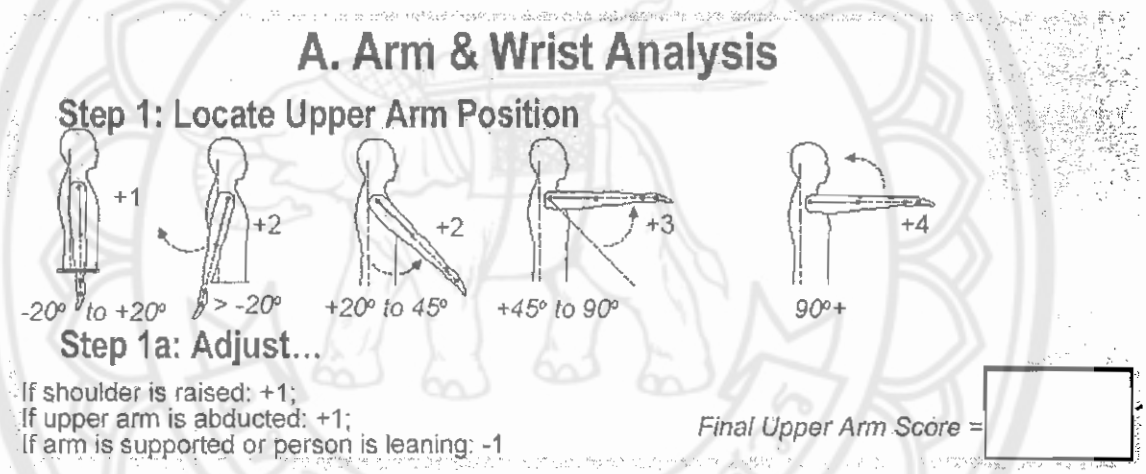
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนต่างๆ ของร่างการเพื่อการประเมินท่าทางในทฤษฎี RULA

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์งานโดยใช้วิธีการ RULA

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (upper arm)

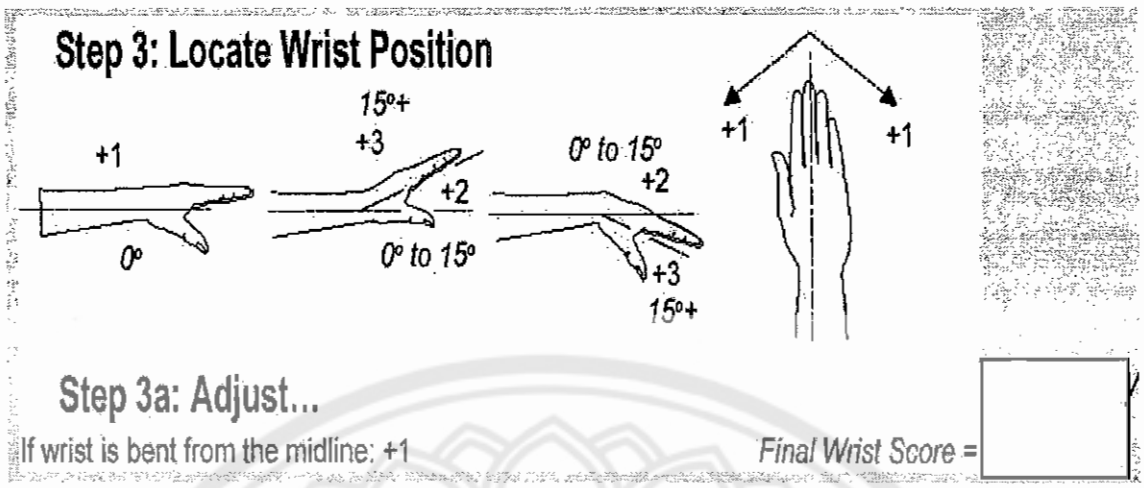
- **ระดับของแขน การยกที่สูงขึ้น ระดับคะแนนให้มากขึ้น คะแนนอยู่ระหว่าง** 1-4
- ถ้ามีการยกของไหล่ ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการกางแขน ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้าแขนมีที่รองรับหรือวางพาดอยู่ ให้ลบคะแนน -1
- คะแนนสูงสุดของขั้นตอนนี้จะมีค่าไม่เกิน 6 คะแนน
- ให้แยกการประเมินแขนซ้ายและขวา



รูปที่ 2.4 แสดงการประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (upper arm)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.**การอบรมการยศาสตร์**.เว็บไซต์)

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (lower arm หรือ forearm)

- ระดับของแขนส่วนล่างควรอยู่ในแนวระดับขณะทำงาน หรืออยู่ในช่วงประมาณ 60–100 องศา วัดจากแนวดิ่ง ถ้ามุมของแขนส่วนล่างอยู่นอกช่วงดังกล่าว ให้คะแนนตามรูปที่ 2 และ 3 จากซ้าย
- ถ้ามีการทำงานไขว้แขนเลยแกนกลางลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการทำงานในลักษณะการแขนออกไปด้านข้างลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 4 คะแนน

