



Health Impacts and Factors Related to Abnormal Symptoms from Heat Exposure among Power Plant Boiler Workers in Nonthaburi Province, Thailand

Suwit Numpa¹, Phattharaphon Ketmanee², Supapitch Chokthararat³,
Pawinee Yenklom⁴

¹Occupational Health and Safety Program, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University, THAILAND

^{2,3,4}Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University, THAILAND

Correspondence: Suwit Numpa, Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University, Bangkok, 10700, THAILAND. E-mail: suwitnp9@gmail.com

Received: April 19 2022; Revised: July 21, August 20, October 4 2022; Accepted: October 30 2022

Extended Abstract

Working in a high-temperature environment with continuous heat exposure affects the health of workers, such as uncomfortable feelings, exhaustion, fatigue, cramping, and heatstroke. Heatstroke is a hazardous condition that may result in mortality. Occupational heat-related illness statistics from 2017 show there were 103 patients which put the morbidity rate at 0.17 per 100,000 people. A preliminary survey found that a power plant in Nonthaburi Province is a combined-cycle power plant that uses natural gas as an energy source for electricity generation. The high-temperature exhaust gas (approximately 500°C) passes and transfers heat to the boiler to produce steam which delivers to the steam turbine for generating electricity. Daily electricity generation can cause boiler carryover or high levels of chemicals in steam pipes which result in erosion, leakage, breakage of steam pipes, inadvertently ineffective electricity generation, and worker harm such as boiler explosion. To prevent damage to life and property, routine maintenance and examination are required by stopping operations and opening the cooling system for one week before operating boilers. However, the temperature in the boiler is still more than 40°C, which results in workers in the boilers leaving before scheduled working time to rest because of lightheadedness, dizziness, and fainting. On average, six workers per week developed these symptoms. This cross-sectional study aimed to evaluate the health impact and factors related to abnormal symptoms from heat exposure among boiler workers in the power plant. All 33 workers in the maintenance and examination process of boilers in a power plant in Nonthaburi Province were enrolled. The instruments used in this study were the wet bulb globe temperature (WBGT), relative humidity meter, sphygmomanometer, infrared thermometer,

fingertip pulse oximeter, and health impact and abnormal symptoms from heat exposure assessment form. Data were analyzed by using descriptive statistics, and the factors related to abnormal symptoms from heat exposure were analyzed with the Chi-square test. This study was approved by the Human Ethics Committee Research and Development Institute of Suan Dusit University (SDU-RDI 2021-031) on July 7, 2021. The results of the study showed that the wet bulb globe temperature in boilers during the working time was 32.75 – 35.24°C. Relative humidity was 38.6–68.4% and basal metabolic rate (BMR) was 285.70 – 340.05 kcal per hour which is classified as a moderate workload. Over half of them (51.5%) had a body mass index (BMI) in the obesity range (25.0 – 29.9 kg/m²). 63.6% of workers had 20 years work experience. Heart rate after work increased by 43.0% and oxygen saturation from the fingertip decreased by 3.0%. The most common abnormal symptoms from heat exposure were excessive sweating, thirst, itchy skin, red rash, cramping, and blurred vision accounting for 96.9%, 93.9%, 69.7%, 63.6%, 48.5%, and 45.5%, respectively. The risk factors associated with abnormal symptoms from occupational risk exposure of boiler workers in power plants were weight, height, workload, duration of work, alcohol drinking, and electrolyte beverage drinking ($p < 0.05$). The results from this study showed that the administrator and employees who work in the power plants must control and maintain the heat in line with standards, and according to the law to ensure safety for operational workers. For example, improvement of the working environment to increase heat release, appropriate personal protective equipment (PPE) for workers, proper working hours within boilers, preparing emergency aid tools for an emergency situation, working environmental monitoring and measurement of WBGT, air velocity and relative humidity before and during working in boilers. Screening for the proper candidates to work in boilers without medical histories such as cardiovascular diseases, hypertension, metabolic disorders, and obesity. In particular, drinking alcohol before work must be prohibited to enter the boilers. The establishment should conduct a hazard assessment including surveillance of illnesses from workers exposed to heat which could prevent and reduce the risks or hazards that may occur to workers to be more effective in the future.

Keywords: Health impacts, Heat exposure, Power plant, Boiler worker, Wet bulb globe temperature (WBGT)

ผลกระทบทางสุขภาพและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี

สุวิทย์ นามาร¹, ภัทรารณ เกตมณี², ศุภาพิชญ์ โชครารัตน์³, ภาวิณี เย็นกลม⁴

¹ หลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

^{2, 3, 4} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบทางสุขภาพและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการซ่อมแซมและตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำของโรงงานไฟฟ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรีทั้งหมดจำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิแวดล้อมโกลบ เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด เครื่องวัดออกซิเจนในเลือดแบบหนีบปลายนิ้วและแบบประเมินผลกระทบทางสุขภาพและอาการผิปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อน ผลการศึกษาพบว่า ค่าอุณหภูมิแวดล้อมโกลบภายในหม้อน้ำขณะที่คนงานปฏิบัติงานอยู่ในช่วง 32.75 – 35.24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง ร้อยละ 38.6 – 68.4 อัตราการเผาผลาญพลังงานอยู่ในช่วง 285.70 – 340.05 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง จัดเป็นการะงานระดับปานกลาง ค่าดัชนีมวลกายอยู่ในกลุ่มอ้วนระดับ 1 (25.0 – 29.9 kg/m²) ร้อยละ 51.5 มีระยะเวลาในการปฏิบัติงานมากกว่า 20 ปีขึ้นไป ร้อยละ 63.6 อัตราชีพจรหลังการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 43.0 ปริมาณออกซิเจนในเลือดปลายนิ้วมือหลังการปฏิบัติงานลดลงร้อยละ 3.0 อาการผิปกติจากการสัมผัสความร้อนที่พบมากที่สุด ได้แก่ เหงื่อออกไทรมากระคายน้ำมาก ผดผื่นคันที่ผิวหนัง เป็นตะคริวและมีอาการตาพร่ามัวตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้าพบว่า ปัจจัยด้านน้ำหนัก ส่วนสูง การะงาน ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน การดื่มสุราและการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่มีความสัมพันธ์กับอาการผิปกติจากการสัมผัสความร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้สถานประกอบการควรดำเนินการตรวจสุขภาพของคนงานให้มีความพร้อมก่อนปฏิบัติงานร่วมกับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานให้มีความปลอดภัยต่อการปฏิบัติงาน การประเมินความเสี่ยงอันตราย รวมทั้งมาตรการเฝ้าระวังภาวะความเจ็บป่วยจากการทำงานสัมผัสความร้อนให้ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานที่ยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: ผลกระทบทางสุขภาพ, การสัมผัสความร้อน, โรงงานไฟฟ้า, คนงานควบคุมหม้อไอน้ำ, อุณหภูมิแวดล้อมโกลบ

