

นิพนธ์ต้นฉบับ

(Original article)

ประสิทธิผลของวัสดุห่อหุ้มด้ามจับ เพื่อลดความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขน ในพนักงานขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม: กรณีศึกษาในโรงงานอุตสาหกรรม ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี

The effectiveness of handle insulated materials for reducing hand arm vibration among steel-plate polishing workers using air-angle grinders: A case study in an automotive part manufacturer, Chonburi province

อรุณศิริ วงศ์สวัสดิ์¹, ศรีรัตน์ ล้อมพงษ์², ธีรยุทธ เสี่ยมศักดิ์^{2*}

Arunsiri Wongsawat¹, Srirat Lormphongs², Teerayut Sa-ngiamsak^{2*}

¹หลักสูตร วท.ม. อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

¹Master of Science program in Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Burapha University

²สาขาวิชาสาธารณสุขอุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

²Department of Industrial Hygiene and Safety, Faculty of Public Health, Burapha University

(teerayut@go.buu.ac.th)

*ผู้นิพนธ์หลัก

Received: March 30, 2024/ Revised: July 9, 2024/ Accepted: July 21, 2024

บทคัดย่อ: อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ใช้โลหะเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตและมีกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องขัดและเจียรที่พนักงานมีโอกาสสัมผัสความสั่นสะเทือนที่อาจเป็นปัจจัยส่งผลกระทบต่อสุขภาพ วัตถุประสงค์การวิจัยนี้เพื่อศึกษาค่าความสั่นสะเทือนที่มือและแขนในพนักงานขัดแผ่นเหล็กด้วยเครื่องขัดชนิดใช้ลม โดยออกแบบวัสดุห่อหุ้มด้ามจับและเปรียบเทียบผลการวัดค่าความสั่นสะเทือนที่มือและแขนก่อน-หลังติดวัสดุที่ด้ามจับและศึกษาความพึงพอใจหลังติดวัสดุ วิธีวิจัย: ทำการออกแบบวัสดุห่อหุ้มด้ามจับ 2 รูปแบบ และนำมาติดที่ด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม ทดลองในกลุ่มตัวอย่างพนักงานขัดแผ่นเหล็กที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าทั้งหมด 10 คน วัดผลก่อน-หลัง ที่ช่วงความถี่ 6.3-1250 Hz. ในแนวแกน X, Y และ Z เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม, เครื่องวัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือนที่มือและแขน ใช้สถิติ Wilcoxon Signed-Ranks test เปรียบเทียบผลการทดลอง ผลการวิจัย: หลังติดวัสดุที่ด้ามจับทั้ง 2 แบบ และขัดแผ่นเหล็กหนา 1 มม. เป็นเวลา 2 นาที พบว่า ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนโดยรวมลดลงหลังติดวัสดุทั้ง 2 แบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P = 0.005$ โดยก่อนทดลองมีค่าเท่ากับ 4.97 m/s^2 หลังติดวัสดุแบบที่ 1 เท่ากับ 2.71 m/s^2 ลดลง 45.5% หลังติดวัสดุแบบที่ 2 เท่ากับ 3.34 m/s^2 ลดลง 32.8% และมีความพึงพอใจโดยรวมต่อวัสดุแบบที่ 1 ระดับมาก วัสดุแบบที่ 2 ระดับปานกลาง สรุปปรายผล: หลังติดวัสดุที่ด้ามจับทั้งสองแบบสามารถลดค่าความสั่นสะเทือนลงได้ แต่ยังสูงกว่ามาตรฐานกำหนดที่ระดับต้องดำเนินการที่ 2.5 m/s^2 อาจมีปัจจัยจากท่าทางการจับด้ามจับที่แน่นหรือหลวมแตกต่างกัน อาจส่งผลต่อการรับสัมผัสค่าความเร่งความสั่นสะเทือนที่มือและแขน

คำสำคัญ: ความสั่นสะเทือนที่มือและแขน; วัสดุห่อหุ้ม; เครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม

ABSTRACT: The use of metals is common in the automotive manufacturing industry as the main raw materials for various processes. These processes often involve the use of grinding and polishing machines, which can expose workers to vibrations that may have negative effects on their health. The main aim of this study is to investigate the levels of hand-arm vibrations experienced by workers using air-angle grinding machines to polish metal plates. The research seeks to develop a covering material for the handles, compare vibration measurements on the hand-arm before and after attachment of the covers, and assess the workers' satisfaction levels post-attachment. To achieve these objectives, two different types of handle covers were designed and applied to the air-angle grinding machines used for polishing metal plates. Experiments were conducted with a sample group of 10 workers who met specific criteria. Vibration levels were measured before and after attaching the cover in the frequency range of

6.3-1250 Hz. along the X, Y, and Z axes. The search methodology involved the use of a questionnaire, Hand-arm meter, and the Wilcoxon Signed-Ranks test statistic to compare experimental results. The results showed a significant decrease in overall vibration acceleration after attaching both types of handle covers and grinding a 1 mm. thick steel plate for 2 minutes. The statistical significance level was $P = 0.005$. Before the experiment, the acceleration value was 4.97 m/s^2 . After attaching material type 1, it decreased to 2.71 m/s^2 , a reduction of 45.5%. Material type 2 resulted in a vibration level of 3.34 m/s^2 , a reduction of 32.8%. Workers reported high satisfaction levels with material type 1, while material type 2 received a moderate rating. In the discussion, It was noted that although attaching the handle covers reduced vibration levels, they still exceed the standard threshold of 2.5 m/s^2 that necessitates action. It was suggested that different grip postures or handle thicknesses could potentially impact the level of hand-arm vibration exposure.

Keywords: Hand-arm vibration; Handle covers; Air-angle grinding.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยเป็นอันดับต้นๆของอาเซียน¹ ทำให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้ผลิตหลายราย ซึ่งชิ้นส่วนยานยนต์นั้นส่วนใหญ่ทำจากโลหะและมีกระบวนการผลิตที่หลากหลายขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ได้แก่ การตัด การปั๊ม การเชื่อม การขัด การเจียร เป็นต้น โดยกระบวนการผลิตดังกล่าวมีการใช้เครื่องมือ เครื่องจักร เช่น เครื่องตัด เครื่องปั๊ม รถโฟล์คลิฟท์ เครื่องเลื่อย เครื่องยิงตะปู เครื่องขัดและเครื่องเจียร เป็นต้น ซึ่งมีแรงสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านมายังมือและแขนในการทำงานกับเครื่องมือ เครื่องจักรดังกล่าว ดังนั้นจึงมีความเสี่ยงในการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคนิ้วมือซีดขาว (Vibration White Finger: VWF) หรือเรียกว่า กลุ่มอาการผิดปกติที่บริเวณมือและแขนจากการใช้งานเครื่องมือที่มีความสั่นสะเทือน (Hand Arm Vibration Syndrome : HAVs) โดยมีการศึกษาในคนงานเหล็ก ซึ่งต้องใช้เครื่องเจียร เครื่องตัดเหล็กจึงมีการรับสัมผัสแรงสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขน พบอาการนิ้วมือซีดขาวจากความสั่นสะเทือน ร้อยละ 38²

