



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

**การจัดลำดับกระบวนการทำงานที่ส่งผลกระทบต่อทางกายศาสตร์โดยประยุกต์ใช้
การตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์: กรณีศึกษากระบวนการทำงานฮอตไลน์ของ
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค**

**The prioritization of procedure that affects ergonomics by analytic hierarchy process
(AHP) application: a case study of hotline procedure of provincial electricity authority**

อภิวัฒน์ ยังวิลัย¹ นราธิป สุพัฒน์ธนานนท์^{2*} รักษน้อย อัครรุ่งเรืองกุล¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

² สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมเชื่อมประกอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

Apiwat Youngwilai¹ Naratip Supattananon^{2*} Raknoi Akararungreangkul¹

¹ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khonkaen University, Khonkaen 40000

² Department of Welding Technical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan Khonkaen Campus, Khonkaen 40000

* Corresponding author.

E-mail: naratip.su@rmuti.ac.th; Telephone: 0 8859 97829

วันที่รับบทความ 15 ธันวาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 20 มกราคม 2564 ; วันที่ตอบรับบทความ 20 กุมภาพันธ์ 2564

บทคัดย่อ

ปัญหาทางกายศาสตร์เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและประสิทธิภาพการทำงาน งานวิจัยนี้ได้นำการตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับกระบวนการทำงานที่ส่งผลกระทบต่อทางกายศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดลำดับกระบวนการทำงานฮอตไลน์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ส่งผลกระทบต่อทางกายศาสตร์และนำการตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาประยุกต์ใช้ และได้นำปัญหาทางกายศาสตร์ของพนักงานฮอตไลน์เป็นปัจจัยในการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของกระบวนการทำงานฮอตไลน์ ได้แก่ ท่าทางในการปฏิบัติงาน ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ภาระงาน ความถี่ในการปฏิบัติงาน และสิ่งคุกคามภายนอก ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ความถี่ในการปฏิบัติงาน รองลงมาคือ ท่าทางในการปฏิบัติงาน และภาระงาน โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.364, 0.258 และ 0.194 ตามลำดับ และจากการพิจารณาลำดับความสำคัญของกระบวนการทำงาน พบว่า งานปลดและเชื่อมสายบนเสาไฟฟ้าต้นเข้าปลายสายสองข้างและเสาไฟฟ้าต้นทางแยกที่เชื่อมด้วยข้อรัดสายไฟฟ้าแบบพีจีหรือหลอดต่อสาย มีลำดับความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคืองานปักเสาเพิ่มในระบบจำหน่าย และการติดตั้งและรื้อถอนสวิตซ์ตัดโหลดจากระยะไกลโดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.164, 0.162 และ 0.145 ตามลำดับ

คำสำคัญ

การตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ การจัดลำดับ การยศาสตร์ พนักงานฮอตไลน์ กระบวนการทำงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

Abstract

Ergonomics problems affects operator's health and performance. This research applies Analytic Hierarchy Process to order the procedures that involved ergonomic. The objective was to order a Provincial Electricity Authority's hotline

process that affected ergonomics by Analytic Hierarchy Process application. Ergonomics problems of hotline operators were used as factors in the hotline process priorities analysis. The factors included working posture, duration, work load, frequency and external threats. The result shows that the frequency factor has the highest mean weight followed by working posture and workload, mean weight equal to 0.364, 0.258 and 0.194 respectively. The process that has the most important ergonomics problems was disconnecting and connecting high voltage distribution on double dead end pole and buck arm pole that connected with PG clamp or connecting tube. The second was electric pole additional construction followed by installing/ demolition of remote-control switch, mean weight equal to 0.164, 0.162 and 0.145 respectively.

Keywords

analytic hierarchy process; priority; ergonomics; lineman; process; provincial electricity authority