บทนำ

สิ่งคุกคามที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการต่าง ๆ มีหลากหลายประเภท ที่สำคัญ ได้แก่ สิ่งคุกคามทางเคมี ชีวภาพและกายภาพ โดยเฉพาะสิ่งคุกคามทางกายภาพสามารถก่อให้เกิดผลกระทบที่สามารถเห็นได้ในเชิงประจักษ์ อาทิเช่น การทำงานในบริเวณที่มีเสียงดังในระยะเวลาอันยาวนานโดยไม่มีการป้องกัน จะส่งผลต่อภาวะการสูญเสียการได้ยิน การปฏิบัติงานในสถานที่ที่มีแสงสว่างไม่เหมาะสมก็อาจส่งผลต่อสมรรถภาพการมองเห็นที่ลดลง หรือการปฏิบัติงานในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง มีการสัมผัสกับความร้อนตลอดเวลา จะส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ ความรู้สึกไม่สบาย เหนื่อยล้า อ่อนเพลีย เป็นตะคริว โรคลมแดดหรือโรคลมความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุอาจทำให้เสียชีวิตได้ ถ้าไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ^{1, 2} จากสถิติผู้ป่วยโรคจากการสัมผัสความร้อน ที่เกิดจากการทำงาน ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 103 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 0.17 ต่อประชากรแสนราย³ โดยลักษณะงานที่มีความเสี่ยงจากการสัมผัสความร้อนมากที่สุด ได้แก่ โรงงานหล่อหลอม กระจกโลหะ เซรามิก และงานก่อสร้าง⁴ เมื่อผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ระบบระบายความร้อนไม่ดีหรืออยู่ในระบบปิด เช่น การปฏิบัติงานภายในหม้อไอน้ำ จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเสี่ยงได้รับอันตรายจากการสัมผัสความร้อนมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะโรคลมความร้อน (Heat Stroke) ซึ่งอาจทำให้เป็นอันตรายและเสียชีวิตได้⁵ ทั้งนี้จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของผู้วิจัย พบว่าโรงงานไฟฟ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม ซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงเพียงชนิดเดียวในการผลิตไฟฟ้า ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมจะมี 2 ระบบคือ กังหันก๊าซ และกังหันไอน้ำ⁶ โดยการนำไอเสียจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซซึ่งมีความร้อนสูงประมาณ 500 องศาเซลเซียส ไปผ่านหม้อน้ำและถ่ายเทความร้อนให้กับหม้อน้ำ ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำเพื่อขับกังหันไอน้ำที่มีแกนต่อตรงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งออกไปใช้งานได้⁷ ในขณะที่ทำการผลิตไฟฟ้าจะมีความร้อนสูงสุดในส่วนของหม้อน้ำ และมีการผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องทุกวัน ทำให้น้ำเกิดภาวะแครี่โอเวอร์ขึ้น (Carry Over) หรือสารเคมีภายในท่อมีค่าสูงขึ้น และทำให้เกิดการกัดกร่อนของท่อ อาจเกิดรอยรั่ว รอยแตก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้การผลิตไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และอาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ เช่น การระเบิดของหม้อน้ำ อันจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินตามมา จึงมีความจำเป็นต้องมีการซ่อมแซมและการตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำอย่างสม่ำเสมอเดือนละ 1 ครั้ง โดยก่อนที่จะมีการซ่อมแซมและตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำนั้นจะต้องมีการหยุดทำงานและปิดลมเพื่อระบายความร้อนภายในหม้อน้ำนั้นก่อนเพื่อให้อุณหภูมิภายในหม้อน้ำลดลงเป็นเวลา 1 สัปดาห์⁸ แต่ถึงแม้ว่าจะมีการหยุดทำงานของเครื่องและเปิดพัดลมเป่า (Force Draft Fan) ร่วมกับพัดลมดูด (Induce Draft Fan) เพื่อระบายความร้อนภายในหม้อน้ำแล้วก็ตาม แต่อุณหภูมิภายในหม้อน้ำก็ยังสูงอยู่เพราะบางพื้นที่ลมเข้าไม่ถึงทั่วถึง ทำให้บางพื้นที่มีอุณหภูมิสูงมากกว่าเกณฑ์ความปลอดภัย โดยที่มาตรการควบคุมการอนุญาตให้เข้าทำงานภายในหม้อน้ำได้ก็ต่อเมื่อภายในหม้อน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส แต่ถึงอย่างไรก็ตามก็ยังถือว่าเป็นอุณหภูมิที่สูงสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติงานประสบปัญหาและมีความเสี่ยงได้รับอันตรายจากความร้อนภายในหม้อน้ำได้ ซึ่งในโรงงานไฟฟ้าแห่งนี้ได้มีการดำเนินการมาตรการในการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่ยังไม่ครอบคลุมหรือมีประสิทธิภาพเพียงพอ ขาดข้อมูลหรือการศึกษาถึงผลกระทบทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานอย่างชัดเจน ทั้งนี้จากการสังเกตของผู้วิจัยและสอบถามข้อมูลเบื้องต้นของผู้ปฏิบัติงานในส่วนการซ่อมแซมและตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำ พบว่า มีผู้ปฏิบัติงานต้องออกจากการทำงานก่อนเวลาทำงานที่กำหนดไว้ เพื่อนอนพักผ่อนเนื่องจากมีอาการหน้ามืด วิงเวียนศีรษะ คล้ายจะเป็นลม จำนวนเฉลี่ยประมาณ 6 รายต่อสัปดาห์ จะเห็นได้ว่า