นอกจากนี้ความสั่นสะเทือนยังก่อให้เกิดอาการรุนแรงต่อการรับประสาทสัมผัสได้อย่างถาวร อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อระบบหลอดเลือด ระบบไหลเวียนโลหิตที่ผิดปกติ³ มีการศึกษา พบว่า พนักงานโรงงานเฟอร์นิเจอร์ที่มีการใช้เครื่องขัดไฟฟ้าขัดชิ้นงานให้เรียบ พนักงานมีอาการชาและเสียวที่นิ้วมืออย่างน้อย 20 นาที ร้อยละ 67.0 หลังรับสัมผัสความสั่นสะเทือน⁴ และพบอาการชา เสียวซ่า และแปลบ ๆ บริเวณนิ้วมือในกลุ่มผู้ขับขีรถจักรยานยนต์สาธารณะที่มีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือน⁵ และอายุการทำงานเป็นปัจจัยต่ออาการผิดปกติที่มีมือและแขน รวมถึงระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง ระบบหลอดเลือด และระบบประสาทมากขึ้น⁶ นอกจากนี้การศึกษาของ Ahmad Mazlan et al. พบว่า ระดับความสั่นสะเทือนของเครื่องมือไฟฟ้าที่เป็นลักษณะงานขัดมีค่าความเร่งความสั่นสะเทือนอยู่ในช่วง $3.9 - 7.3 \text{ m/s}^2$ ซึ่งเกินมาตรฐาน ISO 5349⁷

จากการตรวจวัดระดับความสั่นสะเทือนจากการขัดแผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ก่อนตัดวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่ด้ามจับ พบว่า ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนสูงสุดเท่ากับ 6.24 m/s^2 อยู่ในช่วงความถี่ 160-1250 Hz. โดยช่วงความถี่ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอยู่ในช่วง 6.3-1250 Hz.⁸ และเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน ISO 5349-1 พบว่า เกินค่ามาตรฐานการรับสัมผัสระดับความสั่นสะเทือนที่มีมือและแขน 8 ชั่วโมงการทำงาน ที่ระดับขีดจำกัดกำหนดไม่เกิน 5 m/s^2 (ISO 5349-2, 2001)⁹

การลดปัญหาสุขภาพจากการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านมายังอวัยวะที่รับสัมผัสนั้นได้มีการศึกษาการใช้ถุงมือเคลือบยาง, ถุงมือผ้าฝ้าย และถุงมือผ้าฝ้ายประกบด้วยถุงมือเคลือบยาง¹⁰ ซึ่งเป็นการควบคุมผลกระทบที่ทางผ่านแต่อย่างไรก็ตามพบว่า ถุงมือลดความสั่นสะเทือนมีราคาค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังมีการนำวัสดุลดความสั่นสะเทือนมาห่อหุ้มที่ด้ามจับเครื่องมือที่เป็นแหล่งกำเนิดแรงสั่นสะเทือนสามารถลดแรงสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านมายังอวัยวะรับสัมผัสได้ ดังมีการนำวัสดุที่ใช้ทำถุงมือลดความสั่นสะเทือนมาห่อหุ้มที่ด้ามจับเครื่องมือของคณงานเจียรหินพบว่า สามารถลดความสั่นสะเทือนได้ดีกว่าถุงมือที่ความถี่ 63, 125, 250 และ 500 Hz รวมถึงพนักงานมีความพึงพอใจในการใช้วัสดุห่อหุ้มด้ามจับมากกว่าการที่ต้องสวมใส่ถุงมือขณะปฏิบัติงาน¹¹

ดังนั้นในการลดปัญหาสุขภาพจากการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนในการวิจัยครั้งนี้จึงดำเนินการควบคุมความสั่นสะเทือนที่ทางผ่าน โดยพิจารณาเลือกใช้วัสดุลดความสั่นสะเทือนที่สามารถลดค่าความสั่นสะเทือนที่เหมาะสมกับช่วงความถี่ของเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม รวมถึงช่วงความถี่ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยการนำมาติดที่ด้ามจับของเครื่องขัด ซึ่งมีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพวัสดุลดความสั่นสะเทือนหลายชนิด เช่น การนำยางธรรมชาติ ยางซิลิโคน และโฟม EVA (Ethylene-vinyl acetate) มาห่อหุ้มที่ด้ามจับของเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายหลัง พบว่า โฟม EVA สามารถลดความสั่นสะเทือนได้ดีกว่ายางธรรมชาติและยางซิลิโคน¹² การศึกษาโฟมยาง NBR มาห่อหุ้มด้ามจับของรถแทรกเตอร์ พบว่า สามารถลดค่าความสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านมายังผู้รับสัมผัสได้ 33%¹³ และโฟมยาง NBR สามารถลดความสั่นสะเทือนได้ในช่วงความถี่ 3-40 Hz.¹⁴ อีกทั้งยังมีการทดลองนำวัสดุลดแรงสั่นสะเทือนติดที่ด้ามจับไม้เทนนิส พบว่า สามารถลดความสั่นสะเทือนได้เมื่อตีลูกเทนนิส¹⁵

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุเพื่อลดความสั่นสะเทือนที่มือและแขน ในพนักงานขัดแผ่นเหล็กด้วยเครื่องขัดชนิดใช้ลม ของโรงงานดังกล่าว โดยนำวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่เหมาะสมกับช่วงความถี่ของกระบวนการขัดแผ่นเหล็กมาติดที่ด้ามจับของเครื่องขัด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขนในพนักงานขัดแผ่นเหล็กด้วยเครื่องขัดชนิดใช้ลมของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรี
2. เพื่อออกแบบและติดวัสดุที่ด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลมของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรี
3. เพื่อเปรียบเทียบระดับความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขนในพนักงานขัดแผ่นเหล็ก ก่อนและหลังติดวัสดุที่ด้ามจับของเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของพนักงานขัดแผ่นเหล็กหลังจากติดวัสดุที่ด้ามจับของเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม

2. วิธีการศึกษา

2.1 รูปแบบการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental design) 1 กลุ่มทำการศึกษาผลของวัสดุห่อหุ้มด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม เพื่อลดความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขน โดยเก็บข้อมูลก่อนและ

หลังจากใช้วัสดุลดความสั่นสะเทือนมาห่อหุ้มที่ด้ามจับและสอบถามระดับความพึงพอใจ โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับโครงการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษากลุ่มคลินิก/วิทยาศาสตร์สุขภาพ/วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสโครงการวิจัย G-HS004/2566

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยต้องมีประสบการณ์ในการทำงานกับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลมเท่านั้น และต้องมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้ 1) มีความยินดีให้ข้อมูลโดยสมัครใจ 2) ไม่มีประวัติการรักษาเกี่ยวกับอาการผิดปกติที่มือและข้อมือ 3) ไม่เป็นผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงหรือโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับหลอดเลือดส่วนปลาย เช่น หลอดเลือดอุดตัน 4) กลุ่มตัวอย่างมีการใช้เครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม และมีเกณฑ์คัดออก ได้แก่ 1) เปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานหรือลาออกจากงาน 2) กลุ่มตัวอย่างปฏิเสธการอยู่ร่วมเป็นอาสาสมัครการวิจัยต่อไปจนแล้วเสร็จ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการทำงาน

การสำรวจลักษณะการทำงานการขัดแผ่นเหล็กในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง พบว่า มีกระบวนการขัด เจียรผิวแผ่นเหล็กให้เรียบด้วยการใช้เครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลมขัด ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่เป็นแหล่งกำเนิดความสั่นสะเทือน โดยลักษณะของด้ามจับเป็นเหล็กไม่มีวัสดุห่อหุ้มด้ามจับ จำนวน 11 เครื่อง เนื่องจากลักษณะการทำงานมีการใช้น้ำมันทำให้วัสดุที่ห่อหุ้มด้ามจับชำรุด อีกทั้งการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน, 6 วัน/สัปดาห์ ขัดชิ้นงาน 100-150 แผ่น/แพ็ค ใช้เวลาในการขัดแผ่นเหล็ก 1 นาที/ 2 แผ่น และขัดแผ่นเหล็กวันละประมาณ 200-300 แผ่น/วัน/คน พนักงานจึงมีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนตลอดระยะเวลาการทำงาน ซึ่งเป็นอวัยวะที่รับสัมผัสความสั่นสะเทือนมากที่สุด อีกทั้งยังพบว่า พนักงานไม่นิยมใช้ถุงมือลดความสั่นสะเทือนในระหว่างการทำงานเนื่องจากไม่คล่องตัวในระหว่างปฏิบัติงาน รวมถึงพบว่ามีประวัติการเบี่ยงกลุ่มบรรเทาอาการปวดหรือคลายกล้ามเนื้อในกลุ่มพนักงานขัดแผ่นเหล็กร้อยละ 34.4 ลักษณะอาการปวด พบว่า พนักงานมีความรู้สึกปวด ชา และเสียวแปลบ บริเวณมือและแขน (ข้อมูลสถิติการใช้ห้องพยาบาลเดือนมกราคม-กันยายน, โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี, 2565)