1. คำนำ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นหน่วยงานที่ให้บริการและจำหน่ายกระแสไฟฟ้าไปยังสถานประกอบการและครัวเรือนครอบคลุม 74 จังหวัด ทั่วประเทศไทย ซึ่งระบบจำหน่ายกระแสไฟฟ้าเกิดความผิดพลาด (ชำรุด) เมื่อมีการใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ทำให้พนักงานฮอตไลน์ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการปฏิบัติงานแบบไม่ดับกระแสไฟฟ้า (ไม่ตัดการเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้า) ต้องดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าว ส่งผลให้พนักงานฮอตไลน์มีความเสี่ยงสูงต่อการสัมผัสกับกระแสไฟฟ้าหรือประกายไฟที่เกิดจากการระเบิด และพบปัญหาทางด้านการยศาสตร์ [1] โดยที่ปัญหาทางด้านการยศาสตร์หรือปัจจัยมนุษย์เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถและข้อจำกัดทางร่างกาย สุขภาพของพนักงาน คุณภาพของงาน และประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นต้น [2] ในทิศทางเดียวกัน สำนักงานประกันสังคมรายงานว่าปัญหาทางด้านการยศาสตร์ส่งผลกระทบต่อการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากท่าทางในการทำงานและการออกแรงเคลื่อนไหว [3] อย่างไรก็ตาม แม้ผลกระทบดังกล่าวไม่ใช่ปัญหาที่มีความรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต แต่จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และสุขภาพของพนักงานในระยะยาว [4] จากปัญหาที่กล่าวมาพบว่า กระบวนการทำงานของพนักงานฮอตไลน์มีความสำคัญต่อการรักษาความมั่นคงของระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและแก้ปัญหาเพื่อลดผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานและสุขภาพของพนักงาน

การตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) และจัดลำดับทางเลือกด้วยการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ [5] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญหรือการตัดสินใจในการเลือกทางเลือกซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ปัจจุบันเริ่มมีการนำ AHP มาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการตัดสินใจสำหรับแนวทางป้องกันความเสี่ยงในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เช่น การตัดสินใจคัดเลือกเครื่องมือป้องกันการสัมผัสเย็น [6], การวิเคราะห์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากผู้ปฏิบัติงาน [7] เป็นต้น

อย่างไรก็ตามกระบวนการทำงานทั้งหลายล้วนส่งผลกระทบต่อพนักงานโดยตรงและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของงาน โดยปัญหาเหล่านี้จะมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นหากขาดการแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์อย่างถูกต้องและไม่ได้รับการแก้ไขตามลำดับอย่างทันทั่วถึง ขณะที่กระบวนการทำงานของพนักงานมีผลกระทบทางกายศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานและสุขภาพของพนักงานในระยะยาว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้ AHP ในการจัดลำดับกระบวนการทำงานของพนักงานฮอตไลน์ที่ส่งผลกระทบทางด้านการยศาสตร์ เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดกระบวนการทำงานและพิจารณาลำดับของกระบวนการทำงานที่จะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นเครื่องมือสำหรับการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ ถูกคิดค้นเมื่อประมาณปลายทศวรรษที่ 1970 บนพื้นฐานความรู้ด้านคณิตศาสตร์และจิตวิทยาโดย Thomas Saaty [8] ซึ่งเหมาะสำหรับการพิจารณาหรือตัดสินใจทางเลือกที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลรายคู่ และนำไปวิเคราะห์เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัยและทางเลือกที่ทำการศึกษา [9]

การใช้ AHP เพื่อวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยจะต้องอยู่บนความสมเหตุสมผลของข้อมูล ซึ่งพิจารณาจากอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ration: CR) โดยค่า CR ที่ยอมรับได้ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.10 ในกรณีที่ค่ามากกว่า ต้องพิจารณาปัจจัยที่นำมาศึกษาใหม่ ทั้งนี้ค่า CR ที่ยอมรับได้นั้นเป็นเพียงการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าไม่เกิดข้อขัดแย้งในขั้นตอนของการเปรียบเทียบรายคู่ปัจจัย [10]

งานวิจัยนี้เป็นการนำ AHP มาประยุกต์ใช้กับงานด้านการยศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ไม่สามารถพิจารณาลำดับความสำคัญหรือความเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาได้ ดังนั้นจึงนำ AHP มาพิจารณาก่อนนำไปประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่อไป โดย AHP ควรมีการวิเคราะห์ร่วมกับเครื่องมือการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ประเภทอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดจุดด้อย [11] การนำ AHP มาประยุกต์ใช้กับงานด้านการยศาสตร์นั้นยังมีการศึกษาที่ค่อนข้างจำกัด แต่ยังมีงานวิจัยบางส่วนนำมาพิจารณามาตรการป้องกันความเสี่ยงในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเพื่อเป็นแนวทางในการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพนักงาน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