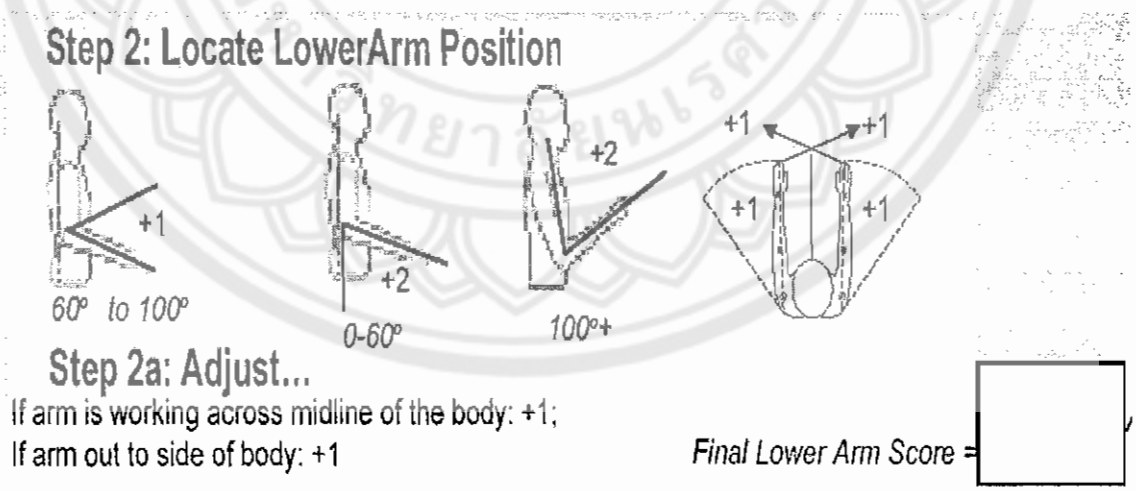


รูปที่ 2.5 แสดงการประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (lower arm หรือ forearm)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.**การอบรมการยศาสตร์**.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (hand และ wrist)

- ขณะทำงานข้อมือไม่ควรอยู่ในลักษณะตรง ไม่บิดงอ ดังแสดงในรูปที่ 1 จากซ้าย ถ้าข้อมือมีการบิดงอจะให้คะแนนตามรูปที่ 2 (flexion) และ 3(extension) จากซ้าย
- ถ้ามีการทำงานที่เกิดการเบี่ยงข้อมือออก (deviation) ดังแสดงในรูปที่ 4 จากซ้าย ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 4 คะแนน
- ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้ายและขวา



รูปที่ 2.6 แสดงการประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (hand และ wrist)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.**การอบรมการยศาสตร์**.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินการบิดข้อมือ (wrist twist)

- ขณะทำงานข้อมือไม่ควรหมุน ถ้ามีการหมุนข้อมือให้คะแนนเป็น 1
- ถ้ามีการทำงานที่หมุนข้อมือมาเกือบสุด ให้คะแนนเป็น 2
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 2 คะแนน
- ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้ายกับแขนขวา

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1-4 โดยใช้ตาราง2.1

นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1-4 ซึ่งเป็นผลจากการที่วิเคราะห์ท่าทางของแขนและมือในขณะทำงานมาเปิดค่าคะแนนรวมในตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงคะแนนการวิเคราะห์แขนและข้อมือ

UPPER ARM	LOWER ARM	WRIST POSTURE SCORE							
		TWIST		TWIST		TWIST		TWIST	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินระดับของการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในการทำงาน

- **ถ้าการทำงานดังกล่าวมีลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อแบบสถิต เช่น มีการใช้แรงโดยเกร็งกล้ามเนื้อต่อเนื่องนานกว่า 1 นาที ให้ใส่คะแนนเป็น 1**
- **ถ้าการทำงานเป็นแบบซ้ำๆ โดยมีการเคลื่อนไหวกลับไปกลับมาเกินกว่า 4 ครั้งต่อนาทีหรือมากกว่า ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก**
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 2 คะแนน

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินภาระงานที่ทำ

- ภาระงานที่ทำได้แก่แรงที่ใช้หรือน้ำหนักที่ถือ ถ้าน้อยกว่า 2 กิโลกรัม ให้คะแนนเป็น 0
- ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 2-10 กก. ถือหรือใช้แรงนานๆ ครั้งให้คะแนนเป็น 1
- ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 2-10 กก. ถือหรือใช้แรงตลอดเวลาหรือทำซ้ำไปมาบ่อยๆ ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้าภาระงานมากกว่า 10 กก. ถือหรือใช้แรงแบบสถิต หรือเคลื่อนที่ซ้ำไปมาบ่อยๆ หรือมีการใช้แรงทำงานดังกล่าวอย่างรวดเร็ว ให้คะแนนเป็น 3