หากยังคงเกิดปัญหาการเจ็บป่วยหรือมีความเสี่ยงอันตรายในการทำงานต่อผู้ปฏิบัติงานแล้ว ไม่เพียงแต่จะส่งผลเสียต่อสุขภาพของคนงานแต่ยังมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ชื่อเสียงและความเชื่อมั่นขององค์กรอีกด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงสภาพปัญหาและสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้น จึงต้องการที่จะศึกษาผลกระทบทางสุขภาพและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแนวทางป้องกันและควบคุมความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional survey study) เพื่อศึกษาผลกระทบทางสุขภาพและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำในโรงไฟฟ้าแห่งหนึ่ง ในพื้นที่อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดในแผนกซ่อมแซมและตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำของโรงไฟฟ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 33 คน ซึ่งประกอบด้วยลักษณะในการทำงานภายในหม้อน้ำโรงไฟฟ้า 5 ลักษณะงานได้แก่ การจัดการพื้นที่ภายในหม้อน้ำ การตรวจสอบวิเคราะห์ การทำความสะอาด งานตัดท่อและงานเชื่อมท่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เครื่องวัดดัชนีความร้อน Heat Stress WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) Meter รุ่น EXTECH HT200 ขึ้นตอนการตรวจวัดตามมาตรฐาน ISO7243, เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด รุ่น Fluke 62 MAX ตามมาตรฐานของ IEC 60529, เครื่องวัดความดันโลหิตชนิดวัดค่าอัตโนมัติ OMRON รุ่น HEM-7124, เครื่องวัดค่าระดับออกซิเจนในเลือดแบบหนีบปลายนิ้วมือ Pulse Oximeter รุ่น JZK-303T

แบบประเมินผลกระทบทางสุขภาพและอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล (อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) โรคประจำตัว ประวัติการดื่มสุรา การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์)^{13,14} การคำนวณภาระงาน (Work load) และอัตราการเผาผลาญพลังงาน (Metabolism rate) ตามประกาศกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2559⁹ ข้อมูลทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน (อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) อุณหภูมิร่างกาย (Surface Temperature) ความดันโลหิต (Blood pressure) ค่าปริมาณออกซิเจนในเลือดปลายนิ้ว (Fingertips Pulse Oximeter: SpO₂)^{15,16} ซึ่งจะมีการตรวจวัดก่อนคนงานจะเข้าไปในพื้นที่การปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ 15 นาทีและตรวจวัดอีกครั้งทันทีหลังจากคนงานออกจากพื้นที่ในการปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินผลกระทบทางสุขภาพและอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน จำนวน 3 ท่านแล้วนำมาหาค่าดัชนีความ

สอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามในส่วนผลกระทบทางสุขภาพและอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนเท่ากับ 0.96

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษามีกระบวนการการพิทักษ์สิทธิข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างโดยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ซึ่งผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตเพื่อเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานไฟฟ้า ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษา การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน การทำหนังสือแสดงความยินยอมและผู้ปฏิบัติงานลงนามเข้าร่วมวิจัย ในการให้ข้อมูลตามความสมัครใจ การสัมภาษณ์และบันทึกผลกระทบทางสุขภาพรวมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำในโรงงานไฟฟ้า โดยไม่มีผลกระทบใดๆ ที่จะก่อให้เกิดอันตรายหรือกระทบสิทธิส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานแต่อย่างใด ผลการศึกษาได้มีการเก็บไว้เป็นความลับ ไม่มีการเผยแพร่ข้อมูลก่อนการได้รับอนุญาตและมีการนำเสนอผลการศึกษาในภาพรวมเท่านั้น

ในการหาค่าระดับความร้อนเฉลี่ยของอุณหภูมิเวทบัลบโกลบ (Wet Bulb Globe Temperature: WBGT) ตามมาตรฐาน ISO 7243 และประกาศกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2559 คำนวณได้จากสูตร ดังสมการที่ (1)

$$WBGT \text{ เฉลี่ย} = \frac{(WBGT1 \times t1) + (WBGT2 \times t2) + \dots + (WBGTn \times tn)}{t1 + t2 + \dots + tn} \quad (1)$$

เมื่อ

WBGT1 หมายถึง WBGT (°C) ในเวลา t1 (นาที)

WBGT2 หมายถึง WBGT (°C) ในเวลา t2 (นาที)

WBGTn หมายถึง WBGT (°C) ในเวลา tn (นาที)

$t1 + t2 + \dots + tn = 120$ นาที ที่มีอุณหภูมิเวทบัลบโกลบ (WBGT) สูงสุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้อธิบายข้อมูลทั่วไปและลักษณะของกลุ่มประชากรในด้าน ปัจจัยบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง การงานและอัตราการเผาผลาญพลังงาน ข้อมูลทางสุขภาพ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน และอาการผิดปกติจากการสัมผัสความร้อน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ได้แก่ Paired t-test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานก่อนและหลังเข้าปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ และ Chi-Square test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านต่าง ๆ กับอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงไฟฟ้า กำหนดระดับความสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

