



# การตรวจเก็บรอยประทับรองเท้าบนพื้นผิวที่แตกต่างกันด้วยเครื่องลอรอยฝุ่นไฟฟ้าสถิต

## Shoeprint Impression Collection from Different Surfaces Using Electrostatic Dust Mark Lifter

ปภาดา ทองแนบ โพร้พระ<sup>1</sup> เชิดพงศ์ ชุกลิน<sup>2</sup> และ ปริญญา สีลานันท์<sup>3,\*</sup>

<sup>1,3</sup> คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

<sup>2</sup> พิสูจน์หลักฐานจังหวัดราชบุรี ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7

Paphada Thongnaeb Popra<sup>1</sup> Choedpong Chuklin<sup>2</sup> and Parinya Seelanan<sup>3,\*\*</sup>

<sup>1,3</sup> Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy

<sup>2</sup> Ratchaburi Provincial Police Forensic Science, Police Forensic Science Center 7

Received: April 08, 2024 | Revised: June 17, 2024 | Accepted: June 30, 2024

บทความวิจัย (Research Article)

### บทคัดย่อ

รอยประทับที่มีรูปแบบ เช่น รอยรองเท้า เป็นหลักฐานอีกประเภทสำหรับเชื่อมโยงพฤติการณ์ในสถานที่เกิดเหตุ การตรวจเก็บรอยประทับใช้สำหรับตรวจเปรียบเทียบกับผู้ต้องสงสัยได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตรวจเก็บรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นบนพื้นผิววัสดุที่นิยมนำมาปูพื้นที่พักอาศัย เป็นการศึกษาเชิงทดลองโดยการจำลองรองเท้าที่เปื้อนฝุ่นดิน ประทับรอยลงบนพื้นผิววัสดุที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ กระเบื้องยาง กระเบื้องเซรามิก พรมผ้า ลามิเนต และเสื่อน้ำมัน จากนั้นตรวจเก็บรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นด้วยเครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต วิเคราะห์คุณภาพของรอยรองเท้าโดยการตรวจนับจุดที่ปรากฏบนช่องที่กำหนดความละเอียดขนาด 0.6 x 0.6 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่า เครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตสามารถตรวจเก็บลอรอยฝุ่นได้ โดยพบคุณภาพของรอยรองเท้าบนพื้นลามิเนตสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยของรอยที่ปรากฏ 90.85% สำหรับกระเบื้องยาง กระเบื้องเซรามิกและเสื่อน้ำมัน ให้ระดับคุณภาพของรอยรองเท้าที่ตรวจเก็บได้ใกล้เคียงกันรองลงมา พรมผ้าจะให้คุณภาพของรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นในระดับต่ำสุด ค่าเฉลี่ยของรอยที่ปรากฏ 6.72% เนื่องจากเป็นพื้นผิวไม่เรียบ มีรูพรุนสูง จึงตอบสนองต่อการประจุไฟฟ้าไม่ดีเทียบกับพื้นผิวชนิดอื่น ดังนั้น วิธีนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินและพิจารณาวิธีการตรวจเก็บรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่พบบนพื้นร่วมกับการบันทึกถ่ายภาพ เพื่อให้ได้รายละเอียดวัตถุพยานจากสถานที่เกิดเหตุและเชื่อมโยงการตรวจเปรียบเทียบอย่างมีประสิทธิภาพได้