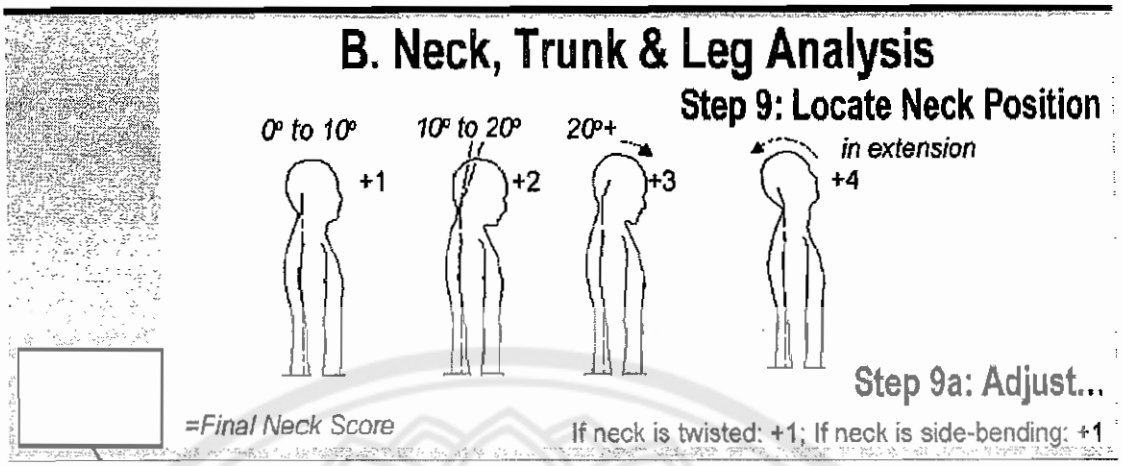
ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ

รวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 5-7 ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อใช้เปิดตาราง 2.3 ในการประเมินผลร่วมกับร่างการส่วนที่เหลือ

ขั้นตอนที่ 9 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ

- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 0-10 องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 10-20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้ามุมก้มมากกว่า 20 องศา ขึ้นไป ให้คะแนนเป็น 3
- ถ้ามีการเงยศีรษะ ให้คะแนนเป็น 4
- ถ้ามีการหมุน (twist) ศีรษะด้วย ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการเอียงศีรษะไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1

คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้จะมีค่าไม่เกิน 6 คะแนน

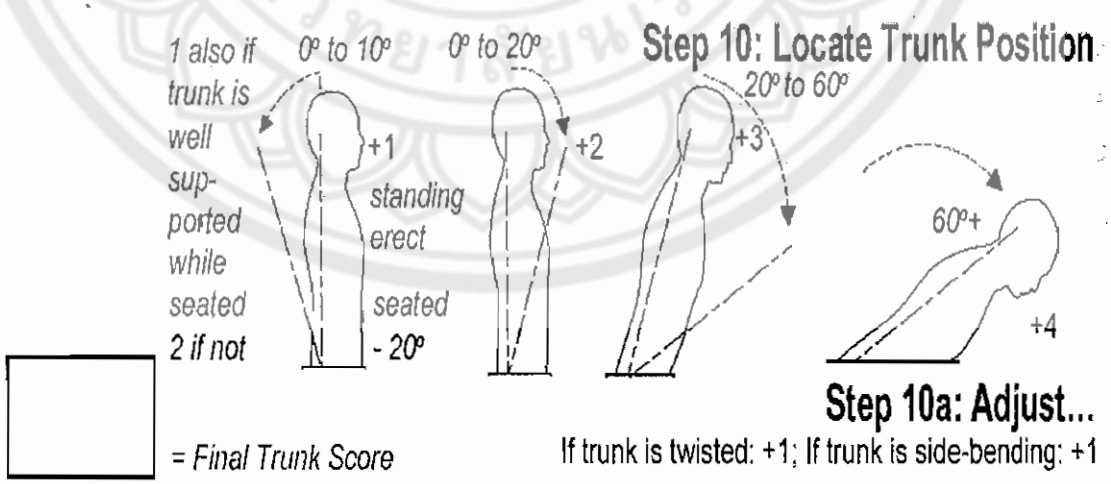


รูปที่ 2.7 แสดงการวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

<u>ขั้นตอนที่ 10</u> การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (trunk)

- ลำตัวควรอยู่ในลักษณะที่ตั้งตรงเมื่อยืน หรือในกรณีการนั่งมีพนักพิงรองรับอย่างดีที่มุมเอียงไม่เกิน -20 องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 1-20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 21-60 องศา ให้คะแนนเป็น 3
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่างมากกว่า 60 องศา ให้คะแนนเป็น 4
- ลำตัวมีการหมุน ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ลำตัวมีการเอียงไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 6 คะแนน



รูปที่ 2.8 แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (trunk)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

- 3 ก.ย. 2552
1 4653198
สำนักหอสมุด
ป
TA
167
ช532ค
2551

ขั้นตอนที่ 11 การประเมินท่าทางของขาและเท้า

- ขาอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวา โดยเท้าสามารถวางบนพื้นที่มีการรองรับดี ให้คะแนนเป็น 1
- ถ้าไม่สมดุลหรือพื้นรองรับเท้าไม่ดี ให้คะแนนเป็น 2
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้ไม่เกิน 2 คะแนน