ผลการศึกษา ข้อมูลทั่วไป

ผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดเป็นเพศชาย อายุเฉลี่ยเท่ากับ 49.67 ปี (SD= 9.14) อายุต่ำสุด 28 ปี และสูงสุดอายุ 61 ปี น้ำหนักอยู่ระหว่าง 51 – 80 กิโลกรัม (ร้อยละ 57.6) น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 75.6 กิโลกรัม (SD= 15.34) น้ำหนักต่ำสุดเท่ากับ 40 กิโลกรัม น้ำหนักสูงสุด 110 กิโลกรัม ส่วนสูงอยู่ในช่วง 151 – 180 เซนติเมตร (ร้อยละ 63.6) ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีค่าอยู่ในช่วง 25.0 – 29.9 kg/m^2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์อ้วนระดับ 1 ร้อยละ 51.5 ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 60.6 มีการดื่มสุราร้อยละ 78.8 และมีการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ร้อยละ 42.4 (Table 1)

ข้อมูลทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจก่อนเข้าปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำเท่ากับ 85.42 ครั้งต่อนาทีและค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำเท่ากับ 122.21 ครั้งต่อนาที มีอัตราชีพจรเพิ่มขึ้นร้อยละ 43.0 ค่าอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยของผู้ปฏิบัติงานก่อนเข้าปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำเท่ากับ 36.66 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยหลังการปฏิบัติงานเท่ากับ 37.87 องศาเซลเซียส มีอัตราสูงเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.3 ค่าปริมาณออกซิเจนในเลือดปลายนิ้วเฉลี่ยของผู้ปฏิบัติงานก่อนเข้าปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำเท่ากับ ร้อยละ 97.6 และค่าปริมาณออกซิเจนในเลือดปลายนิ้วเฉลี่ยหลังการปฏิบัติงานเท่ากับร้อยละ 94.7 มีอัตราปริมาณออกซิเจนในเลือดลดลงร้อยละ 3.0 การเปรียบเทียบข้อมูลทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานก่อนและหลังเข้าปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำในโรงไฟฟ้า ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิร่างกาย ความดันโลหิตและระดับออกซิเจนในเลือดปลายนิ้ว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 2)

Table 1 Personal information and working condition of the operator inside the boiler (n = 33)

Working condition	n	%
Age (years)		
<30	2	6.1
31 – 40	3	9.1
41 – 50	9	27.2
51 – 60	18	54.5
>60	1	3.1
Weight (kg)		
Mean $\pm$ SD = 75.64 $\pm$ 15.34		
Height (cm)		
Mean $\pm$ SD = 168.15 $\pm$ 5.73		
Body mass index (kg/m^2)		
<18.5 (Underweight)	1	3.0
18.5 – 22.9 (Normal weight)	5	15.1
23.0 – 24.9 (Overweight)	4	12.1
25.0 – 29.9 (Obesity class I)	17	51.5
≥ 30.0 (Obesity class II)	6	18.3

Working condition	n	%
Congenital disease		
No congenital disease	20	60.6
Diabetes	3	9.1
Hypertension	7	21.2
Other	3	9.1
Alcohol drinking		
Not drink	7	21.2
Drink	26	78.8
Electrolyte drinking		
Not drink	19	57.6
Drink	14	42.4

SD, standard deviation

Table 2 Comparison of health information of 33 workers before and after working inside the boiler

Health information	Before		After		After-Before		p
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Heart rate (bpm)	85.42	10.19	122.21	8.82	36.79	-1.37	<0.001
Body temperature (°C)	36.66	0.19	37.87	0.22	1.21	0.03	<0.001
Blood pressure							
(Systolic: mmHg)	136.58	15.08	146.24	13.03	9.66	-2.05	0.005
Blood pressure							
(Diastolic: mmHg)	85.67	7.34	89.15	6.39	3.67	-0.95	<0.001
Fingertip blood oxygen (%)	97.61	1.46	94.73	1.18	-2.88	-0.28	<0.001

p by paired t-test; SD, standard deviation

ข้อมูลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ค่าความเร็วลมภายในหม้อน้ำอยู่ในช่วง 0.20 – 1.00 เมตรต่อวินาที ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH) สูงสุดที่ตรวจวัดได้พบในงานตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำ มีค่าเท่ากับร้อยละ 68.4 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 38.6 ในงานเชื่อมท่อ ระดับความร้อนของอุณหภูมิเวตบัลบโกลบ (WBGT) สูงสุดเท่ากับ 35.24 องศาเซลเซียส และค่าอุณหภูมิเวตบัลบโกลบ (WBGT) ต่ำสุดเท่ากับ 32.75 องศาเซลเซียส ในงานจัดการพื้นที่ภายในหม้อน้ำ (Table 3) ค่าระดับความร้อนเฉลี่ยของอุณหภูมิเวตบัลบโกลบ (WBGT) ของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ พบว่า มีความร้อนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 34.05 – 34.31 องศาเซลเซียส อัตราการเผาผลาญพลังงาน

อยู่ในช่วง 285.70 – 340.05 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ซึ่งจัดเป็นการะงานระดับปานกลาง ในทุกลักษณะงาน ได้แก่ งานจัดการพื้นที่ภายในหม้อน้ำ งานตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำ งานทำความสะอาด งานตัดท่อและงานเชื่อมท่อ (Table 4)

ผลกระทบทางสุขภาพและอาการผิดปกติที่เกิดจากการทำงานสัมผัสความร้อน

ภายในหม้อน้ำโรงไฟฟ้า ซึ่งผลกระทบทางสุขภาพที่สำคัญได้แก่ เหงื่อออกไทรเมอร์ร่างกายร้อยละ 96.9 กระหายน้ำมากร้อยละ 93.9 มีผื่นคันตามผิวหนังร้อยละ 69.7 เกิดผดผื่นเนื่องจากความร้อนร้อยละ 63.6 เป็นตะคริวบริเวณแขนและขาร้อยละ 48.5 และมีอาการตาพร่ามัวร้อยละ 45.5 ส่วนอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคลมแดดจากการสัมผัสความร้อน (Heat stroke) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ มีอาการใจสั่น ชีพจรเต้นเร็ว, มีอาการปวดศีรษะมาก มีความรู้สึกสับสน มึนงง, เป็นลมหมดสติ และมีอาการผิวแห้งไม่มีเหงื่อ อุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสพบร้อยละ 24.2, 21.2, 12.1 และ 9.1 ตามลำดับ (Table 5)