**คำสำคัญ:** รอยประทับ, รอยรองเท้า, เครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต, การตรวจเก็บวัตถุพยาน

\* Corresponding author, email: parinya.se@rpca.ac.th



## Abstract

The pattern impression such as shoeprints is an evidence for scene marker of the incident. Collection of the impression can be used as a significant comparison with the suspect. The objective of this study is to investigate the shoeprint impression collection on various widespread floor materials by using the electrostatic dust mark lifter. The shoeprint impression samples were generated from real dust onto different types of which are rubber tile, ceramic tile, fabric carpet, laminate and linoleum, and then collected using the electrostatic dust mark lifter. The quality of the collected shoeprint was analyzed by examination on the number of squares appeared to the grid size 0.6 x 0.6 centimeters. The results showed that the electrostatic dust mark lifter can collect the shoeprint impression. The quality of collected shoeprint on laminate was found to be the highest average of 90.85%. Rubber tile, ceramic tile and linoleum provided comparable quality of the collected shoeprint after the laminate. The fabric carpet was exhibited the lowest quality of the collected impression with the average appeared shoeprint of 6.72% because the surface is an uneven and highly porous. As a result, the electrostatic charging cannot be successful compared to other types of surfaces. Hence, this technique can be used as a guideline for evaluation method on shoeprint evidence collection from the floor together with photograph technique in order to obtain extra details from the crime scene to efficiently link with the comparison examination.

**Keywords:** Impression, Shoeprint, Electrostatic Dust Mark Lifter, Evidence Collection

## บทนำ

ความท้าทายในการไขคดีอาชญากรรมขึ้นอยู่กับ การสืบสวนและนำตัวผู้กระทำความผิดมารับโทษ การรวบรวมพยานหลักฐานเพื่อยืนยันพิสูจน์ความผิดจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ พยานหลักฐานที่สำคัญจะเป็นหลักฐานที่ใช้ระบุยืนยันตัวบุคคลที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุ โดยทั่วไปจะมุ่งเน้นการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงหรือสารพันธุกรรมเพื่อระบุตัวตนของผู้ต้องสงสัย อย่างไรก็ตาม ยังมีพยานหลักฐานลักษณะอื่นที่สามารถตรวจพบจากสถานที่เกิดเหตุและเชื่อมโยงกับบุคคลต้องสงสัยในเหตุการณ์ได้ รอยรองเท้าที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุเป็นพยานหลักฐานอีกประเภทที่สำคัญในการเชื่อมโยงตัวผู้ต้องสงสัยได้ (Bodziak et al., 2012) รอยรองเท้านับเป็นพยานวัตถุที่มีคุณค่า เพราะอาชญากรรมที่เกิดขึ้นทั่วไปคนร้ายมักทิ้งรอยรองเท้าไว้ตามเส้นทางที่เคลื่อนที่เสมอ (Malik & Bashir, 2023) ในประเทศที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาการตำรวจ เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และญี่ปุ่น เป็นต้น ยังให้ความสำคัญกับการตรวจเก็บรอยรองเท้า (Srihari,

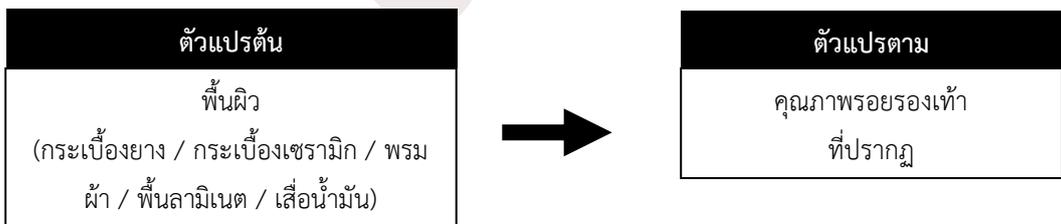
2010) มีการเก็บข้อมูลของร่องเท้าแต่ละยี่ห้อว่ามีรอยประทับเป็นลักษณะแบบใด เพื่อนำเข้าไว้เป็นฐานข้อมูลของส่วนกลาง เพื่อประโยชน์ในการตรวจหาเอกลักษณ์กับรอยร่องเท้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุ (Tang et. al, 2011) มีรายงานคดีที่น่าสนใจซึ่งเจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถแกะรอยจากรอยร่องเท้าที่ปรากฏในสถานที่เกิดเหตุจนพบเบาะแสและนำไปสู่การจับกุมผู้ก่อเหตุ