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือวัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือนที่มือและแขน ยี่ห้อ SVANTEK รุ่น SV 103 สอบเทียบเครื่องมือวันที่ 7 ธันวาคม 2022 ใช้ตรวจวัดค่าความสั่นสะเทือนก่อนและหลังทดลอง โดยวิธีการตรวจวัดอ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 5349-1 กำหนดให้ทำการตรวจวัดค่าความสั่นสะเทือนที่มือและแขนในช่วงความถี่ 6.3 – 1250 Hz. ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและทำการตรวจวัดในแนวแกน X, Y และ Z⁸ และเทียบกับค่ามาตรฐานการรับสัมผัสความสั่นสะเทือน 8 ชั่วโมง⁹ กำหนดค่ามาตรฐานการรับสัมผัส คือ ระดับที่ต้องดำเนินการที่ 2.5 m/s² และ

ระดับขีดจำกัดที่ 5.0 m/s^2 การวิจัยนี้กำหนดการบันทึกค่าความสั่นสะเทือนเป็นเวลายาวน้อย 2 นาที ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างกำลังปฏิบัติงานอยู่และค่าความเร่งความสั่นสะเทือนมีหน่วยเป็น m/s^2

การประเมินผลค่าความสั่นสะเทือนจากแต่ละแนวแกน X, Y และ Z คำนวณหาจากสมการที่ 1 การคำนวณรวมทั้งสามแนวแกนตามสมการที่ 2 และคำนวณค่าความสั่นสะเทือนที่รับสัมผัสใน 8 ชั่วโมง $A(8)$ ตามสมการที่ 3⁸

$a_{hw} = \sqrt{\sum_i (W_{hi} a_{hi})^2}$	สมการที่ 1 เมื่อ a_{hw} เป็นความเร่งของรากที่สองที่ปรับค่าความถี่(ถ่วงน้ำหนัก) มีหน่วยเป็น m/s^2
	W_{hi} ค่าแฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนักของความถี่ในช่วงนั้นๆ
	a_{hi} เป็นความเร่งของรากที่สองของค่าเฉลี่ยยกกำลังสองของความถี่ช่วงนั้น ๆ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$	สมการที่ 2 เมื่อ a_{hv} เป็นค่าความสั่นสะเทือนรวม (ความเร่ง) $a_{hwx}^2, a_{hwy}^2, a_{hwz}^2$ เป็นค่าความสั่นสะเทือนตามแนวแกน x, y และ z
$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$	สมการที่ 3 เมื่อ $A(8)$ เป็นค่าความสั่นสะเทือนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับในหนึ่งวัน (8 ชั่วโมง) T เป็นระยะเวลาที่ได้รับความสั่นสะเทือนขณะทำงาน T_0 เป็นเวลาทำงานอ้างอิง ที่ 8 ชั่วโมง

2. แบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง อายุการทำงาน ชั่วโมงการทำงานและระยะเวลาพัก ส่วนที่ 2 สอบถามความพึงพอใจต่อการนำวัสดุมาห่อหุ้มด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม โดยประยุกต์ข้อคำถามจากการศึกษาของประภัสสร¹⁶ มีทั้งหมด 9 ข้อ โดยค่าระดับคะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ 1 คะแนน หมายถึง รู้สึกพึงพอใจน้อยที่สุด, 2 คะแนน หมายถึง รู้สึกพึงพอใจน้อย, 3 คะแนน หมายถึง รู้สึกพึงพอใจปานกลาง, 4 คะแนน หมายถึง รู้สึกพึงพอใจมาก, 5 คะแนน หมายถึง รู้สึกพึงพอใจมากที่สุด และนำมาหาค่าคะแนนเฉลี่ย โดยเกณฑ์การแปลผลคะแนนเฉลี่ยแบ่งเป็น 3 ระดับ ซึ่งใช้เกณฑ์ในการแบ่งระดับของเบสท์¹⁷ ได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 3.67–5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก, ค่าเฉลี่ย 2.34–3.66 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง, ค่าเฉลี่ย 1.00–2.33 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย และส่วนที่ 3 แบบบันทึกข้อมูลค่าความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขน ในแนวแกน X,Y และ Z โดยแบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้และความชำนาญในด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ คือ มีค่าเท่ากับ 1 ทุกข้อคำถาม

3. การเลือกวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่นำมาออกแบบ โดยพิจารณาเลือกวัสดุที่มีประสิทธิภาพลดระดับความสั่นสะเทือนอ้างอิงผลการตรวจวัดระดับความสั่นสะเทือนเบื้องต้น พบว่า ความถี่สูงจากการขัดแผ่นเหล็กอยู่ในช่วง 160-1250 Hz. อีกทั้งการศึกษาของ Koradecka¹⁸ ยังพบว่า ช่วงความถี่ 20–200 Hz. เป็นช่วงความถี่ที่ส่งผลกระทบต่อ

ต่อร่างกายในกลุ่มพนักงานทำงานกับเหล็กมากที่สุด ดังนั้นจึงได้เลือกวัสดุที่จะนำมาออกแบบ 2 ชนิด คือ ยางกันสะเทือนและยางบิวไทล์ ดังแสดงรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งคุณสมบัติของวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถลดความสั่นสะเทือนได้ในช่วงความถี่ 160-1250 Hz. โดยยางกันสะเทือนสามารถลดความสั่นสะเทือนในช่วงความถี่สูง 10 Hz. ขึ้นไป และยางบิวไทล์สามารถลดความสั่นสะเทือนในความถี่ 25-250 Hz¹⁹



รูปที่ 1 ยางกันสะเทือนสั่นสะเทือน



รูปที่ 2 ยางบิวไทล์ (IIR)

4. การออกแบบวัสดุติดที่ด้ามจับ โดยการสำรวจข้อมูลขนาดด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม พบว่า ด้ามจับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 มม. เส้นรอบวง 84 มม. และความยาวด้ามจับ 152 มม. ซึ่งแนวคิดในการออกแบบและขนาดในการกำมือที่เหมาะสม ผู้ศึกษาวิจัยได้ประยุกต์มาจากการวัดขนาดสัดส่วนของพนักงานควบคุมเครื่องตบดินแบบกระโดดในการศึกษาของประภัสสร¹⁶ ซึ่งได้ประยุกต์จากคำแนะนำของสถาบันแห่งชาติเพื่อความปลอดภัยและอาชีวอนามัยสหรัฐอเมริกา (National Institute for Occupational Safety and Health, 2004) ได้รูปแบบในการออกแบบและขนาดวัสดุที่ติดด้ามจับทั้ง 2 แบบ เพื่อกำหนดขนาดด้ามจับที่เหมาะสม โดยพิจารณาความกว้างสูงสุดของการกำที่ค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 50 เพื่อพิจารณาความหนาของวัสดุให้สอดคล้องกับขนาดมือของเพศชายตามการศึกษาของ Susmita Nath²⁰ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าทั้งหมดเป็นเพศชาย ซึ่งมีขนาดความกว้างของฝ่ามือขนาดใหญ่ ปรากฏตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบวัสดุติดที่ด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม

ชนิดวัสดุ	ขนาดวัสดุที่ติดที่ด้ามจับ (มิลลิเมตร)				ภาพประกอบ
	หนา	กว้าง	ยาว	เส้นผ่านศูนย์กลาง	
แบบที่ 1	5	113	116	36	
ใช้ยางกันสะเทือน					
แบบที่ 2					
ใช้ยางบิวไทล์					

ที่มา : อรุณศิริ วงศ์สวัสดิ์ (22 มกราคม 2567)

2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาวิจัยให้กับกลุ่มตัวอย่างรับทราบและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ก่อนและหลังติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่ด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม โดยการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นลักษณะงานและเครื่องขัด รวมถึงข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคล
2. ก่อนทดลองทำการติดหัววัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือนที่มือของกลุ่มตัวอย่าง ขณะทำการขัดแผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องมือวัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือน รุ่น SV 103 โดยวัดซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที จนครบทั้ง 10 คน
3. นำวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่ออกแบบไว้ทั้ง 2 แบบ มาติดที่ด้ามจับเครื่องขัดที่ละแบบและทำการติดหัววัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือนที่มือของกลุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน ISO 5349 และทำการวัดเช่นเดียวกันกับก่อนทดลองโดยเว้นระยะพัก 20 นาที เมื่อเปลี่ยนวัสดุที่นำมาติดที่ด้ามจับ และทำการตรวจวัดจนครบทั้ง 10 คน ดังรูปที่ 3 และ 4 ตามลำดับ
4. นำค่าที่ได้มาปรับถ่วงน้ำหนักตามความถี่และคำนวณหาค่าความเร่งความสั่นสะเทือนแต่ละแนวแกน X, Y และ Z เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผล
5. สอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังนำวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้ง 2 รูปแบบ มาห่อหุ้มด้ามจับของเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจพร้อมทั้งบันทึกผล



รูปที่ 3 การติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่ด้ามจับ



รูปที่ 4 การติดหัววัดและวัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือน

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 2 แบบดังนี้

1. ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ การหาค่าจำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการอธิบายข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลด้านการทำงาน ระดับความพึงพอใจและค่าความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขน จากการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนของเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม

2. ใช้สถิติเชิงวิเคราะห์ (Analysis statistics) โดยการใช้ Wilcoxon signed-rank test สำหรับอธิบายการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าความสั่นสะเทือนก่อนและหลังการนำวัสดุลดความสั่นสะเทือนมาใช้ห่อหุ้มที่ด้ามจับของเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม

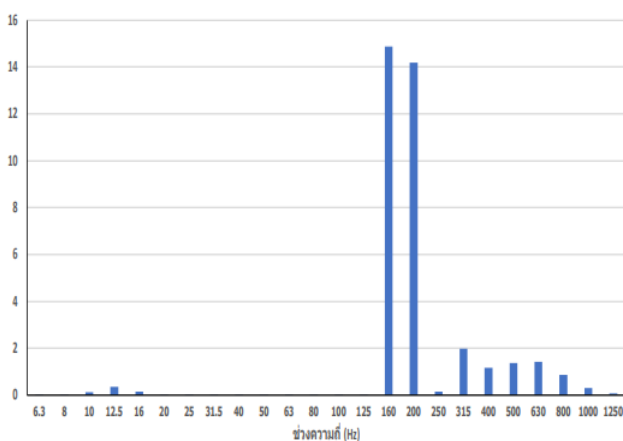
3. ผลการศึกษา

3.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

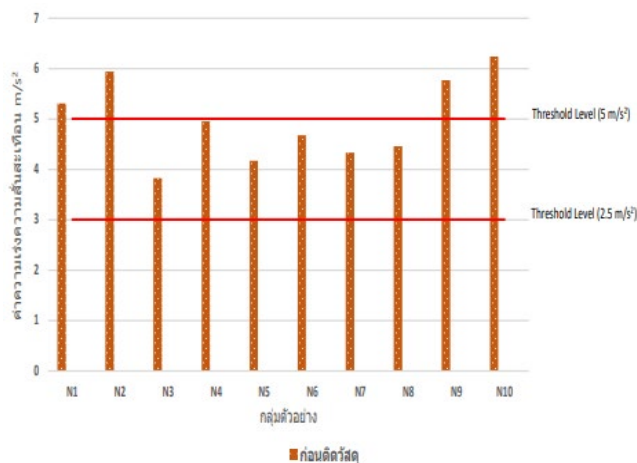
คุณลักษณะทางด้านข้อมูลส่วนบุคคล พบว่า เป็นเพศชายทั้งหมด ร้อยละ 100 มีจำนวนมากที่สุดช่วงอายุระหว่าง 40-49 ปี ร้อยละ 50 โดยมีน้ำหนักตัวตั้งแต่ 60 กิโลกรัมขึ้นไป มากที่สุด ร้อยละ 60 ส่วนใหญ่สูงระหว่าง 170-179 เซนติเมตร ร้อยละ 40 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำงานกับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลมตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป ร้อยละ 90 และมีระยะเวลาที่มีการสัมผัสความสั่นสะเทือนจากเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม มากที่สุดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ร้อยละ 80 ซึ่งระยะเวลาขัดแผ่นเหล็ก 1 นาทีต่อ 2 แผ่น โดยในการปฏิบัติงานมีระยะเวลาหยุดพัก 1 ชั่วโมงขึ้นไป ร้อยละ 100

3.2 การตรวจวัดระดับความสั่นสะเทือนที่มือและแขน

ผลการตรวจวัดระดับความสั่นสะเทือนที่มือและแขนในพนักงานขัดแผ่นเหล็ก ขณะทำการขัดแผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร เป็นเวลา 2 นาที ในช่วงความถี่ 6.3 – 1250 Hz ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ พบว่าการขัดแผ่นเหล็กมีระดับความสั่นสะเทือนสูงสุดอยู่ในช่วงความถี่ 160 – 1250 Hz. โดยมีค่าความเร่งความสั่นสะเทือนอยู่ในช่วง 3.83 – 6.24 m/s^2 ซึ่งเกินระดับมาตรฐาน ISO 5349 ดังรูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ



รูปที่ 5 ค่าความสั่นสะเทือนแต่ละความถี่

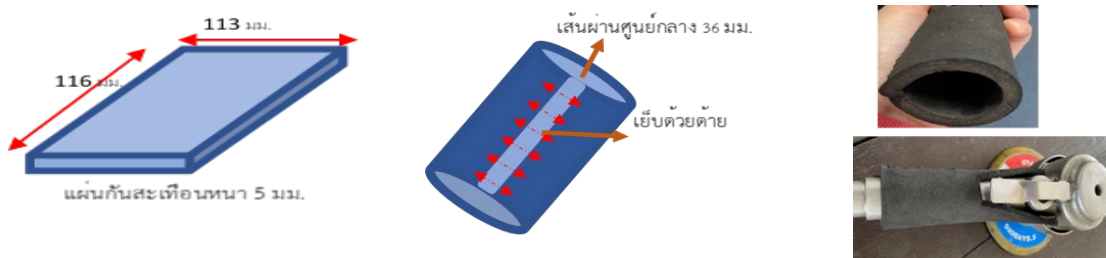


รูปที่ 6 ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเทียบกับ
ค่ามาตรฐาน ISO 5349