Table 3 Wind speed, relative humidity (RH) and thermal level of the wet bulb globe temperature (WBGT) based on operating characteristics inside the boiler

Tasks	Wind speed inside the boiler (m/s)	RH (%)		WBGT (°C)	
		(Min)	(Max)	(Min)	(Max)
Space management	0.20 – 1.00	47.0	67.0	32.75	35.24
Inspection and analysis	0.20 – 1.00	58.5	68.4	33.10	34.90
Boiler cleaning	0.20 – 1.00	39.8	53.8	33.50	34.50
Pipe cutting	0.20 – 1.00	52.7	60.4	33.50	34.40
Pipe welding	0.20 – 1.00	38.6	41.6	33.68	34.60

Table 4 Determination of the average heat level of the wet bulb globe temperature (WBGT), metabolism rate, and workload by type of work

Tasks	WBGT average (°C)	Metabolism rate (Kcal/hr)	Workload
Space management	34.31	316.55	Moderate
Inspection and analysis	34.13	285.70	Moderate
Boiler cleaning	34.28	324.25	Moderate
Pipe cutting	34.20	340.05	Moderate
Pipe welding	34.05	311.50	Moderate

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้า

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับโรคผดผื่นความร้อนจากการทำงาน (Heat rash) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ปัจจัยด้านการดื่มแอลกอฮอล์ ($p = 0.040$) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเป็นลมเนื่องจากความร้อน (Heat syncope) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ระยะเวลาในการทำงานและการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ ($p = 0.026$ และ 0.034 ตามลำดับ) และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเป็นโรคลมแดด (Heat stroke) อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ คือ ปัจจัยด้านน้ำหนัก ส่วนสูงและการะงาน ($p = 0.039, 0.001$ และ 0.001 ตามลำดับ) (Table 6)

Table 5 Health impacts from heat exposure of 33 boiler workers

Health impacts	Have symptoms	
	n	(%)
Heat rash		
Skin rash	21	63.6
Itching	23	69.7
Heat cramp		
Cramps in the arms and legs	16	48.5
Stomach cramps	4	12.1
Muscle spasms and pain	12	36.4
Heat syncope		
Fainting	8	24.2
Moist and cool skin	12	36.4
Palpitations and weak pulse	10	30.3
Heat exhaustion		
Excessive sweating	32	96.9
Dizziness, nausea, and vomiting	8	24.2
Fatigue and weakness	10	30.3
Thirsty	31	93.9
Fast breathing	12	36.4
Blurred vision	15	45.5
Heat stroke		
Confused and irritable	7	21.2
Abnormal behavior or delirious	3	9.1
Dry and red skin all over the body	3	9.1
Palpitations or rapid pulse	8	24.2
Severe headache or dizziness	7	21.2
Anhidrosis and body temperature above 40°C	3	9.1
Unconscious or refer to hospital	4	12.1

Table 6 Factors related to abnormal symptoms from heat exposure among boiler workers

Health information	Total sample	Abnormal symptoms									
		Heat rash		Heat cramp		Heat syncope		Heat exhaustion		Heat stroke	
		n (%)	<i>p</i>	n (%)	<i>p</i>	n (%)	<i>p</i>	n (%)	<i>p</i>	n (%)	<i>p</i>
Alcohol drinking			0.040		0.134		0.104		0.438		0.225
Yes	26	17 (65.3)		4 (15.4)		5 (19.2)		12 (46.1)		2 (7.7)	
No	7	2 (28.5)		0 (0.0)		0 (0.0)		3 (42.8)		0 (0.0)	
Duration of working			0.379		0.197		0.026		0.067		0.176
≤20 years	12	7 (43.7)		1 (8.3)		3 (25.0)		8 (66.6)		0 (0.0)	
>20 years	21	12 (70.5)		3 (14.2)		2 (9.5)		7 (33.3)		2 (9.5)	
Electrolyte drinking			0.253		0.054		0.034		0.371		0.135
Yes	21	13 (61.9)		4 (19.0)		5 (23.8)		10 (47.6)		2 (9.5)	
No	12	6 (50.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		5 (41.6)		0 (0.0)	
Weight			0.129		0.161		0.224		0.416		0.039
<50.0 kg	2	0 (0.0)		1 (50.0)		1 (50.0)		1 (50.0)		1 (50.0)	
50.0 – 80.0 kg	19	11 (57.8)		2 (10.5)		2 (10.5)		9 (47.3)		1 (5.2)	
>80.0 kg	12	8 (66.6)		1 (8.3)		2 (16.6)		5 (41.6)		0 (0.0)	
Height			0.333		0.127		0.117		0.123		0.001
<150.0 cm	1	0 (0.0)		1 (100.0)		1 (100.0)		1 (100.0)		1 (100.0)	
150.0 – 170.0 cm	21	12 (57.1)		2 (9.5)		1 (4.7)		7 (33.3)		0 (0.0)	
>170.0 cm	11	7 (63.6)		1 (9.0)		3 (27.2)		7 (63.6)		1 (9.0)	
Workload			0.259		0.126		0.053		0.342		0.001
Light	1	0 (0.0)		1 (100.0)		1 (100.0)		1 (100.0)		1 (100.0)	
Moderate	17	9 (52.9)		2 (11.7)		2 (11.7)		8 (47.0)		1 (5.8)	
Heavy	15	10 (66.6)		1 (6.6)		2 (13.3)		6 (40.0)		0 (0.0)	