จากการศึกษาคำพิพากษาของศาลในประเทศสวีเดน มีการตรวจพบรอยร่องเท้าประมาณ 35% ของสถานที่เกิดเหตุทั้งหมด จากข้อมูลของหน่วยงานพบว่ามีการเน้นเรื่องความสำคัญ ตำแหน่งที่ตรวจหาและวิธีการตรวจเก็บรอยร่องเท้าแก่ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุ ส่งผลให้ปริมาณคดีที่มีการส่งรอยประทับของร่องเท้าไปตรวจพิสูจน์ที่ห้องปฏิบัติการเพิ่มจาก 5% ไปถึงประมาณ 60% (William, 2000) โดยอุปกรณ์ที่สามารถใช้เก็บรอยเท้าหรือรอยร่องเท้าประเภทหนึ่ง คือ เครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Dust Mark Lifter) ซึ่งจัดเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการลอรอยร่องเท้าที่เปื้อนฝุ่นหรือรอยสกปรกที่ติดมากับร่องเท้า ทั้งที่มองเห็นได้และมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (Wiesner et al., 2011) ในงานวิจัยนี้ สนใจศึกษาการตรวจเก็บรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นบนพื้นผิวของวัสดุปูพื้นบ้านด้วยเครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต โดยศึกษาบนพื้นผิววัสดุปูพื้นบ้านชนิดต่าง ๆ ที่สามารถพบได้ทั่วไปในที่พักอาศัย ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นที่ตรวจเก็บได้จากแต่ละพื้นผิว และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการชี้เฉพาะรูปแบบของร่องเท้าจากระดับคุณภาพของรอยร่องเท้าที่ตรวจเก็บได้ ผลที่จะได้จากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นทางเลือกในการพิจารณาวิธีการตรวจเก็บรอยร่องเท้าในสถานที่เกิดเหตุก่อนส่งตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ หรือเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคการตรวจเก็บรอยร่องเท้ารูปแบบต่าง ๆ ด้วยเครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตต่อไป

### วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการตรวจเก็บรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นโดยใช้เครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตจากพื้นผิวที่แตกต่างกัน
- 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นที่ตรวจเก็บโดยการใช้เครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตจากพื้นผิวชนิดที่แตกต่างกัน

### กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### ทบทวนวรรณกรรม

- 1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



รอยเท้า คือ รอยประทับที่เกิดจากเท้าเปล่า หรือจากการสวมใส่รองเท้า รวมทั้งถุงเท้า ซึ่งรอยเท้าสามารถนำมาใช้ในการสันนิษฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของคนร้าย สามารถนำมาตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบระหว่างร่องรอยประทับที่พบในสถานที่เกิดเหตุกับรอยเท้าของผู้ต้องหาได้ จำแนกได้เป็น รอยเท้าเปล่า (Footprint) เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวเช่นเดียวกับลายนิ้วมือ สามารถชี้เฉพาะตัวบุคคลได้ สำหรับรอยประทับอีกแบบเป็น รอยรองเท้า (Shoepoint) ซึ่งเป็นรอยประทับที่สามารถบ่งบอกขนาดของรองเท้า ยี่ห้อ และชนิดว่ามาจากรองเท้าคู่นั้น สามารถตรวจเปรียบเทียบร่วมกับร่องรอยการสึกหรอ ขำรุด รอยตำหนิเสียหาย เป็นต้น (Nhooma et al., 2018) ทุกการก้าวเดินจะเกิดรอยประทับของพื้นรองเท้าบนพื้นซึ่งเป็นการสัมผัสจากภายนอกโดยตรง ทำให้มีการถ่ายเทวัสดุที่ติดอยู่กับพื้นรองเท้าลงไปสู่พื้นสัมผัส และรอยรองเท้าที่พบอาจบ่งบอกได้ถึงจำนวนของคนร้าย ตลอดจนพฤติกรรมท่าทางการเดินของคนร้ายอีกด้วย เช่น คนที่เท้าพิการความยาวของการก้าวเท้าจะไม่เท่ากัน