3.3 การออกแบบด้ามจับและติดตั้งวัสดุที่ด้ามจับ

ผลการตรวจวัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือนก่อนทดลองพบว่ามีความถี่สูงสุดอยู่ในช่วงความถี่ 160-1250 Hz ได้วัสดุลดความสั่นสะเทือนที่เหมาะสมกับช่วงความถี่จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ แผ่นกันสะเทือนและยางบิวไทล์ นำมาออกแบบเป็นด้ามจับสำหรับท่อหุ้มด้ามจับของเครื่องขัดแผ่นเหล็ก ผลการออกแบบวัสดุท่อหุ้มด้ามจับทั้งหมด 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ทำจากแผ่นกันสะเทือน แบบที่ 2 ทำจากยางบิวไทล์ โดยกำหนดความหนา 5 มม. ความกว้าง 113 มม. ความยาว 116 มม. นำม้วนเป็นวงกลมและเย็บเข้าด้วยกันเป็นด้ามจับโดยใช้ด้าย ได้ด้ามจับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มม. ดังรูปที่ 7 และ 8 ตามลำดับ



รูปที่ 7 ขั้นตอนการประกอบด้ามจับแบบที่ 1



รูปที่ 8 ขั้นตอนการประกอบด้ามจับแบบที่ 2

3.4 การเปรียบเทียบค่าความเร่งความสั่นสะเทือนก่อนและหลังติดตั้งวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความเร่งความสั่นสะเทือนที่พนักงานได้รับสัมผัสที่มีมือและแขนก่อนและหลังติดตั้งวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบ ที่ด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลมขณะขัดแผ่นเหล็กหนา 1 มิลลิเมตร พบว่า ก่อนทดลองค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.83 m/s^2 ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.24 m/s^2 และค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.97 m/s^2 ($SD \pm 0.82$) มีค่าเฉลี่ยแกน Y มากกว่าแกน Z และแกน X ตามลำดับ หลังติดตั้งแบบที่ 1 พบว่า ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.49 m/s^2 ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.48 m/s^2 และค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 2.71 m/s^2 ($SD \pm 0.58$) มีค่าเฉลี่ยแกน Y มากกว่าแกน Z และแกน X ตามลำดับ หลังติดตั้งแบบที่ 2 พบว่า ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.39 m/s^2 ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.77 m/s^2 ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.34 m/s^2 ($SD \pm 1.04$) มีค่าเฉลี่ยแกน Y มากกว่าแกน Z และแกน X ตามลำดับ ปรากฏตามตารางที่ 2

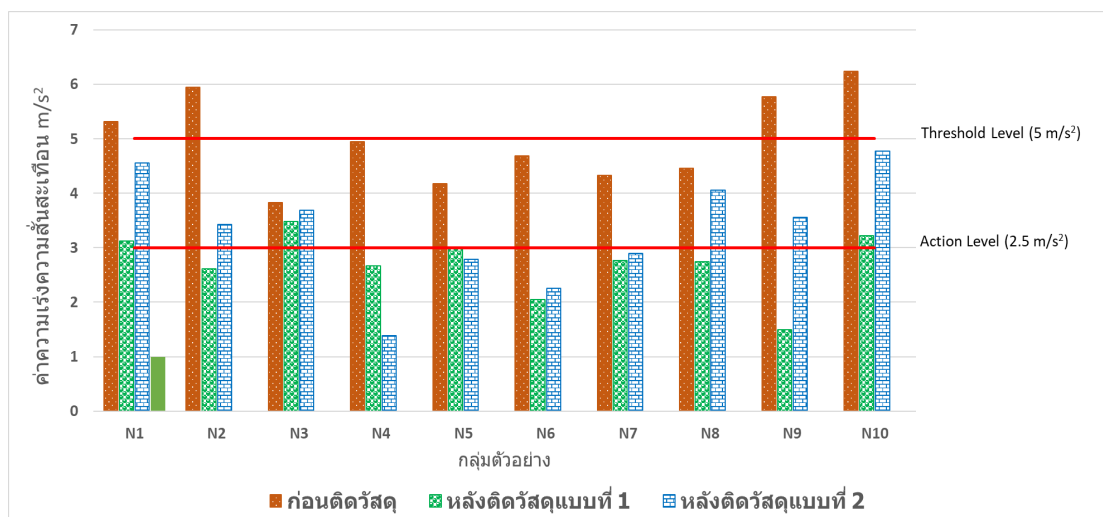
ตารางที่ 2 ค่าความเร่งความสั่นสะเทือน ก่อน-หลัง ติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบ

	ตัวอย่างที่										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ก่อนทดลอง (m/s ²)											
แกน X	2.19	2.28	0.88	2.37	1.25	1.52	1.16	1.00	3.42	2.72	1.88
แกน Y	4.77	5.19	3.66	3.77	3.50	4.03	4.46	4.98	5.89	5.78	4.60
แกน Z	3.16	3.86	2.32	3.58	3.07	3.28	1.94	3.74	4.51	3.33	3.28
A(8)	5.31	5.94	3.83	4.95	4.17	4.68	4.33	4.46	5.77	6.24	4.97
ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยโดยรวมก่อนทดลองเท่ากับ 4.97 m/s ² (SD = ± 0.82)											
หลังติดวัสดุแบบที่ 1 ทำจากยางกันสะเทือน (m/s ²)											
แกน X	0.96	0.61	0.45	0.65	0.69	0.82	0.97	0.86	0.64	1.00	0.77
แกน Y	2.24	2.20	2.92	1.85	2.42	1.81	2.61	2.71	1.67	2.39	2.28
แกน Z	2.64	1.97	2.72	2.38	2.35	1.29	1.57	2.62	1.12	2.67	2.13
A(8)	3.12	2.61	3.48	2.67	2.98	2.05	2.76	2.74	1.49	3.22	2.71
ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยโดยรวมหลังติดวัสดุแบบที่ 1 เท่ากับ 2.71 m/s ² (SD =± 0.58)											
หลังติดวัสดุแบบที่ 2 ทำจากยางบิวไทล์ (m/s ²)											
แกน X	0.71	1.16	0.99	0.65	0.53	1.19	0.98	0.60	0.47	1.58	0.89
แกน Y	4.66	2.21	3.51	1.22	2.67	1.60	2.79	4.54	4.37	3.65	3.12
แกน Z	2.35	3.08	2.19	0.82	1.69	1.67	1.56	3.45	2.47	3.82	2.31
A(8)	4.56	3.43	3.69	1.39	2.79	2.25	2.90	4.06	3.56	4.77	3.34
ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยโดยรวมหลังติดวัสดุแบบที่ 2 เท่ากับ 3.34 m/s ² (SD =± 1.04)											

เมื่อเปรียบเทียบผลการรับสัมผัสความสั่นสะเทือน 8 ชั่วโมง พบว่า ก่อนติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนมีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40 เกินค่ามาตรฐานที่ระดับขีดจำกัด (5.0 m/s^2) หลังติดวัสดุแบบที่ 1 และแบบที่ 2 มีค่าลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในระดับที่ต้องดำเนินการ (2.5 m/s^2) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในระดับขีดจำกัด (5.0 m/s^2) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 เท่ากัน ปรากฏตามตารางที่ 3 และรูปที่ 9

ตารางที่ 3 ค่าความสั่นสะเทือนก่อนและหลังติดวัสดุห่อหุ้มด้ามจับทั้งสองแบบเทียบกับค่ามาตรฐาน ($n=10$)

เทียบกับมาตรฐาน ISO 5349-1	ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยโดยรวม					
	ก่อนติดวัสดุ		หลังติดวัสดุแบบที่ 1		หลังติดวัสดุแบบที่ 2	
	n	ร้อยละ	n	ร้อยละ	n	ร้อยละ
$\leq 2.5 \text{ m/s}^2$	-	-	2	20	2	20
$2.51 - 5 \text{ m/s}^2$	6	60	8	80	8	80
มากกว่า 5 m/s^2	4	40	-	-	-	-