ขั้นตอนที่ 12 สรุปผลท่าทางการทำงานจากขั้นตอนที่ 9-11 โดยใช้ตาราง B

ตาราง 2.2 เป็นการสรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขาและเท้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 9, 10 และ 11 มาเปิดตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงคะแนนการวิเคราะห์คอ ลำตัว และขา

Trunk Posture Score

	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
Neck	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.**การอบรมการยศาสตร์**.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 13 ประเมินระดับลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อ

- เป็นการประเมินลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อ ว่าเป็นไปในลักษณะใดแบบสถิตหรือแบบพลวัต ด้วยความถี่มากน้อยขนาดไหน
- ถ้ามีการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในแบบสถิตเป็นเวลานานหรือ การทำงานแบบใช้แรงซ้ำๆ ไปมา ด้วยความถี่ 4 ครั้งต่อนาทีหรือสูงกว่า ให้คะแนนเพิ่มอีก +1

ขั้นตอนที่ 14 ประเมินระดับภาระงาน จากน้ำหนักของหรือแรงที่ใช้

- ให้พิจารณาน้ำหนักของที่ยกหรือแรงที่ใช้ในการทำงาน เช่นแรงผลัก แรงกด แรงดึง เป็นต้น ว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าน้อยกว่า 2 กก. ทำเป็นนานๆ ครั้ง ให้คะแนนเป็น 0
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าระหว่าง 2-10 กก. ทำเป็นครั้งคราว ให้คะแนนเป็น 1
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าระหว่าง 2-10 กก. ออกแรงแบบสถิตหรือเกิดขึ้นซ้ำไปมา ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่ามากกว่า 10 กก. ออกแรงแบบสถิต หรือเกิดซ้ำไปมาบ่อยๆ หรือมีการออกแรงอย่างรวดเร็ว ให้คะแนนเป็น 3

ขั้นตอนที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า

เป็นผลรวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 12 ซึ่งได้จากการเปิดตารางที่ 2.2 รวมกับคะแนนในขั้นตอนที่ 13 และ 14 ซึ่งเป็นลักษณะการใช้งานกล้ามเนื้อและภาระงานที่ต้องทำ คะแนนรวมที่ได้ใส่ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อนำไปเปิดตารางสรุปผลของ RULA ในตาราง 2.3

ขั้นตอนที่ 16 หรือขั้นตอนสุดท้าย คือการสรุปผลระดับคะแนนของ RULA ในตาราง C

- นำค่าที่ได้ในขั้นตอนที่ 8 และคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 15 ไปใช้ในการเปิดตาราง C
- โดยคะแนนในขั้นตอนที่ 8 ใช้เลือกตำแหน่งของแถว ส่วนคะแนนในขั้นตอนที่ 15 ใช้เลือกตำแหน่งของคอลัมน์ ช่องที่ตัดกันระหว่างคะแนนทั้งสอง ในตาราง 2.3 เป็นระดับคะแนนสุดท้ายของ RULA
- คะแนน RULA จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1-7 คะแนนที่สูงกว่าหมายถึงความเสี่ยงต่อปัญหาทางด้านเออร์โกโนมิกส์มีสูงด้วย

ตารางที่ 2.3 แสดงคะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 5 และขั้นตอนที่ 8

คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 8 \ ค่าสรุปจากขั้นตอน 5	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.**การอบรมการยศาสตร์**.เว็บไซต์)

การสรุปผลการวิเคราะห์งานโดยใช้ RULA
แบ่งออกเป็น 4 ระดับ

ระดับ 1 คะแนนอยู่ 1-2 งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นปัญหาทางเออร์โกโนมิกส์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม

ระดับ 2 คะแนนอยู่ที่ 3-4 งานนั้นควรได้รับการพิจารณา การศึกษาละเอียดขึ้น และติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง การออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น

ระดับ 3 คะแนนอยู่ที่ 5-6 งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว

ระดับ 4 คะแนนอยู่ที่ 7 งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.**การอบรมการยศาสตร์**.เว็บไซต์)

2.7 หลักการออกแบบเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ ในสถานที่ทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายมนุษย์

หน่วยที่ทำงาน หมายถึง สถานที่ที่พนักงานต้องอยู่ปฏิบัติงาน เช่น พื้นที่ยืนปฏิบัติงาน, โต๊ะงาน เป็นต้น