นอกจากนี้ยังสามารถบ่งบอกถึงยี่ห้อ รุ่น ขนาดของรองเท้าได้โดยประมาณ รวมไปถึงลักษณะการกดของรอยรองเท้าที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมขณะเคลื่อนที่ ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ในกระบวนการสืบสวนการหาตัวผู้ต้องสงสัย สามารถช่วยลำดับย้อนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้จากการตรวจสอบเส้นทางเข้าและออกจากสถานที่เกิดเหตุ ตลอดจนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างที่เกิดเหตุ (Sukwat, 2002) รอยประทับแบ่งได้เป็นแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ สำหรับรอยประทับรองเท้าที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวในลักษณะแบบ 2 มิติ อาจเป็นร่องรอยที่เกิดจากรองเท้าเปื้อนฝุ่น โคลน หรือโลหิต จากนั้นเหยียบประทับลงบนพื้นผิว หากได้ตรวจเก็บรอยขึ้นมา สามารถพบรายละเอียดพื้นรองเท้าได้ด้วย การลอรอยรองเท้าด้วยเครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิติจะทำงานได้ดีในการตรวจเก็บรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่สภาวะแห้งบนพื้นผิวสะอาด รอยประทับบางรอยเป็นรอยเท้าแฝงที่ตรวจหาได้ยาก ทำให้อาจถูกมองข้ามหรือละเลยจากผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุ แต่หากมีการสำรวจพื้นที่ละเอียดโดยใช้อุปกรณ์หรือไฟฉายส่องจนเห็นรอยประทับ สามารถวางแผนการจัดการวัตถุพยานโดยใช้เครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิติตรวจเก็บรอยรองเท้าแฝงนั้นได้

## 2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Thasom & Bhakdikul (2015) ศึกษาการจัดเก็บข้อมูลลักษณะรูปแบบรองเท้าที่มีวางจำหน่ายเพื่อการจำแนกประเภทรอยพื้นรองเท้า พบว่ารอยพื้นรองเท้าเป็นหลักฐานสำคัญที่มักปรากฏอยู่ในสถานที่เกิดเหตุ โดยรอยพื้นรองเท้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุ คือ ลายพื้นรองเท้าส่วนที่เป็นสันนูน พบว่ารอยรองเท้าที่ปรากฏหลายแบบนี้ สามารถระบุถึงประเภทของรองเท้าได้ ดังนั้นการคัดแยกพื้นรองเท้าจึงเป็นการจำแนกวัตถุพยานที่สามารถบ่งชี้ถึงรอยรองเท้าที่นำไปสู่การเชื่อมโยงผู้ที่เกี่ยวข้องในคดีต่าง ๆ ได้ เช่นเดียวกับในงานวิจัยของ Nataraja Moorthy (2019) ที่ได้พบหญิงสาวแวนคอเสียชีวิตในบ้านพัก ซึ่งแม้ว่าครอบครัวของผู้เสียชีวิตเชื่อว่าถูกฆาตกรรมจากการวิเคราะห้ทำทางการเสียชีวิต แต่เจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานได้พบรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นในบริเวณสถานที่เกิดเหตุ จนทำการตรวจสอบและพบทิศทางการหันของรอยรองเท้าที่สามารถบ่งชี้พฤติการณ์จนอธิบายได้ว่าผู้ตายนั้นกระทำอัตวินิบาตกรรมผูกคอเสียชีวิตเอง

แสดงให้เห็นได้ว่าหลักฐานประเภทรอยรองเท้า นั้น มีประโยชน์ต่อการสืบสวนในเหตุคดีการเสียชีวิตที่มีเหตุอันควรสงสัยได้

Nhooma และคณะ (2018) ศึกษาความสำคัญของการตรวจรอยเท้าในสถานที่เกิดเหตุและนำการตรวจรอยเท้าไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในงานด้านอื่น ๆ โดยสรุปว่า รอยเท้าสามารถระบุลักษณะรูปพรรณสัณฐานโดยการประมาณส่วนสูงจากความยาวฝ่าเท้า ประมาณน้ำหนักจากขนาดฝ่าเท้า ทำนายเพศจากขนาดเท้า สามารถระบุว่ามี การเคลื่อนที่แบบใด และทราบถึงเส้นทางที่คนร้ายใช้เข้าออกในสถานที่เกิดเหตุและนำไปสู่รอยเท้าอีกชุดหนึ่งได้