รูปที่ 9 ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนก่อน-หลัง ดิตัวสดุลความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนโดยรวม ก่อนและหลังดิตัวสดุลทั้ง 2 แบบที่ด้ามจับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนโดยรวม ก่อนและหลังดิตัวสดุลความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบ โดยใช้สถิติ Wilcoxon Signed-ranks Test ปรากฏตามตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนโดยรวม หลังดิตัวสดุลความสั่นสะเทือนทั้งสองแบบมีค่าลดลง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าความเร่งความสั่นสะเทือนโดยรวม ก่อน-หลัง ดิตัวสดุลทั้งสองแบบ

ค่าความเร่งความสั่นสะเทือนโดยรวม	n	$\bar{X}$	SD	z	P-value
ก่อนดิตัวสดุลที่ด้ามจับ	10	4.97	0.82		
หลังดิตัวสดุลแบบที่ 1	10	2.71	0.58	-2.803	0.005*
หลังดิตัวสดุลแบบที่ 2	10	3.34	1.04	-2.803	0.005*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนตามความถี่ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงความถี่ 6.3 – 1250 Hz พบว่า มีค่าความเร่งความสั่นสะเทือนสูงสุดที่ความถี่ 160 – 1250 Hz และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนที่มีมือและแขนแต่ละความถี่ พบว่า ก่อนและหลังทดลองดิตัวสดุลความสั่นสะเทือนทั้งสองแบบที่ด้ามจับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบว่า ค่าความสั่นสะเทือนหลังดิตัวสดุลแบบที่ 1 ลดลงมากที่สุดที่แกน Y ที่ความถี่ 1250 Hz ลดลง 96%และลดได้ดีทั้ง 3 แกนที่ความถี่ 160 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz และ 1250 Hz. หลังดิตัวสดุลแบบที่ 2 ลดลงมากที่สุดที่แกน X ที่ความถี่ 1250 Hz ลดลง 100% และลดได้ดีทั้ง 3 แกนที่ความถี่ 160Hz, 315Hz, 500Hz, 630Hz, 800Hz, 1000Hz และ 1250Hz ปรากฏตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าความเร่งความสั่นสะเทือนเฉลี่ยแต่ละความถี่ ก่อนและหลังติดตั้งวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบ

ความถี่ (Hz)	แกน X			แกน Y			แกน Z		
	$\bar{X}$ (SD)	P-value	% ลดลง	$\bar{X}$ (SD)	P-value	% ลดลง	$\bar{X}$ (SD)	P-value	% ลดลง
160									
ก่อน	1.433(1.505)			9.361(6.285)			4.086(3.134)		
แบบที่ 1	0.147(0.187)	0.009*	89.7	1.815(2.219)	0.013*	80.6	1.583(2.130)	0.093	61.3
แบบที่ 2	0.150(0.297)	0.005*	89.5	0.652(1.251)	0.005*	93.0	0.374(0.513)	0.005*	90.8
200									
ก่อน	1.232(1.414)			8.767(7.126)			4.200(4.058)		
แบบที่ 1	0.091(0.128)	0.028*	92.6	2.197(2.628)	0.037*	74.9	2.167(2.698)	0.169	48.4
แบบที่ 2	0.508(0.645)	0.139	58.8	9.159(7.545)	0.959	-4.5	5.225(4.865)	0.169	-24.4
250									
ก่อน	0.018(0.011)			0.081(0.041)			0.043(0.022)		
แบบที่ 1	0.013(0.026)	0.285	27.8	0.119(0.271)	0.169	-46.9	0.046(0.049)	0.721	-7.0
แบบที่ 2	0.004(0.004)	0.005*	77.8	0.079(0.113)	0.386	2.5	0.042(0.033)	0.799	2.3
315									
ก่อน	0.235(0.387)			0.987(1.227)			0.767(1.221)		
แบบที่ 1	0.060(0.089)	0.093	74.5	0.165(0.209)	0.017*	83.3	0.200(0.301)	0.114	73.9
แบบที่ 2	0.013(0.033)	0.007*	94.5	0.053(0.023)	0.005*	94.6	0.046(0.088)	0.005*	94.0
400									
ก่อน	0.158(0.204)			0.581(0.405)			0.433(0.597)		
แบบที่ 1	0.020(0.010)	0.017*	87.3	0.133(0.145)	0.013*	77.1	0.070(0.055)	0.028*	83.8
แบบที่ 2	0.021(0.022)	0.022*	86.7	0.560(0.604)	0.646	3.6	0.070(0.047)	0.028*	83.8
500									
ก่อน	0.168(0.212)			0.402(0.361)			0.794(1.453)		
แบบที่ 1	0.015(0.014)	0.005*	91.1	0.080(0.092)	0.013*	80.1	0.041(0.044)	0.005*	94.8
แบบที่ 2	0.008(0.013)	0.005*	95.2	0.061(0.077)	0.007*	84.8	0.045(0.077)	0.013*	94.3
630									
ก่อน	0.267(0.500)			0.821(0.732)			0.326(0.342)		
แบบที่ 1	0.029(0.037)	0.017*	89.1	0.215(0.250)	0.037*	73.8	0.028(0.021)	0.005*	91.4
แบบที่ 2	0.007(0.009)	0.005*	97.4	0.129(0.231)	0.005*	84.3	0.019(0.020)	0.005*	94.2
800									
ก่อน	0.158(0.172)			0.557(0.375)			0.157(0.110)		
แบบที่ 1	0.017(0.011)	0.005*	89.2	0.160(0.205)	0.028*	71.3	0.017(0.012)	0.005*	89.2
แบบที่ 2	0.011(0.012)	0.005*	93.0	0.120(0.101)	0.022*	78.5	0.017(0.024)	0.005*	89.2

ความถี่ (Hz)	แกน X			แกน Y			แกน Z		
	$\bar{X}$ (SD)	P-value	% ลดลง	$\bar{X}$ (SD)	P-value	% ลดลง	$\bar{X}$ (SD)	P-value	% ลดลง
1000									
ก่อน	0.095(0.116)			0.141(0.113)			0.080(0.074)		
แบบที่ 1	0.005(0.004)	0.005*	94.7	0.007(0.005)	0.005*	95.0	0.010(0.007)	0.005*	87.5
แบบที่ 2	0.002(0.002)	0.005*	97.9	0.006(0.008)	0.005*	95.7	0.007(0.009)	0.007*	91.3
1250									
ก่อน	0.021(0.032)			0.025(0.018)			0.017(0.014)		
แบบที่ 1	0.001(0.001)	0.005*	95.2	0.001(0.001)	0.005*	96.0	0.001(0.001)	0.005*	94.1
แบบที่ 2	0.000(0.000)	0.005*	100	0.001(0.001)	0.005*	96.0	0.001(0.001)	0.005*	94.1

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.6 ความพึงพอใจ

คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจหลังติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้งสองแบบเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพอใจมาก หลังติดวัสดุแบบที่ 1 เท่ากับ 4.03 (± 0.63) โดยมีความพึงพอใจสูงสุดในด้านการนำวัสดุลดความสั่นสะเทือนมาติดที่ด้ามจับเท่ากับ 4.60 (± 0.52) และตำแหน่งที่ติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนมีความเหมาะสมเท่ากับ 4.60 (± 0.52) ปรากฏตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจแบบรายข้อหลังจากติดวัสดุห่อหุ้มด้ามจับทั้ง 2 แบบ