**p* by Chi-square test

อภิปรายผลการวิจัย

ผลกระทบทางสุขภาพและอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้าแห่งนี้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มอาการ ได้แก่ กลุ่มอาการผดผื่นแดงและคันผิวหนัง (Heat rash) กลุ่มอาการตะคริวจากการทำงานสัมผัสความร้อน (Heat cramp) กลุ่มอาการเป็นลมเนื่องจากความร้อน (Heat syncope) กลุ่มอาการอ่อนเพลียจากความร้อน (Heat Exhaustion) และกลุ่มอาการสัมพันธ์กับโรคหลอดเลือดจากการทำงานสัมผัสกับความร้อน (Heat stroke) โดยอาการผิดปกติที่พบมากที่สุด 5 อันดับแรกจากการปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำของโรงงานผลิตไฟฟ้าได้แก่ มีเหงื่อออกไทรมาขณะปฏิบัติงาน กระหายน้ำมาก คันบริเวณผิวหนัง มีผดผื่นแดง เป็นตะคริวบริเวณแขนขาและมีอาการตาพร่ามัว คิดเป็นร้อยละ 96.9, 93.9, 69.7, 63.6, 48.5 และ 45.5 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่จะมีอาการเล็กน้อยถึงปานกลาง ผลการศึกษาพบว่า ค่าอัตราการเต้นหัวใจ ความดันโลหิต อุณหภูมิร่างกาย และค่าออกซิเจนในเลือดก่อนและหลังปฏิบัติงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการปฏิบัติงานในที่พื้นที่ที่มีความร้อนสูงเป็นเวลานานจะส่งผลกระทบต่อร่างกายโดยเฉพาะระบบการหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต¹⁰ ทำให้หัวใจทำงานหนักมากขึ้น มีความต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนในเลือดมีค่าน้อยลง ซึ่งจากผลการศึกษาพบอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 43.0 และค่าปริมาณออกซิเจนในเลือดปลายนิ้วเฉลี่ยของผู้ปฏิบัติงานก่อนเข้าปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำเท่ากับร้อยละ 97.6 ค่าปริมาณออกซิเจนในเลือดปลายนิ้วเฉลี่ยหลังการปฏิบัติงานเท่ากับร้อยละ 94.7 มีอัตราปริมาณออกซิเจนในเลือดลดลงร้อยละ 3.0 ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเหนื่อยล้า อ่อนเพลีย หน้ามืด ใจสั่นและเป็นลมได้ง่ายซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของลลิตา วันสิโกและคณะ¹¹ ที่พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจากการสัมผัสความร้อนของคนงานเผาถ่านแบบดั้งเดิมในจังหวัดชลบุรี คือระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน มีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตสูงสุดขณะหัวใจบีบตัวและความดันโลหิตสูงสุดขณะหัวใจคลายตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 49.67 ปี อายุสูงสุดเท่ากับ 61 ปี น้ำหนักอยู่ระหว่าง 51 – 80 กิโลกรัม (ร้อยละ 57.6) น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 75.64 กิโลกรัม โดยผู้ปฏิบัติงานมีน้ำหนักสูงสุด 110 กิโลกรัม มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีค่าอยู่ในช่วง 25.0 – 29.9 kg/m² ซึ่งอยู่ในเกณฑ์อ้วนระดับ 1 เป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 51.5) ซึ่งจากปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากการทำงานที่ต้องสัมผัสความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sett M. and Sahu S.¹² ทำการศึกษาคนงานเผาอิฐบล็อกในประเทศอินเดีย พบว่า ในการทำงานที่มีการสัมผัสความร้อนสูงจะส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ความเครียดและประสิทธิภาพในการทำงานลดลง โดยพบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่สูงขึ้นทุก ๆ 1 องศาเซลเซียสจะทำให้ได้ปริมาณงานที่ลดลงร้อยละ 2

ในด้านปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติจากการทำงานสัมผัสความร้อนของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้า พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับโรคผดผื่นความร้อนจากการทำงาน (Heat rash) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ การดื่มแอลกอฮอล์ ($p = 0.040$) ทั้งนี้เนื่องจากฤทธิ์ของแอลกอฮอล์จะทำให้เส้นเลือดฝอยใต้ผิวหนังขยายตัวมากขึ้น ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำและเกลือแร่สูงกว่าคนที่ไม่ได้ดื่มแอลกอฮอล์

ก่อให้เกิดเป็นตะคริวได้ง่าย¹³ อัตราการสูญเสียความร้อนของร่างกายที่เพิ่มขึ้น มีการขับเหงื่อออกมามากกว่าปกติและจะเกิดผื่นคันที่บริเวณผิวหนัง¹⁴ ผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์จะไปกระตุ้นการทำงานของหัวใจให้สูบฉีดเลือดเร็วและแรงขึ้น ทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น หัวใจทำงานหนักเพื่อสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และเมื่อจะต้องปฏิบัติงานในที่ที่มีการสัมผัสกับความร้อนก็จะเพิ่มโอกาสเสี่ยงทำให้ช็อกและเสียชีวิตได้มากยิ่งขึ้น^{15, 16}