AHP ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาหลายแขนง โดยเฉพาะในด้านการกำหนดแนวทางป้องกันความเสี่ยงในการทำงานที่มีการพิจารณาโดยวิธีการถ่วงน้ำหนักในรูปแบบของแบบประเมินธรรมดา ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่ยังไม่ครอบคลุมถึงปัญหาทั้งหมด ในปัจจุบันได้มีงานวิจัยที่นำ AHP มาประยุกต์ใช้ในแนวทางดังกล่าว เช่น การตัดสินใจคัดเลือกเครื่องมือป้องกันการสั่นสะเทือนซึ่งเป็นอันตรายทางกายภาพที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน โดยพิจารณาอุปกรณ์ที่ลดความ

สั่นสะเทือนได้มากและเหมาะสมที่สุด [6] และการวิเคราะห์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากพนักงานโดยการระบุความผิดพลาดของมนุษย์ที่ปฏิบัติงานในแผนกฉุกเฉินด้วยการใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์การสูญเสียและการจัดระบบงาน (Human Factor Analysis and Classification System: HFACS) เป็นปัจจัยในการระบุความผิดพลาดและใช้ AHP ในการพิจารณาลำดับความสำคัญของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน [7] นอกจากนี้มีการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการประเมินความเสี่ยงในอุตสาหกรรม โดยใช้เทคนิค E-HAZOP เพื่อประเมินความเสี่ยงในกระบวนการทำงานและใช้ AHP เพื่อหาลำดับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน [12]

จากการศึกษาข้างต้นพบว่ามีการนำมามาตรการป้องกัน หรือความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการทำงานมากำหนดเป็นปัจจัยในการทำ AHP ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำปัจจัยความเสี่ยงทางการยศาสตร์มาเป็นปัจจัยในการพิจารณาการจัดลำดับกระบวนการทำงาน โดยพบว่าความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในกระบวนการทำงานออฟไลน์และในงานที่เกี่ยวข้อง มีปัญหาดังนี้

1) ท่าทางในการปฏิบัติงาน พบว่าพนักงานกลุ่มนี้มีท่าทางในการปฏิบัติงานที่ก่อให้เกิดปัญหาทางการยศาสตร์ ได้แก่ การยืนปฏิบัติงานเป็นเวลานาน การยกแขนเหนือหัวไหล่ เหยียดแขน บิดลำตัว และมีท่าทางที่ซ้ำซาก [13,14]

2) ระยะเวลาและความถี่ในการปฏิบัติงาน ในการปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานาน หรืองานที่มีความถี่ในการปฏิบัติงานสูงจะส่งผลให้เกิดปัญหาทางการยศาสตร์ได้มากกว่า [15,16]

3) ภาระงาน ในกระบวนการทำงานที่มีความถี่ของภาระงานหนักมากกว่าจะส่งผลให้เกิดปัญหาทางการยศาสตร์ต่อผู้ปฏิบัติงานได้ [14]

4) สภาพแวดล้อม ในการปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น อากาศร้อน แสงจ้า เสียงดัง จะส่งผลกระทบต่อร่างกายและความเครียดของพนักงาน [15]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการทำงานตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานของพนักงานออฟไลน์แบบกระเช้าฉีดย้ำ 22-33 kV โดยวิธีฉีดย้ำอย่างป้องกันไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วน

ภูมิภาค มีขอบเขตของกระบวนการทำงานที่สามารถปฏิบัติงานได้ ประกอบด้วยกระบวนการทำงานทั้งหมด 10 กระบวนการทำงาน ดังนี้

1) การฉีดยาล้างลูกถ้วยในระบบจำหน่าย และอุปกรณ์ไฟฟ้าในสถานี: RG01

2) การแก้ไขจุดต่อสายแรงสูง: RG02

3) การซ่อมสายแรงสูงชำรุด: RG03

4) การเปลี่ยนลูกถ้วยแขวนแรงสูง: RG04

5) การเปลี่ยนล่อฟ้าแรงสูง: RG05

6) การเปลี่ยนสวิตช์ตัดโหลด: RG06

7) การติดตั้งและรื้อถอนสวิตช์ตัดโหลดจากกระยะไกล: RG07

8) งานตัดและต่อสายกลางสแปน: RG08

9) งานปักเสาเพิ่มในระบบจำหน่าย: RG09

10) งานปลดและเชื่อมสายบนเสาไฟฟ้าต้นเข้าปลายสายสองข้างและเสาไฟฟ้าต้นทางแยกที่เชื่อมด้วยข้อรัดสายไฟฟ้าแบบพีจีหรือหลอดต่อสาย: RG10