ความพึงพอใจ (n=10)	วัสดุแบบที่ 1		วัสดุแบบที่ 2	
	X (SD)	แปลความหมาย	X (SD)	แปลความหมาย
1. ในระหว่างปฏิบัติงานไม่รู้สึกรำคาญหรือไม่คล่องตัวต่อการใช้วัสดุห่อหุ้มด้ามจับ	4.40(0.52)	พอใจมาก	3.40(0.52)	ปานกลาง
2. วัสดุที่นำมาห่อหุ้มด้ามจับมีความเหมาะสม	3.90(0.32)	พอใจมาก	3.20(0.42)	ปานกลาง
3. ขนาดของวัสดุห่อหุ้มด้ามจับมีความเหมาะสม	3.80(0.42)	พอใจมาก	3.80(0.42)	พอใจมาก
4. วัสดุห่อหุ้มด้ามจับแข็งแรงและทนทานเหมาะสมกับการใช้งาน	3.70(0.48)	พอใจมาก	3.40(0.52)	ปานกลาง
5. วัสดุห่อหุ้มด้ามจับทำให้รู้สึกสบายบริเวณมือมากขึ้น	4.40(0.52)	พอใจมาก	2.70(0.48)	ปานกลาง
6. วัสดุห่อหุ้มด้ามจับช่วยให้การทำงานคล่องตัวและเร็วขึ้น	2.60(0.52)	ปานกลาง	2.60(0.52)	ปานกลาง
7. วัสดุห่อหุ้มด้ามจับไม่เป็นอุปสรรคขัดขวางการทำงาน	4.30(0.48)	พอใจมาก	3.50(0.53)	ปานกลาง
8. มีความพึงพอใจที่นำวัสดุลดความสั่นสะเทือนมาห่อหุ้มด้ามจับ	4.60(0.52)	พอใจมาก	3.40(0.52)	ปานกลาง
9. ตำแหน่งที่ห่อหุ้มด้ามจับมีความเหมาะสม	4.60(0.52)	พอใจมาก	4.30(0.52)	พอใจมาก
ความพึงพอใจโดยรวม	4.03(0.63)	พอใจมาก	3.36(0.52)	ปานกลาง

4. อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาประสิทธิผลของวัสดุห่อหุ้มด้ามจับ เพื่อลดความสั่นสะเทือนที่มือและแขนในพนักงานขัดแผ่นเหล็กด้วยเครื่องขัดชนิดใช้ลม กรณีศึกษาในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี อภิปรายผลการวิจัยดังนี้

การประเมินการรับสัมผัสระดับความสั่นสะเทือนที่มือและแขน ก่อนและหลังติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบ ที่ด้ามจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม โดยการวัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือนด้วยเครื่องมือวัดค่าความสั่นสะเทือนที่มือและแขน รุ่น SV 103 ยี่ห้อ SAVANTEK สอบเทียบเครื่องมือวันที่ 7 ธันวาคม 2022 และควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อค่าความสั่นสะเทือนที่มือและแขน ด้วยการกำหนดความหนาของเหล็ก และระยะเวลาการวัดค่าความเร่งความสั่นสะเทือนขณะขัดแผ่นเหล็ก แต่กลุ่มตัวอย่างมีท่าทางการจับเครื่องขัดแผ่นเหล็กที่แน่นหรือหลวมแตกต่างกัน อาจส่งผลให้การรับสัมผัสค่าความเร่งความสั่นสะเทือนที่มือและแขนเกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า การจับเครื่องมือสั่นสะเทือนแน่นทำให้เกิดอาการผิดปกติที่มือและแขนร้อยละ 42²

ผลการประเมินการรับสัมผัสระดับความสั่นสะเทือนที่มีจากการขัดแผ่นเหล็กหนา 1 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องขัดแผ่นเหล็กชนิดใช้ลม ก่อนและหลังติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้งสองแบบที่ด้ามจับ พบว่า ค่าความสั่นสะเทือนเปรียบเทียบกับเวลา 8 ชั่วโมง ก่อนติดวัสดุมีค่าเฉลี่ย 4.97 m/s^2 หลังติดวัสดุแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.71 m/s^2 ลดลง 45.47 % และหลังติดวัสดุแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 3.34 m/s^2 ลดลง 32.80 % ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับขีดจำกัดสูงสุด 5 m/s^2 ตามมาตรฐาน ISO 5349-1 สอดคล้องกับการศึกษาของ Singh and Khan²¹ ที่ได้นำยางกันสะเทือนมาห่อหุ้มที่ด้ามจับของสว่านมือสามารถลดระดับความสั่นสะเทือนได้ 59 %

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนแต่ละความถี่ในช่วงความถี่ 160 – 1250 Hz ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพตามมาตรฐาน ISO 5349-1 พบว่า หลังติดวัสดุแบบที่ 1 ลดลงได้ดีที่ความถี่ 160 Hz, 200 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz และ 1250 Hz. และลดลงได้ดีทั้ง 3 แขน ที่ความถี่ 160 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz และ 1250 Hz. สอดคล้องกับการศึกษาของอุมารินทร์ อ้างถึงในการศึกษาของศิริประภา¹⁹ พบว่า ยางกันสะเทือนเหมาะสมกับการสั่นสะเทือนที่ความถี่ 10 Hz ขึ้นไป และหลังติดวัสดุแบบที่ 2 ลดลงได้ดีที่ความถี่ 160 Hz, 250 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz และ 1250 Hz. และลดลงได้ดีทั้ง 3 แขน ที่ความถี่ 160 Hz, 315 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz และ 1250 Hz. ซึ่งสอดคล้องกับ Farrat ที่กล่าวว่า ยางบิวไทล์สามารถลดระดับความสั่นสะเทือนได้ในช่วงความถี่ 25-250 Hz. อ้างถึงในการศึกษาของประภัสสร¹⁶ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่เลือกมาออกแบบมีคุณสมบัติเหมาะสมในการลดความสั่นสะเทือนครอบคลุมช่วงความถี่ที่รับสัมผัสจากการขัดแผ่นเหล็กที่ทำการศึกษา จึงทำให้หลังติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้ง 2 แบบ มีค่าความสั่นสะเทือนลดลง

และหากพิจารณาค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนที่ลดลงได้ดีทั้ง 3 แขน พบว่า วัสดุแบบที่ 1 ทำจากยางกันสะเทือนสามารถลดค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนได้ดีในแกน Y ลดลงได้สูงสุด 96.0 % ที่ความถี่ 1250 Hz. สอดคล้องการศึกษาของ Farhad ที่ได้ศึกษาค่าความสั่นสะเทือนที่มือและแขนที่ลดลงกับการใช้เลื่อยวงเดือนหลังทดลองนำวัสดุลดความสั่นสะเทือนมาทำเป็นถุงมือพบว่า มีค่าลดลงมากที่สุด ในแกน Y ²² และพบว่า วัสดุแบบที่ 2 ทำ

จากยางบิวไทล์สามารถลดค่าเฉลี่ยความเร่งความสั่นสะเทือนได้ดีในแนวแกน X ลดลงได้สูงสุด 100.0 % ที่ความถี่ 1250 Hz. สอดคล้องการศึกษาของประภัสสร ที่ได้ตรวจวัดค่าการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนหลังติดวัสดุลดความสั่นสะเทือนที่ด้ามจับเครื่องตบดินแบบกระโดดแล้วพบว่ามียาลดลงมากที่สุดในแกน X¹⁶ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะแผ่นกันสะเทือน สามารถลดความสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ตั้งแต่ 10 Hz ขึ้นไป และยางบิวไทล์ สามารถลดความสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ 25-250 Hz จึงทำให้ช่วงความถี่ตั้งแต่ 160 – 1250Hz มีค่าความสั่นสะเทือนลดลงในทั้ง 3 แนวแกน (X,Y,Z)