จุดมุ่งหมายการออกแบบงานและหน่วยที่ทำงานที่เหมาะสม เพื่อคนทำงานทำงานแบบมีความสุข สบาย ปราศจากความเครียด หรือเมื่อยล้า อาการบาดเจ็บ เกร็งของกล้ามเนื้อ ประสิทธิภาพการทำงานสูง ผลผลิตที่ได้สูง ดังนั้น การออกแบบหน่วยที่ทำงานเป็นอย่างดี จะทำให้พนักงานสามารถปฏิบัติได้ด้วยอิริยาบถท่าทางการทำงานที่ถูกต้องและสะดวกสบาย ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจาก อิริยาบถท่าทางการทำงานที่ไม่สะดวกสบาย สามารถก่อให้เกิดปัญหามากมายตามมา เช่น อาการปวดหลัง การบาดเจ็บ การเกร็งของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานซ้ำซาก (RSIs) ที่มีอาการหนักขึ้นปัญหาการไหลเวียนของโลหิตที่บริเวณขา

สาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่ ได้แก่

- การออกแบบที่นั่งไม่เหมาะสม
- การยืนทำงานเป็นเวลานาน
- การทำงานที่ต้องเอื้อมไกลเกินไป
- แสงสว่างที่ไม่เพียงพอ ทำให้พนักงานต้องเข้าใกล้ชิ้นงานมากเกินไป

ปัจจัยที่ควรพิจารณาตามเออร์โกโนมิกส์ในการออกแบบหน่วยที่ทำงาน มีดังนี้

1. ความสูงของร่างกาย
2. ความสูงของไหล่
3. ความสูงของข้อศอก
4. ความสูงของมือ
5. ความยาวของขา
7. ขนาดของร่างกาย
6. ขนาดของมือ
8. ระยะการเอื้อมของแขน
9. ช่วงการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
10. ระยะการหดเกร็งกล้ามเนื้อ
11. อัตราการทำงานซ้ำ ๆ
12. การออกแรง

2.7.1 การออกแบบงานยืน

2.7.1.1 แนวทางในการออกแบบพื้นที่ผิวทำงานลักษณะงานยืน

- ระยะความสูงระยะเอื้อมมือบน (Reaching Height) เช่น การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ หิ้ง ชั้น ตู้ แผงควบคุมเหนือศีรษะ พื้นที่เก็บของเหนือศีรษะ
- มุมมองและตำแหน่งศีรษะของผู้ปฏิบัติงาน โดยการหลีกเลี่ยงการ ก้ม หรือ เงยศีรษะ
- พื้นที่ทำงานในแนวราบ คือ การกำหนดรัศมีการวาดวงแขนขณะที่ยืนตรง
- ความสูงของผิวทำงาน

2.7.1.2 หลักทั่วไปเกี่ยวกับการออกแบบสำหรับการยืนทำงาน

- หากงานที่ทำเป็นงานยืนตลอดเวลา ควรจัดเก้าอี้ / ที่นั่งให้พัก
- ควรออกแบบการทำงานให้แขนส่วนบนอยู่ข้างลำตัว และไม่มีการก้ม หรือบิดเอี้ยวตัวมากเกินไป
- ควรปรับความสูงของพื้นงานให้เหมาะกับพนักงาน
- ควรมีการจัดแท่นรองชิ้นงาน หรือแท่นยืนให้ กรณีพื้นงานไม่สามารถปรับความสูงได้
- ควรจัดให้มีที่วางพักเท้า เพื่อลดความเครียดของกล้ามเนื้อหลังและขา
- ควรจัดให้มีแผ่นรองปูพื้น
- ควรให้พนักงานสวมรองเท้าส้นเตี้ย และมีที่พยุงบริเวณส่วนโค้งของเท้า
- ควรมีเนื้อที่ว่างสำหรับขาและเข่า เพื่อปรับเปลี่ยนอิริยาบถ
- ไม่ควรให้พนักงานต้องเอื้อมหยิบจับ ในระยะไกล

2.7.2 การออกแบบงานนั่ง

2.7.2.1 แนวทางในการออกแบบพื้นที่ผิวทำงานลักษณะงานนั่ง มีดังนี้

- ความสูงพื้นผิวราบของการนั่งทำงาน กับท่าทางการวางแขน เพื่อให้เกิดการผ่อนคลายของกล้ามเนื้อ
- ความสูงพื้นผิวราบของการนั่งทำงาน กับระยะต้นขา
- ความสูงพื้นผิวราบของการนั่งทำงาน กับลักษณะการทำงาน

2.7.2.2 หลักทั่วไปเกี่ยวกับการออกแบบสำหรับการนั่งทำงาน

- ควรออกแบบให้มีการเอื้อมหยิบจับ บริเวณเนื้องานได้ทั้งหมด
- มีอิริยาบถการนั่งที่ดี คือ นั่งอยู่ด้านหน้างาน และใกล้กับเนื้องาน

- พื้นหน้างานอยู่ในระดับความสูงประมาณศอก
- ส่วนหลัง ควรอยู่ในแนวตรง และปล่อยตามสบาย
- หากทำได้ ควรจัดให้มีที่รองรับศอก ปลายแขนและข้อมือที่สามารถปรับระดับได้
- งานที่ต้องนั่งทำงาน ต้องไม่ควรเป็นงานที่ออกแรงมาก (วัตถุหนักไม่มากกว่า 4.5 กิโลกรัม)
- การทำงานบนเก้าอี้ ต้องไม่มีการยกของจากพื้นในขั้นตอนการทำงาน