3.2 การตัดสินใจแบบลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์

3.2.1 กำหนดทางเลือก

โดยนำกระบวนการทำงานของพนักงานฮอตไลน์แบบกระเช้าฉีดยา 22-33 kV โดยวิธีถุงมือยางป้องกันไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้ง 10 กระบวนการทำงานมากำหนดเป็นทางเลือก

3.2.2 กำหนดปัจจัยในการพิจารณากระบวนการงาน

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความเสี่ยงทางกายศาสตร์ในกระบวนการทำงานฮอตไลน์ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและมีประสบการณ์ในด้านฮอตไลน์มากกว่า 20 ปี พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบด้านการยศาสตร์สามารถแสดงดังตารางที่ 1

3.2.3 เปรียบเทียบปัจจัยรายคู่โดยใช้เมตริกแพรวไธส์ (Pairwise Comparison Matrix)

เพื่อพิจารณาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ซึ่งในการพิจารณาจะให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านระบบจำหน่ายกระแสไฟฟ้าและการปฏิบัติงานของพนักงานฮอตไลน์มากกว่า 20 ปี จำนวน 6 ท่าน [17] ได้แก่ หัวหน้าแผนกปฏิบัติการและบำรุงรักษา หัวหน้าชุดฮอตไลน์ จากสำนักงานการไฟฟ้าส่วน

ภูมิภาค 3 แห่ง ได้แก่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดระยอง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอปลวกแดง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมาบตาพุด โดยปัจจัยจะถูกพิจารณาด้วยระดับคะแนนความสำคัญ 1 - 9 [18] และนำไปประมูลลงในช่องของปัจจัยที่ทำการพิจารณาซึ่งกำหนดให้อยู่ในรูปของเมตริก ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบปัจจัย A กับปัจจัย B ถ้าพิจารณาให้ปัจจัย A มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัย B อยู่ในระดับคะแนน 3 เพราะฉะนั้นปัจจัย B จะต้องมียกระดับคะแนนเท่ากับ 1/3 เป็นต้น

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบด้านการยศาสตร์

ปัจจัย	คำอธิบาย
1) ท่าทางในการปฏิบัติงาน	ท่าทางในการปฏิบัติงานที่ผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการนั้นๆ [13,14]
2) ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน [15,16]
3) ภาระงาน	การออกแรงหรือความยากในการปฏิบัติงาน [14]
4) ความถี่ในการปฏิบัติงาน	ความถี่ของการปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่ที่ผ่านมา [16]
5) สิ่งคุกคามภายนอก	อันตรายจากสภาพแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมบริเวณที่ปฏิบัติงาน [15]

3.2.4 คำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญหรือค่าเวกเตอร์ไอเกนของปัจจัย (Eigenvector)

ในการหาค่าเวกเตอร์ไอเกนของปัจจัย สามารถทำได้โดยการคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยซึ่งจะนำระดับคะแนนความสำคัญมาหารด้วยผลรวมระดับคะแนนความสำคัญหรือการนอร์มัลไลเซชัน (Normalization) ดังสมการที่ (1) โดยกำหนดให้อยู่ในรูปของเมตริก จากนั้นคำนวณหาเวกเตอร์ไอเกนของปัจจัยโดยการนำผลรวมของค่านอร์มัลไลซ์ (Normalized) ที่ได้ไปหารด้วยจำนวนปัจจัย ดังสมการที่ (2)

$$W_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_j} ; \forall_j \quad (1)$$

$$Eigenvector_i = \frac{\sum_j W_{ij}}{n} ; \forall_i \quad (2)$$

โดยที่ W_{ij} คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย A_{ij} คือ ค่าระดับคะแนนความสำคัญ V_j คือ ผลรวมระดับคะแนนความสำคัญ และ n คือ จำนวนปัจจัยที่พิจารณา

3.2.5 วิเคราะห์ความสอดคล้องของเหตุผล

เพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ สามารถทำได้โดยการคำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผล (CR) ซึ่งความสอดคล้องของปัจจัยนั้นจะเป็นตัวชี้วัดความถูกต้องของข้อมูล โดยค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผลจะต้องมีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงว่าข้อมูลนั้นมีความสอดคล้องที่ดี [19] ในการคำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) หาผลรวมของระดับคะแนนความสำคัญ ซึ่งคำนวณจากการนำค่าเวกเตอร์ไอเกนคูณกับค่า A_{ij} ตามแต่ละปัจจัยและนำไปหาผลรวมหรือเรียกว่าค่าเวกเตอร์ความสอดคล้อง (Consistency Vector)