ในส่วนของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเป็นลมเนื่องจากความร้อน (Heat syncope) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ปัจจัยด้านระยะเวลาในการทำงานและการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ ($p = 0.026$ และ 0.034 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลกระทบต่องานจากการทำงานในกลุ่มคนทำนาเกลือ¹⁷ พบว่า การทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนสูงในระยเวลานาน จะทำให้เกิดการสะสมความร้อนของร่างกาย ร่างกายมีการขับความร้อนออกทางผิวหนังทำให้สูญเสียน้ำและโซเดียมออกมากับเหงื่อมากขึ้น เมื่อไม่ได้มีการชดเชยด้วยน้ำหรือเกลือแร่จะส่งผลให้เกิดภาวะขาดน้ำ เป็นตะคริวและส่งผลกระทบต่อร่างกายผู้ปฏิบัติงานได้ และจากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ความสัมพันธ์กับการเป็นโรคลมแดด (Heat stroke) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ปัจจัยด้านน้ำหนัก ส่วนสูงและภาระงาน ($p = 0.039, 0.001$ และ 0.001 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลกระทบของน้ำหนักตัวต่อดัชนีความเครียดจากสภาพอากาศร้อน¹⁸ พบว่า บุคคลที่มีน้ำหนักตัวมากมีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากความร้อนสูงกว่าคนที่น้ำหนักตัวปกติ ในปัจจัยด้านส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะลมแดด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาความเสี่ยงด้านสภาพอากาศ จิตสังคมและพฤติกรรมเจ็บป่วยจากความร้อนในสถานที่ก่อสร้าง²⁰ พบว่า ส่วนสูงเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อค่าดัชนีมวลกาย พื้นที่ผิวในการระบายความร้อนและการขับเหงื่อของร่างกายมนุษย์ และจากผลการศึกษาพบว่าอัตราการเผาผลาญพลังงานของคนงานอยู่ในช่วง $285.70 - 340.05$ กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ซึ่งจัดเป็นการงานระดับปานกลาง ในทุกลักษณะงาน ได้แก่ งานจัดการพื้นที่ภายในหม้อน้ำ งานตรวจสอบวิเคราะห์ภายในหม้อน้ำ งานทำความสะอาด ตัดต่อและงานเชื่อมท่อ เมื่อนำมาพิจารณาตามประกาศกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559⁹ กำหนดว่า ระดับภาระงานปานกลางซึ่งมีอัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกายอยู่ในช่วง $200-350$ kcal/hrs. นั้น จะต้องมีค่าระดับความร้อนเฉลี่ยของอุณหภูมิเวตบัลบโกลบ (WBGT) ไม่เกิน 32 องศาเซลเซียสแต่ค่าระดับความร้อนเฉลี่ยของอุณหภูมิเวตบัลบโกลบ (WBGT) ของผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ มีความร้อนเฉลี่ยอยู่ในช่วง $34.05 - 34.31$ องศาเซลเซียสซึ่งมีค่าความร้อนเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ทั้งนี้ภายในหม้อน้ำเป็นบริเวณที่แคบมีการระบายอากาศและถ่ายเทความร้อนได้อย่างจำกัด ดังนั้นสถานประกอบการโรงไฟฟ้าจะต้องมีการดำเนินการควบคุมและรักษาระดับความร้อนให้อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดไว้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานให้มีการระบายความร้อนเพิ่มขึ้น การติดตั้งพัดลมเป่า (Force Draft Fan) พัดลมดูด (Induce Draft Fan) เพิ่มมากขึ้นในส่วนที่ลมเข้าไม่ถึงให้นำเครื่องโบลเวอร์มาช่วยในการระบายความร้อนร่วมกับใส่ชุดป้องกันความร้อน (PPE) ที่เหมาะสมให้กับผู้ปฏิบัติงาน มีการกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ การจัดเตรียมอุปกรณ์ให้การช่วยเหลือเบื้องต้น กรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเป็นอันตรายต่อคนงาน มีการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน ค่าระดับความร้อนอุณหภูมิเวตบัลบโกลบ (WBGT) ความเร็วลมและค่าความชื้น

สัมผัสก่อนและระหว่างที่มีการปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ มีการคัดกรองผู้ปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับงาน ไม่มีโรคประจำตัว เช่นโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูงหรือโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับเมตาบอลิซึม การคำนวณดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) ถ้าพบว่ามิระดับน้ำหนักเกิน (ค่าBMI มากกว่าหรือเท่ากับ 23.00 kg/m^2 ขึ้นไป) และมีการดื่มสุรามาก่อนไม่ควรอนุญาตให้เข้าไปปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำ ในกรณีที่มีผู้ปฏิบัติงานเข้ามาใหม่หรือผู้ปฏิบัติงานเก่าหยุดทำงานไประยะหนึ่งจะต้องมีการปรับตัวให้ทนกับความร้อน (Heat acclimatization) อย่างน้อย 7 – 14 วันก่อนตามคำแนะนำของ NIOSH¹⁹ ทั้งนี้จากผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแนวทางหรือมาตรการควบคุมป้องกัน ลดความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

สรุป

จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำโรงงานไฟฟ้า มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบและอันตรายทางสุขภาพจากการทำงานสัมผัสความร้อน ซึ่งปัจจัยเสี่ยงที่พบได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานมีอัตราการเผาผลาญพลังงานอยู่ในช่วง 285.70 – 340.05 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ซึ่งจัดเป็นการะงานระดับปานกลาง มีระดับอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมการทำงานสูงกว่า 34 องศาเซลเซียส ซึ่งมีระดับความร้อนเกินกว่าค่าระดับความร้อนเฉลี่ยของอุณหภูมิแวดล้อมโลก (WBGT) ที่กฎหมายกำหนดไว้ที่ไม่เกิน 32 องศาเซลเซียส ประกอบกับสภาพแวดล้อมในการทำงานมีการสะสมความร้อนสูงภายในหม้อน้ำ การระบายอากาศและความร้อนไม่ดีเนื่องจากเป็นระบบปิด เมื่อพิจารณาในด้านปัจจัยส่วนบุคคลพบว่าผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีค่าอยู่ในช่วง 25.0 – 29.9 kg/m^2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์อ้วนระดับ 1 เป็นส่วนใหญ่ มีการดื่มสุราสูงถึงร้อยละ 78.8 ซึ่งจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากการทำงานมากยิ่งขึ้นโดยอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคลมแดดจากการสัมผัสความร้อน (Heat stroke) ที่พบในผู้ปฏิบัติงานภายในหม้อน้ำเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ มีอาการใจสั่น ชีพจรเต้นเร็ว, มีอาการปวดศีรษะมาก มีความรู้สึกสับสน มึนงง, เป็นลมหมดสติ และมีอาการผิวแห้ง ไม่มีเหงื่อ และมีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ สรุปได้ดังนี้ 1) ในการทำงานที่ต้องสัมผัสความร้อนในพื้นที่ปิดและมีอุณหภูมิสูง เช่น ภายในหม้อน้ำ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีการตรวจสภาพร่างกายก่อนปฏิบัติงานทุกครั้งอย่างเคร่งครัด ได้แก่ การตรวจสอบระดับความรู้สึกตัว อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตและระดับออกซิเจนในเลือดจากปลายนิ้ว เพื่อประเมินสมรรถนะความพร้อมของร่างกายก่อนเข้าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงในการทำงานและควรทำการประเมินและติดตามผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการทำงานทุกครั้งด้วยเช่นเดียวกัน 2) สถานประกอบการควรดำเนินการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ ค่าระดับความร้อนเฉลี่ยของอุณหภูมิแวดล้อมโลก (WBGT) ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ การระบายความร้อนและระบบระบายอากาศให้มีความเหมาะสมและเกิดความปลอดภัยต่อการทำงาน 3) ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีการฝึกซ้อมและปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามหลักการทำงานที่ปลอดภัย มีการเตรียมความพร้อมรวมทั้งการให้การช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นภายในสถานที่ทำงาน 4) ผู้บริหารจะต้องดำเนินนโยบาย จัดทำแผน