2.7.3 การออกแบบ และการเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุม

2.7.3.1 หลักการออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุม

- ควรให้สวิตช์ควบคุม คันโยก และปุ่มควบคุมอยู่ในระยะที่เอื้อมง่าย
- ควรเลือกอุปกรณ์ควบคุมให้เหมาะกับงาน เช่น งานควบคุมที่ละเอียด แม่นยำ ควรใช้อุปกรณ์ควบคุมด้วยมือ, งานควบคุมที่ ต้องใช้แรงควรเลือกอุปกรณ์ควบคุมด้วยเท้า เป็นต้น
- ควรออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุมด้วยมือทั้งสองข้าง
- อุปกรณ์ควบคุมแบบไกปืน ควรควบคุมด้วยนิ้วหลายนิ้ว
- ออกแบบอุปกณ์ควบคุมให้มีความแตกต่าง ทั้งรูปร่าง ลักษณะ สีเมื่ออุปกรณ์นั้นทำหน้าที่ควบคุมต่างกัน
- การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมต้องมีการจัดช่องว่าง ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์อย่างเหมาะสม
- ควรออกแบบการควบคุมให้เป็นไปตามสามัญสำนึก เช่น เปิดสวิตช์ให้กดขึ้น ปิดสวิตช์ให้กดลง เป็นต้น

2.7.3.2 หลักการเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุม

- หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุมที่คุณภาพไม่ดี
- เลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้กำลังกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น ไหล่ แขน ขา เป็นต้น ในการออกแรงควบคุม

- หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือที่ต้องยกนานๆ หรือต้องออกแรงมาในการบีบ กด บิดข้อมือ และเอี้ยวตัวมากๆ

- ควรเลือกใช้เครื่องมือที่มีด้ามจับยาวมากพอ ที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดแรงกดที่ฝ่ามือ นิ้วมือ หรือมือ

- ไม่ควรเลือกใช้เครื่องมือที่มีช่องว่างระหว่างด้ามจับ เพื่อป้องกันการหนีบนิ้วมือ

- ไม่ควรเลือกเครื่องมือที่เหมาะสำหรับมือขนาดเดียว

- เลือกด้ามจับของเครื่องมือที่ง่ายต่อการจับ มีฉนวนกันไฟฟ้า ไม่มีคม มีความนุ่ม กระชับในการจับ

- หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือที่ทำให้เกิดการบิดงอข้อมือ หรืออยู่ในท่าทางฝืนธรรมชาติ

- เลือกเครื่องมือที่มีน้ำหนักเสมอกัน และมีการใช้ในตำแหน่งที่เหมาะสม

- ควรเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับความถนัดของมือ

2.7.4 การยกเคลื่อนย้ายวัสดุ

การยกเคลื่อนย้ายวัสดุเป็นงานที่มีความเสี่ยงสูงสุด ต่อการทำให้เกิดการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก เช่น การยกของจากพื้น การแบกของ อาจเกิดจากปัจจัยของขนาดสิ่งของที่ยก ท่าทางการยก และความถี่ในการยกเป็นปัจจัยร่วมด้วย

สถาบันอาชีวอนามัย และความปลอดภัยแห่งสหรัฐอเมริกา (The National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH) ได้จำแนกปัจจัยที่มีผลต่อการบาดเจ็บของหลัง จากการยกสิ่งของไว้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ปัจจัยเสี่ยงจากงาน (Job Risk Factor) และปัจจัยเสี่ยงจากบุคคล (Personal Risk Factor)

2.7.5 ปัจจัยเสี่ยงจากงาน

- ของวัสดุที่ต้องยกด้วยมือ ในท่านั่งทำงาน ไม่ควรยกของเกิน 4.5 กิโลกรัม และไม่เกิน 16 กิโลกรัม ในท่ายืน

- ตำแหน่งของวัสดุ และระยะทางที่เคลื่อนย้ายไป ถ้าระยะทางการเคลื่อนย้ายไกลมาก ต้องลดน้ำหนักวัสดุลงไปเท่านั้น และตำแหน่งของการยกที่เหมาะสมที่สุด คือ ระดับใกล้เคียงกับเอว ชิดลำตัว

- ระยะเวลา และความถี่ในการยกเคลื่อนย้ายวัสดุ

- ลักษณะของวัสดุ ได้แก่ ขนาด รูปราง ความแข็ง ความมั่นคงแข็งแรง ความคาดคะเนน้ำหนักได้ลักษณะพื้นผิวอุณหภูมิ ด้ามจับและหูหิ้ว เป็นต้น

- ท่าทางและการเคลื่อนไหวร่างกาย กิจกรรมของงานควรส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนอิริยาบถและหลีกเลี่ยงการก้มโค้งหรือบิดเอี้ยวตัว