2) คำนวณค่าผลรวมของค่าวิญฉัยหรือค่าแลมด้าแมกซ์ (Maximum Eigen Values: $\lambda_{\max}$) โดยการนำค่าเวกเตอร์ความสอดคล้องหารด้วยค่าเวกเตอร์ไอเกนและนำไปหาค่าเฉลี่ย

3) คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n-1)} \quad (3)$$

โดยที่ $\lambda_{\max}$ คือ ค่าแลมด้าแมกซ์ และ n คือ จำนวนปัจจัยที่พิจารณา

4) ระบุค่าดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index: RI) โดยการพิจารณาจากจำนวนปัจจัยที่ใช้ [20] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่มตัวอย่าง

RI	1	2	3	4	5	6	7	8
n	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

5) คำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผล (CR) ได้จากสมการที่ (4) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะต้องมีค่าน้อยกว่า 0.10

$$CR = CI / RI \quad (4)$$

3.2.6 พิจารณาความสำคัญของกระบวนการทำงาน

สามารถทำได้โดยนำกระบวนการทำงานทั้งหมดทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยใช้เมตริกแพรวัวส์เช่นเดียวกับข้อ 3.2.3 แต่จะพิจารณาความสำคัญของกระบวนการทำงานตามแต่ละปัจจัยที่ระบุไว้ข้างต้น ซึ่งกำหนดให้อยู่ในรูปของเมตริก โดยที่ A_{ij} คือค่าระดับคะแนนความสำคัญของแต่ละกระบวนการทำงาน

3.2.7 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญหรือค่าเวกเตอร์ไอเกนของกระบวนการทำงาน

สามารถทำการนอร์มัลไลเซชันด้วยสมการที่ (1) และคำนวณค่าเวกเตอร์ไอเกนดังสมการที่ (1) ให้ครบทั้งหมด

3.2.8 คำนวณผลรวมความสำคัญของกระบวนการทำงาน

โดยการนำค่าเวกเตอร์ไอเกนของกระบวนการทำงานที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยตามแต่ละกระบวนการทำงานแล้วนำมาคูณด้วยค่าเวกเตอร์ไอเกนของปัจจัยที่คำนวณไว้ในข้อ 3.2.4 ตามแต่ละปัจจัยจากนั้นนำมาหาผลรวม

3.2.9 พิจารณาลำดับความสำคัญของกระบวนการทำงาน

จากการพิจารณาในขั้นต้น กระบวนการทำงานที่มีผลรวมค่าเฉลี่ยความสำคัญสูงที่สุด แสดงว่ากระบวนการทำงานนั้นมีลำดับความสำคัญมากที่สุด

4. ผลการวิจัย

จากการพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่ด้วยแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน และนำข้อมูลมาใส่ในเมตริกแพรวัวส์ดังตารางที่ 3 และนำข้อมูลในเมตริกแพรวัวส์มาคำนวณหาค่าเวกเตอร์ไอเกนของแต่ละปัจจัยเพื่อนำไปสู่การคำนวณหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผล โดยการศึกษาประกอบไปด้วย 5 ปัจจัย ได้แก่ ท่าทางในการ

ปฏิบัติงาน ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ภาระงาน ความถี่ในการปฏิบัติงาน และสิ่งคุกคามภายนอก ดังนั้นจึงกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่มตัวอย่าง (RI) เป็น 1.12 [19] ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่

ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม
ท่าทาง	1	2	1	1/3	3
ระยะเวลา	1/2	1	1/2	1/2	1/3
ภาระงาน	1	2	1	1/2	2
ความถี่	3	2	2	1	3
สิ่งคุกคาม	1/3	3	1/2	1/3	1
ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม
ท่าทาง	1	5	2	1/3	4
ระยะเวลา	1/2	1	1/3	1/3	1/2
ภาระงาน	1/2	3	1	1	2
ความถี่	3	3	1	1	5
สิ่งคุกคาม	1/4	2	1/2	1/5	1
ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม
ท่าทาง	1	4	3	1/2	2
ระยะเวลา	1/4	1	1/2	1/3	1/4
ภาระงาน	1/3	2	1	1/2	2
ความถี่	2	3	2	1	4
สิ่งคุกคาม	1/2	4	1/2	1/4	1

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่ (ต่อ)

ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 4	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม
ท่าทาง	1	3	2	1/3	4
ระยะเวลา	1/3	1	1/3	1/3	1
ภาระงาน	1/2	3	1	1/2	3
ความถี่	3	3	2	1	4
สิ่งคุกคาม	1/4	1	1/3	1/4	1
ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 5	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม
ท่าทาง	1	5	2	1/2	4
ระยะเวลา	1/5	1	1/5	1/3	1/2
ภาระงาน	1/2	5	1	1/2	2
ความถี่	2	3	2	1	5
สิ่งคุกคาม	1/4	2	1/2	1/5	1
ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 6	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม
ท่าทาง	1	3	2	1/2	2
ระยะเวลา	1/3	1	1/5	1/3	1
ภาระงาน	1/2	5	1	1/2	2
ความถี่	2	3	2	1	3
สิ่งคุกคาม	1/2	1	1/2	1/3	1

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่

ผู้เชี่ยวชาญ	ปัจจัย					CR
	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม	
1	0.203	0.102	0.195	0.362	0.138	0.086
2	0.282	0.068	0.206	0.355	0.089	0.085
3	0.274	0.072	0.155	0.362	0.137	0.083

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่ (ต่อ)

ผู้เชี่ยวชาญ	ปัจจัย					CR
	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม	
4	0.254	0.086	0.197	0.387	0.076	0.047
5	0.287	0.064	0.194	0.368	0.087	0.055
6	0.244	0.085	0.217	0.351	0.103	0.052
ค่าน้ำหนัก ความสำคัญ	0.258	0.079	0.194	0.364	0.105	

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงผลการเปรียบเทียบของปัจจัยรายคู่ พบว่าความเห็นในการเปรียบเทียบปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านไม่มีการขัดแย้งกัน ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของแต่ละปัจจัยไม่เกิน 0.10 และผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญหรือค่าเวกเตอร์ไอเกนของปัจจัย พบว่าปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดได้แก่ ความถี่ในการปฏิบัติงาน มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.364 รองลงมาคือท่าทางในการปฏิบัติงาน ภาระงาน สิ่งคุกคามภายนอก และระยะเวลาในการปฏิบัติงาน โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.258 0.194 0.105 และ 0.079 ตามลำดับ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4

เมื่อให้ผู้เชี่ยวชาญเปรียบเทียบกระบวนการทำงานรายคู่ตามแต่ละปัจจัยและนำข้อมูลลงในเมตริกแพรวัวส์ จากนั้นทำการนอร์มัลไลเซชันและมาวิเคราะห์ค่าเวกเตอร์ไอเกนของกระบวนการทำงานของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน ซึ่งแสดงดังตารางที่ 5 ผลลัพธ์ของการจัดลำดับความสำคัญของกระบวนการทำงานสามารถพิจารณาจากค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละกระบวนการทำงานซึ่งวิเคราะห์จากค่าเวกเตอร์ไอเกนของกระบวนการทำงานถ่วงด้วยค่าน้ำหนักของปัจจัยตามแต่ละปัจจัย แสดงดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 พบว่ากระบวนการทำงานที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดคือ งานปลดและเชื่อมสายบนเสาไฟฟ้าต้นเข้าปลายสายสองข้างและเสาไฟฟ้าต้นทางแยกที่เชื่อมด้วยข้อรัดสายไฟฟ้าแบบพีจีหรือหลอดต่อสาย (RG10) รองลงมาคืองานปักเสาเพิ่มในระบบจำหน่าย (RG09) และการติดตั้งและรื้อถอนสวิตช์ตัดโหลดจากระยะไกล (RG07) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.164, 0.162 และ 0.145 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการพิจารณาความสำคัญของกระบวนการทำงานตามแต่ละปัจจัย

กระบวนการ ทำงาน	ปัจจัย					ค่าเฉลี่ย น้ำหนัก
	ท่าทาง	ระยะเวลา	ภาระงาน	ความถี่	สิ่งคุกคาม	
RG01	0.014	0.041	0.048	0.018	0.165	0.057
RG02	0.063	0.058	0.059	0.064	0.078	0.064
RG03	0.070	0.099	0.094	0.060	0.056	0.076
RG04	0.140	0.111	0.091	0.049	0.136	0.105
RG05	0.096	0.083	0.090	0.043	0.082	0.079
RG06	0.095	0.108	0.104	0.066	0.097	0.094
RG07	0.150	0.215	0.220	0.090	0.134	0.162
RG08	0.088	0.061	0.053	0.148	0.059	0.082
RG09	0.182	0.171	0.179	0.161	0.081	0.155
RG10	0.102	0.052	0.063	0.302	0.111	0.126
รวม	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