การวัดความพึงพอใจโดยรวมหลังติดวัสดุทั้งสองแบบ พบว่า หลังติดวัสดุแบบที่ 1 อยู่ในระดับพอใจมาก ส่วนวัสดุแบบที่ 2 อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุแบบที่ 2 มีค่าความกระด้างกระดอนและค่อนข้างแข็ง²³ จึงทำให้พนักงานรู้สึกสบายมือน้อยกว่าวัสดุแบบที่ 1 เมื่อต้องใช้แรงกดที่ด้ามจับขณะขัดชิ้นงาน

ข้อเสนอแนะ:

1. วัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้งสองรูปแบบมีความเหมาะสม สามารถลดระดับความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขนตามมาตรฐาน ISO 5349-1 ที่ระดับขีดจำกัด (5 m/s^2) และระดับต้องดำเนินการ (2.5 m/s^2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. วัสดุลดความสั่นสะเทือนทั้งสองแบบสามารถลดความสั่นสะเทือนที่บริเวณมือและแขนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นเครื่องมือหรือเครื่องจักรที่มีความถี่สูงสุดในช่วงความถี่ 160 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz และ 1250 Hz. จึงควรเลือกใช้วัสดุแบบที่ 1 ส่วน เครื่องมือหรือเครื่องจักรหรือเครื่องจักรที่มีความถี่สูงสุดในช่วงความถี่ 160 Hz, 315 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz และ 1250 Hz. จึงควรเลือกใช้วัสดุแบบที่ 2
3. ควรศึกษาถึงตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อระดับแรงสั่นสะเทือน เช่น อายุของเครื่องมือ ท่าทางการจับ แรงดันลมที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องมือ เป็นต้น
4. ควรศึกษาการออกแบบวัสดุลดความสั่นสะเทือนให้ครอบคลุมเครื่องจักรและควรศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุลดความสั่นสะเทือนกับเครื่องมือชนิดอื่นๆ ที่มีระดับความเร็วรอบที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันยานยนต์. รายงานสภาวะอุตสาหกรรมยานยนต์อาเซียนและไทย [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 12 ธันวาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก:
https://data.thaiauto.or.th/images/PDF/AutoStatus/status_trimonth1904.pdf
2. มารุต คำหนักโพธิ์, สรinya เสงพระพรหม. กลุ่มอาการผิดปกติจากความสั่นสะเทือนเฉพาะมือและแขนในกลุ่มอาชีพต่างๆ: บทความฟื้นฟูวิชาการ. วารสารสมาคมเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศไทย 2560;7(3):292-301.
3. Health and Safety Executive. Hand-arm Vibration, Topic A guide for employees [Internet]. 2014 [cited 2024 Jul 8]. Available from: <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg296.htm>

4. รัชดาภรณ์ เพ็ชรงาม. ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับกลุ่มอาการผิดปกติที่มือและแขนจากการสั่นสะเทือน
กรณีศึกษา: โรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์แห่งหนึ่ง [วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ:
สาขาการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย,มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2558.
5. มารุต ดำหนักโพธิ์, สรinya เสงพะพรหม. กลุ่มอาการผิดปกติที่มือและแขนจากแรงสั่นสะเทือนของผู้ขับขี่
จักรยายนต์สาธารณะในกรุงเทพมหานคร. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 2561;62(6):1001-12.
6. อำนวยพร ใจดี, สุนทร ศุภพงษ์. ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับอาการผิดปกติที่มือและแขนจาก
แรงสั่นสะเทือนในผู้ประกอบการอาชีพแปรรูปไม้ในจังหวัดแพร่. วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิก
โรงพยาบาลพระปกเกล้า 2565;39(2):143-50.
7. Ahmad Mazlan AZ, Ripin ZM. Active vibration control to attenuate hand-arm vibration for
orbital sander: A mathematical model approach. Indian J Sci Technol 2015;8:1-8.
8. International Standard Organization (ISO) 5 3 4 9 . Machanical vibration – Measurement and
evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration. Part 1: General requirements.
2001.
9. International Standard Organization (ISO) 5 3 4 9 . Machanical vibration – Measurement and
evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration. Part 2: Practical guidance for
measurement at the workplace. 2001.
10. Heekyung Y, Seongki J, Chungyoul S, Jaewon L. The effect of vibration reduction on the anti-
vibration gloves made of different materials. Epidemiology 2011;22(1):S260. doi:
10.1097/01.ede.0000392492.28537.69
11. พรทิพย์ เย็นใจ. การเปรียบเทียบความสั่นสะเทือนที่มือ เมื่อใช้ถุงมือและวัสดุหุ้มด้ามจับของคณงานเจียรหิน
[วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย,
มหาวิทยาลัยมหิดล; 2546.
12. Mubarak AZ, Razali A, Rizal M, Hambali KR. Study of suspended handle materials for reducing
hand-arm vibration in backpack grass trimmer. IOP Conf. Ser: Mater Sci Eng 2020;931:012006.
doi:10.1088/1757-899X/931/1/012006.
13. Shinde A, Jadhav SG. Vibration measurement and vibration reduction of steering wheel of an
agricultural tractor. Int J Sci Res 2016;5(7):44-8.
14. ศุภัทธนันท์ รักพงษ์. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนที่เท่าในพนักงานแผนกเย็บผ้าของโรงงานแห่ง
หนึ่งในจังหวัดชลบุรี [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย,
คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา; 2558.

15. เมษันท์ ปรมาริกุล, ฐิติ มีโอภาสมงคล, บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์, เณลิ้ม ชัยวัชรภรณ์, ทศพร ยิ้มลุ่มย์. ผลของตัว
ขัดแรงต่อการสั่นที่บริเวณด้ามจับขณะตีลูกเทนนิส. วชิรเวชสารและวารสารเวชศาสตร์เขตเมือง
2563;64(3):181-92.
16. ประภัสสร ธรรมพิทักษ์. การศึกษาประสิทธิผลของวัสดุห่อหุ้มด้ามจับเพื่อลดความเสี่ยงที่มีมือและแขนใน
พนักงานควบคุมเครื่องตบดินแบบกระโดด ในอุตสาหกรรมก่อสร้างประเภทงานดินและปรับพื้นที่ [วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์,
มหาวิทยาลัยบูรพา; 2561.
17. Best JW. Research in Education. 3rd ed. Englewood Cliffe, New Jersey: Prentice Hall, Inc.;1977.
18. Koradecka D. (red.). Bezpieczenstwo i higiena pracy, Wyd. Centralny Instytut Ochrony Pracy -
Panstwowy Instytut Badawczy: Warszawa. 2008.
19. ศิริประภา สินใจ. ประสิทธิภาพของเบาะรองนั่งเพื่อลดความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายของกลุ่มพนักงานขับรถยก
ชนิดนั่งขับในท่าเรือแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: สาขา
อาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา; 2563.
20. Susmita Nath. Ergonomic redesign of hand-held floor-polishing device for reduce the
occupational exposure to vibration and improvement of usability [dissertation]. Assam: Indian
Institute of Technology Guwahati; 2020.
21. Singh J, Khan AA. Effect of coating over the handle of a drill machine on vibration
transmissibility. Appl Ergon 2014;45:239-46.
22. Forouharmajid F, Azmoon H, Soury S, Akbari J. Evaluating the transmitted vibration to
operator's hands hand and effect of protective gloves in real condition, based on
International Standard Organization 5349 standard. Int J Environ Health Eng 2015;4(4):1-5.
23. PTI global product [Internet]. Bangkok: Butyl rubber; 2021 [cited 2024 Jul. 9]. Available
from:<https://www.ptiglobalproducts.co.th/%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%9A%E0%B8%B4%E0%B8%A7%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A5%E0%B9%8C-%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%87iir-butyl-rubber>