- ลักษณะของสถานที่ทำงาน และผังจุดปฏิบัติงาน ควรออกแบบสถานที่ทำงานให้พนักงานสามารถทำงานให้อยู่ในท่าตรงและหันหน้าไปทางด้านหน้า

- มองเห็นชิ้นงานได้อย่างชัดเจน ทำงานอยู่ในระดับเอว และเอื้อมหยิบจับได้ง่าย เคลื่อนไหวร่างกายได้สะดวก ขณะเคลื่อนย้ายวัสดุ

- การจัดองค์กรการทำงาน เช่น การจัดอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ การจัดตารางการทำงาน การจัดขั้นตอนการทำงาน

- สิ่งแวดล้อมในการทำงาน สภาพอากาศที่ร้อน อับชื้น ความสั่นสะเทือน แสงสว่าง พื้นที่ว่าง และพื้นที่ทางเดิน เป็นต้น ที่ควรต้องดูแล ควบคุมปัจจัยเหล่านี้ให้เหมาะสม

2.7.6 ปัจจัยเสี่ยงจากบุคคล

- เพศ โดยเฉลี่ย ความสามารถในการยกสิ่งของของผู้หญิง จะมีประมาณ 65 - 75 % เมื่อเทียบกับผู้ชาย

- อายุ คนที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี อยู่ในช่วงพัฒนาสรีระร่างกาย จึงไม่ควรทำงานยกสิ่งของขึ้น - ลง หรือยกวัตถุหนักโดยไม่มีเครื่องทุ่นแรง

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ถึงแม้ว่าเพศเดียวกัน อายุเท่ากัน แต่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต่างกัน ความสามารถในการยกจึงต่างกัน

- สมรรถภาพของร่างกาย คือ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ความทนทาน และสมรรถภาพร่างกายโดยรวม

- ขนาดสัดส่วนของร่างกาย คือ ความแตกต่างของบุคคลด้านน้ำหนัก ส่วนสูงที่มีผลต่อการยก

- ความชำนาญ และประสบการณ์ในการยก ได้แก่ การได้รับคำแนะนำในการยกที่ถูกวิธี

- เสื้อผ้า ประเภทของชุด เสื้อผ้าที่อาจมีผลต่อการยก เช่น ชุดที่คับกินไป อาจทำให้ท่าทางการยกถูกจำกัด เป็นต้น

2.7.7 การควบคุมปัจจัยเสี่ยงในการยกเคลื่อนย้ายวัสดุ

2.7.7.1 การออกแบบงานใหม่

- การปรับวัสดุ เช่น ปรับขนาด รูปร่าง น้ำหนักวัสดุสิ่งของให้เหมาะสมในการยก

- การปรับผังการทำงาน เช่น การปรับระดับพื้นงาน การปรับความสูงพื้นงาน การจัดวาง

- เครื่องมือ อุปกรณ์ เป็นต้น

- การปรับการไหลของงาน เช่น การใช้ลูกกลิ้ง (Rolling) ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ การต่อท่อสายยางถ่ายเทวัสดุแทนการยก หรือตักออก เป็นต้น

- การปรับการกระทำ การเคลื่อนไหวของแรง เช่น การปรับพื้นงานและเพื่อลดท่าทางการก้มโค้งทำงาน การใช้สายพานช่วยลดการออกแรงผลักหรือดึง เป็นต้น

- การปรับงาน โดยใช้เครื่องมือกล เช่น การใช้แม่แรงช่วยยก การใช้รถเข็น การใช้คันโยก การใช้ล้อลูกกลิ้ง เป็นต้น

- การปรับงาน โดยยกเป็นทีม

2.7.7.2 การใช้เครื่องมือกลช่วยในการเคลื่อนย้าย เพื่อช่วยลดการออกแรง

- อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนย้ายทั่วไป; ชะแลง รางเลื่อน สายพาน เป็นต้น

- ปั้นจั่น และรอก

- เครื่องมือปรับระดับความสูง; แม่แรงสำหรับยก

- ยานพาหนะในอุตสาหกรรม; รถยก (Folk lift truck) หรือรถลาก

2.7.7.3 การฝึกอบรม

การเคลื่อนย้ายวัสดุอย่างปลอดภัย พนักงานควรได้รับการสอนงานการฝึกอบรมในเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายวัสดุ การฝึกอบรมเฉพาะงานควรเน้นไปที่งานแต่ละอย่างโดยมุ่งให้คนงาน

- มีความเข้าใจถึงเหตุผลที่ต้องทำงานด้วยความเสี่ยงน้อยที่สุด

- สามารถตระหนักถึงความเสี่ยงได้เอง และการตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการปฏิบัติงาน

- ทราบวิธีการปฏิบัติงานที่ปลอดภัยที่สุด

- สามารถปฏิบัติงานได้ตามนั้น

2.8 อุปกรณ์วัดความเข้มของแสงสว่าง

Lux Meter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเข้มของแสงสว่าง ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในหน่วย Lux และ Footcandle (fc) รวมทั้งสามารถวัดความเข้มของแสงสว่างที่มีความเข้มแสงตั้งแต่ 0 – 100,000 Lux (0-10,000 fc) ดังรูปที่ 4.1 โดยนำข้อมูลอ้างมาจากคู่มือการใช้งานเครื่อง และมาตรฐานการวัดความเข้มของแสงสว่าง ดังตารางที่ 2.4 ประกาศกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2549 ว่าด้วยระดับความเข้มแสงตามลักษณะของงาน

รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ Lux Meter

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานเทียบเคียงความเข้มของแสงสว่าง ณ ที่ที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน

การใช้สายตาตามลักษณะงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)	ตัวอย่าง
งานละเอียดสูงมากเป็นพิเศษ	2,400 หรือมากกว่า	การตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก (เช่น เครื่องมือที่มีขนาดเล็กมาก)
		การทำเครื่องประดับและทำนาฬิกาในกระบวนการที่มีขนาดเล็ก
		การถักถุงเท้า เสื้อผ้าที่มีสีเข้ม รวมทั้งการซ่อมแซมสินค้าที่มีสีเข้ม

การใช้สายตาตามลักษณะงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)	ตัวอย่าง
งานละเอียดสูงมาก	1600	งานละเอียดที่ต้องทำบนโต๊ะหรือเครื่องจักร เช่น ทำเครื่องมือและแม่พิมพ์ (ขนาดเล็กกว่า 25 ไมโครเมตร) ตรวจวัดและตรวจสอบชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กและชิ้นงานที่มีส่วนประกอบขนาดเล็ก
		การซ่อมแซมสินค้าสิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีอ่อน
		การตรวจสอบและตกแต่งชิ้นส่วนของสินค้า สิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีเข้ม
		การวัดระยะความยาวขั้นสุดท้าย
งานละเอียดสูง	1200	การตรวจสอบการตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยมือ
		การตรวจสอบและการตกแต่งชิ้นส่วนสินค้าสิ่งทอ สิ่งถักหรือเสื้อผ้าที่มีสีอ่อนขั้นสุดท้ายด้วยมือ
		การแบ่งเกรดและเทียบสีของหนังที่มีสีเข้ม
		การเทียบสีในงานย้อมผ้า
งานละเอียดสูง	800	การระบายสี พ่นสี และตกแต่งชิ้นงานที่ละเอียดมากเป็นพิเศษ
		การเทียบสีที่ระบายชิ้นงาน
		งานย้อมสี
		งานละเอียดที่ทำบนโต๊ะและที่เครื่องจักร (ขนาดเล็กถึง 25 ไมโครเมตร) การตรวจสอบงานละเอียด (เช่น ตรวจปรับ ความถูกต้องของสเกล กลไก และเครื่องมือที่ต้องการความถูกต้องเที่ยงตรง
งานละเอียดปานกลาง	600	การทำงานสำนักงานที่มีสีติดกันน้อย
		งานวาดภาพหรือเขียนแบบระบายสี พ่นสี และตกแต่งสีงานที่ละเอียด
		งานพิสูจน์อักษร
		การตรวจสอบขั้นสุดท้ายในโรงงานผลิตรถยนต์
		งานบันทึกข้อมูลทางจอภาพ

การใช้สายตาตามลักษณะงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)	ตัวอย่าง
งานละเอียดน้อย	400	งานขนาดปานกลางที่ทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร (มีขนาดเล็กถึง 125 ไมโครเมตร)
		งานประจำในสำนักงาน เช่น การพิมพ์ การจัดเก็บแฟ้มหรือการเขียน
		การตรวจสอบงานที่มีขนาดปานกลาง (เช่น เกจทำงานหรือไม่ เครื่องโทรศัพท์)
		การประกอบรถยนต์และตัวถัง
		การทำงานไม้อย่างละเอียดบนโต๊ะหรือที่เครื่องจักร
		การประดิษฐ์หรือแบ่งขนาดโครงสร้างเหล็ก
		งานสอบถาม หรืองานประชาสัมพันธ์
	300	การเขียนหรืออ่านกระดานดำหรือแผ่นชาร์ทในห้องเรียน
		งานรับและจ่ายเสื้อผ้า
		งานร้านขายยา
		การทำงานไม้ชิ้นงานขนาดปานกลางซึ่งทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร
		งานบรรจุน้ำลงขวดหรือกระป๋อง
		งานทากาว เจาะรูและเย็บเล่มหนังสือ
		งานเตรียมอาหาร ปรุงอาหาร และล้างจาน
งานละเอียดน้อยมาก	200	งานหยาบที่ทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร (ขนาดใหญ่ต้นฉบับกว่า 750 ไมโครเมตร) การตรวจงานหยาบด้วยสายตา การนับ หรือการตรวจเช็คสิ่งของที่มีขนาดใหญ่ในห้องเก็บของ

(กฎกระทรวง; กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2549)