ตารางที่ 6 การจัดลำดับความสำคัญของกระบวนการทำงาน

กระบวนการ ทำงาน	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ลำดับความสำคัญ
RG01	0.040	10
RG02	0.064	9
RG03	0.072	8
RG04	0.095	5
RG05	0.073	7
RG06	0.088	6
RG07	0.145	3
RG08	0.098	4
RG09	0.162	2
RG10	0.164	1

5. สรุปและอภิปรายผล

การใช้ AHP ในการจัดลำดับกระบวนการทำงานที่ส่งผลกระทบทางด้านการยศาสตร์เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่นำเอาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อร่างกายของพนักงานมาพิจารณาร่วมกัน โดยการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่นำมาพิจารณา เช่นการศึกษาของ Min-chih Hsieh และคณะได้นำเอาปัจจัย

ต่างๆ ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์มาพิจารณาลำดับความสำคัญเพื่อหาความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน [7] จากการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ความถี่ในการปฏิบัติงาน มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.364 รองลงมาคือท่าทางในการปฏิบัติงาน มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.258 และภาระงาน มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.194 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานร่วมกับปัจจัยแล้ว พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความสำคัญในแต่ละกระบวนการทำงานที่แตกต่างกันออกไป โดยกระบวนการทำงานที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ งานปลดและเชื่อมสายบนเสาไฟฟ้าต้นเข้าปลายสายสองข้างและเสาไฟฟ้าต้นทางแยกที่เชื่อมด้วยข้อรัดสายไฟฟ้าแบบพีจีหรือหลอดต่อสาย (RG10) มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.164 รองลงมาคือ งานปักเสาเพิ่มในระบบจำหน่าย (RG09) มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.162 และการติดตั้งและรื้อถอนสวิตซ์ตัดโหลดจากระยะไกล (RG07) มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.145 ตามลำดับ ผลการศึกษาสามารถระบุได้ว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญในแต่ละปัจจัยไปในทิศทางเดียวกัน และสันนิษฐานได้ว่า กระบวนการทำงานเหมือนกันแต่ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ประเมินว่าในกระบวนการทำงานนั้นแต่ละท่านได้รับผลกระทบด้านใด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Panagiotis K. Marhavilas และคณะ ที่ระบุว่าทำให้ค่าระดับคะแนนความสำคัญของความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานคือสิ่งที่แปรผันตามผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านที่ทำการประเมิน ซึ่งสามารถให้ผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาร่วมกันเพื่อเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของระดับความเสี่ยงในแต่ละกระบวนการทำงาน [12]

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

ปัจจัยที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้เหมาะสมสำหรับกระบวนการทำงานของพนักงานฮอตไลน์หรือการปฏิบัติงานกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูงเท่านั้น สำหรับการนำไปปรับใช้กับงานอื่นๆ จะต้องมีการพิจารณาปัจจัยที่มีความเหมาะสมกับกระบวนการทำงานนั้นๆ โดยการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับ

การสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญก่อนดำเนินการตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ทั้งนี้ ในกรณีที่ค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผลหรือ CR มากกว่า 0.10 แสดงว่าอาจเกิดข้อคิดเห็นที่ขัดแย้งกันของผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนการเปรียบเทียบรายคู่ ผู้ดำเนินการต้องพิจารณาปัจจัยและทางเลือกใหม่ โดยเพิ่ม ลด หรือเปลี่ยนปัจจัยที่พิจารณา

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป สามารถประเมินความเสี่ยงของกระบวนการทำงานก่อนทำการพิจารณาลำดับความสำคัญและเรียงลำดับคะแนนความเสี่ยงในขั้นต้น เพื่อเป็นการลดจำนวนทางเลือกที่มากเกินไปซึ่งจะทำให้ผู้เชี่ยวชาญเกิดความสับสนในการประเมิน และควรมีการนำเครื่องมือการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ประเภทอื่นๆ มาบูรณาการร่วมกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ โดยการศึกษาชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการความร่วมมือ ระหว่าง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Alex A, Matthew RH. Safety risk management for electrical transmission and distribution line construction. *Safety Science*. 2013;50(1): 118-26.
- [2] Jaffar N, Abdul- Tharim AH, Mohd- Kamar IF, Lop N.S. A literature review of ergonomics risk factors in construction industry. In: Norngainy Mohd Tawil, Sr Adi Irfan Che Ani, Sr Md Yusof Hamid, Nor Amin Mihd Radzuan. (eds) *The 2nd International Building Control Conference 2011 (Procedia Engineering)*, 2011 July 11-12, Penang, Malaysia: Elsevier; 2011. p. 89–97.
- [3] สำนักงานประกันสังคม. ข้อมูลสถิติกองทุนเงินทดแทน. เข้าถึงได้จาก: <https://www.sso.go.th/wpr/main/knowledge/> ข้อมูลสถิติกองทุนเงินทดแทน_category_list-label_1_169_0 [เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2563].