และประเมินความเสี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน การจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การเฝ้าระวังการเจ็บป่วยจากการทำงานสัมผัสความร้อนอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Ethical Approval Statement

This study was approved to conduct research by the Human Ethics Committee Research and Development Institute Suan Dusit University Certification number SDU-RDI 2021-031 on July 7, 2021.

Author Contributions

SN designed the research method, conclusion, discussion and article writing. PK and SC reviewed literature and related research, SC and PY collected data and analyzed the results. All authors have read and approved the manuscript prior to submission for publication.

Acknowledgments

The researcher would like to thank the manager and staffs who work in the process of repairing and analyzing inside a power plant in Nonthaburi Province for facilitating the data collection and providing useful information for this research to be successful.

Source of Funding

The authors did not receive funding to carry out the work presented in this article.

Conflicts of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values (TLVs) for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices (BEIs). CD-ROM. Cincinnati: ACGIH; 2017.
2. United States Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Heat hazard recognition. Available from: <https://www.osha.gov/heat-exposure/hazards>, accessed 12 October, 2021.
3. Ministry of Public Health, Department of Disease Control, Division of Occupational and Environmental Diseases. Status report of diseases and health hazards from occupational

- and environment: Patient information from heatstroke (from work). Bangkok: n.p.; 2018. p.19-20.
4. Ministry of Labour and Social Welfare, Labour Safety Division. Heat with work. Available from: <https://www.tosh.or.th/index.php/blog/item/901-2021-06-02-06-54-17>, accessed 10 October, 2021.
 5. Bumrungrad International Hospital. Heatstroke. Available from: <https://www.bumrungrad.com/th/health-blog/march-2016/heatstroke-symptoms-prevention>, accessed 15 October, 2021.
 6. Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT). Power generation process. Available from: <https://abc.egat.co.th/electricity-generation>, accessed 5 October, 2021.
 7. Chantasiriwan S. Power plant engineering: Principle of steam boiler working. rev. ed. Faculty of Engineering Thammasat University; 2020. (In Thai)
 8. Ministry of Industry, Department of Industrial Works. Manual and maintenance of the boiler. Project for transferring safety technology to the workplace. Bangkok: n.p.; 2010. p. 60-79.
 9. Ministerial Regulations on the Prescribing of Standards for Administration and Management of Occupational Safety, Health and Environment in Relation to Heat, Light and Sound, 2006. Available from: <http://rayong.labour.go.th/2017-07-18-06-18-40-ministerial-regulations/1392-English-Safety-Laws>, accessed 23 October, 2021.
 10. Kenny GP, Yardley J, Brown C, Sigal RJ, Jay O. Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. *Can Med Assoc J* 2010; 182(10): 1053-60. DOI: 10.1503/cmaj.081050
 11. Wanliko L, Meepradit M, Yingratanasuk T. Factors related to physiological changes from heat exposure among traditional charcoal making workers in Chonburi Province. In: Tantatsanawong P, editor. The 6th National and International Graduate Education Conference; 11-12 July 2016; Graduate School Silpakorn University. Bangkok; 2016. 723 – 36. (In Thai)
 12. Sett M, Sahu S. Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India. *Global Health Action* 2014; DOI: 10.3402/gha.v7.21923.
 13. Ministry of Public Health, Division of Epidemiology, Office of Risk Communication Department of Disease Control. Heatstroke from hot weather. Available from: https://ddc.moph.go.th/brc/news.php?news=23876&deptcode=brc&news_views=15557, accessed 7 November, 2021. (In Thai)

14. Tedkathuk AT. Occupational health and safety. 5th ed. Bangkok: Odeon Store; 2013. (In Thai)
15. Phanprasit W. Industrial hygiene strategic assessment, control and management. Bangkok: Best Graphic Press LP; 2014. (In Thai)
16. Kongthip P. Industrial hygiene. 3rd printing. Bangkok: Best Graphic Press Limited Partnership; 2012. (In Thai)
17. Jakreng C, Padungtod C, Ekpanyaskul C. Physical health effects from occupational exposure to natural heat among salt production workers in Samut Songkhram Province. *Srinakharinwirot University Journal (Science and Technology)* 2010; 2(1): 10-8. (In Thai)
18. Habibi P, Momeni R, Dehghan H. The effect of body weight on heat strain indices in hot and dry climatic conditions. *Jundishapur Journal of Health Sciences* 2016; 8(2): 1-5. DOI:10.17795/jjhs-34303
19. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to heat and hot environments. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/default.html>, accessed 20 November, 2021.
20. Jia YA, Rowlinson S, Ciccarelli M. Climatic and psychosocial risks of heat illness incidents on construction site. *Appl Ergon* 2016; 53(A): 25-35. DOI: 10.1016/j.apergo.2015.08.008