- [4] Deepak KK, Prasad VK. Ergonomic assessment and workstation design of shipping crane cabin in steel industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2016;52(1): 29-39.
- [5] Antonio CC, Pacifico MP, Paolo S. AHP-based methodology for selecting safety devices of industrial machinery. *Safety Science*. 2013;53(1): 202-218.
- [6] Silvia C, Luigi M, Giuseppe V. Reduction of workers' hand-arm vibration exposure through optimal machine design: AHP methodology applied to a case study. *Safety Science*. 2019;120(1): 706-727.
- [7] Min-chih H, Eric MW, Wui-chiang L, Lun-wen L, Chin-yi H, Weide T, et al. Application of HFACS, fuzzy TOPSIS, and AHP for identifying important human error factors in emergency departments in Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2018;67: 171-179.
- [8] Saaty TL. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*. 1990;48(1): 9-26.
- [9] กสิณ รังสิกรรพม. การใช้เครื่องมือการทำการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยในการแก้ปัญหาทิศทางการผลิตชิ้นงานจากการผลิตแบบดั้งเดิมและแบบพิมพ์สามมิติ. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*. 2563;16(1): 15-30.
- [10] นาง สุขศีล, วรภูมิ เบญจโอฬาร. ปัจจัยที่ส่งผลต่อแบบจำลองสมดุลความปลอดภัยในงานก่อสร้าง. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2558;8(2): 36-47.
- [11] ชาญณรงค์ ภูขงควาริน, กสิณ รังสิกรรพม. การวิเคราะห์ปัจจัยและการจัดเส้นทางสำหรับการเดินรถสาธารณะในจังหวัดอุบลราชธานี. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 2563;15(1): 6-16.
- [12] Panagiotis KM, Michail F, Georgios KK, Dimitrios EK. The integration of HAZOP study with risk-matrix and the analytical-hierarchy process for identifying critical control-points and prioritizing risks in industry – A case study. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2019;62: 1-16.
- [13] Sandra FBG, Renan P, Jose B, Milton M, Eduardo PLJ. Ergonomic and psychosocial aspects of electrical energy maintenance activities on transmission lines. In: S. Bagnara et al. (eds) *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA2018)*, 2018 August 31 - September 1, Firenze, Italy: Springer Nature Switzerland; 2018. p.1757-1760.
- [14] Ming Y, Linyan S, Jianhua DJ, Fengge W. Ergonomics hazards analysis of linemen's power line fixing work in China. *International Journal of Occupational Safety Ergonomics*. 2009;15(3): 309-317.
- [15] Janice JG, Zharlene BS. An occupational risk analysis of garbage collection tasks in the Philippines. *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA2019)*, 26 April 2019 – 29 April 2019, Tokyo, Japan: IEEE; 2019. p.408-413.
- [16] Yongcheng Y, Shan Z, Zhen A, Shouying W, Hongbin L, Lingeng L, et al. The associations of work style and physical exercise with the risk of work-related musculoskeletal disorders in nurses. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 2019;32(1): 15-24.
- [17] สุรศักดิ์ พุคยาภรณ์, ต่อตระกูล ยมนาค, ไพจิตร ผาวาน. การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจเลือกระบบผนัง. *ศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 2558;7: 61-69.
- [18] Saman A, Murat G, Rifat S. Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *Journal of Safety Research*, 2013;46: 99-105.
- [19] Rulin L, Weiming C, Yanbin Y, Qingfeng X. Human factors analysis of major coal mine accidents in China based on the HFACS-CM model and AHP

method. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2018;68: 270–279.

- [20] เอกวิทย์ พิมพ์ปัจฉิม, นราธิป สุพรรณธนาพันธ์, รักน้อย อัครรุ่งเรืองกุล. การคัดเลือกสถานที่ตั้งที่เหมาะสมของ คลังสินค้าด้วยการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นสำหรับ คลังสินค้าควบคุมพิเศษ. *วารสาร มทร.อีสาน ฉบับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 2563;13(2): 57-73.