Sukkasem & Anuragudom (2019) ศึกษา รอยรองเท้าที่ปรากฏบนพื้นผิววัสดุต่างชนิดและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผงฝุ่นแต่ละชนิดกับพื้นผิววัสดุกระจก กระเบื้องเซรามิก เสื่อน้ำมัน และไม้อัด โดยใช้ผงแป้ง ผงถ่าน ชี้อัด และดินโคลน ประทับเป็นรอย จากนั้นตรวจนับจุดจากวิธีที่ดัดแปลงมา พบว่ารอยรองเท้าที่ปรากฏจากผงฝุ่น 3 ชนิด คือ ผงแป้ง ผงถ่าน ชี้อัด ไม่แตกต่างกัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 44.64 - 54.51% เทียบกับพื้นรองเท้าจริงที่ใช้ทดลอง

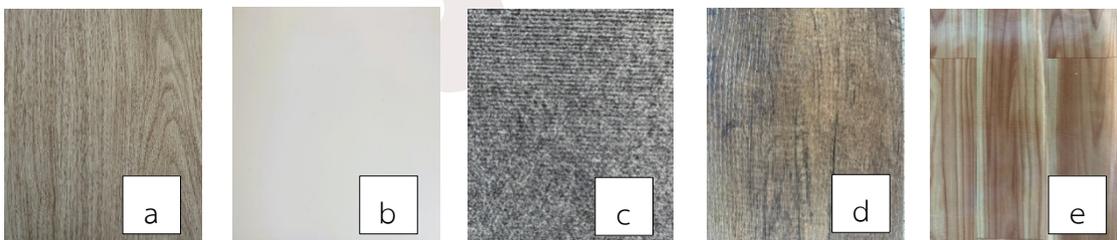
Craig และคณะ (2006) ได้ทำการทดสอบเครื่อง Electrostatic Dust Print Lifter (EDPL) และ Electrostatic Detection App2 (ESDA2) เพื่อเปรียบเทียบการแสดงผลของรอยรองเท้าผ่านกระบวนการตรวจจากเครื่องทั้งสองโดยอาศัยคุณลักษณะของแต่ละบุคคลที่ทำการเหยียบลงบนกระดาดที่วางอยู่บนพื้นผิวที่แตกต่างกัน คือ เสื่อน้ำมัน พรม แผ่นไวนิล กระจกแข็ง โฟม ปูนซีเมนต์ ยางมะตอยและพื้นหญ้า พบว่าการแสดงผลรอยรองเท้าที่ใช้ EDPL นั้นดีกว่าการใช้แอปพลิเคชัน ESDA2 สามารถนำวิธีการตรวจนับไปปรับใช้ได้

## ระเบียบวิธีวิจัย

### 1) ตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

(1) รองเท้าแตะ ข้างซ้าย ขนาด 41 EU จำนวน 1 ข้าง (Bata, ประเทศไทย) พื้นรองเท้ามีขนาดกว้าง x ยาว ประมาณ 11.0 x 28.0 เซนติเมตร

(2) วัสดุสำหรับปูพื้นจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ กระเบื้องยาง กระเบื้องเซรามิก พรมผ้า ลามิเนต และเสื่อน้ำมัน โดยเตรียมให้มีขนาด กว้าง x ยาว ประมาณ 30.0 x 30.0 เซนติเมตร



ภาพที่ 2 วัสดุทดลอง กระเบื้องยาง (a) กระเบื้องเซรามิก (b) พรมผ้า (c) พื้นลามิเนต (d) เสื่อน้ำมัน (e)

### 2) การเตรียมตัวอย่างและบันทึกข้อมูล

การจำลองรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่น ทำโดยวางเหยียบรองเท้าตัวอย่างบนผงฝุ่นที่เตรียมในภาชนะหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำรองเท้าไปเหยียบลงบนพื้นผิววัสดุแต่ละชนิดที่

วางบนเครื่องซั่ง วัตุน้ำหนักคงที่ประมาณ 48 กิโลกรัม เป็นเวลา 30 วินาที ทำการลอกรอยรองเท้าด้วยเครื่องลอกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต ถ่ายภาพรอยรองเท้าที่ตรวจเก็บได้พร้อมมาตรวัด และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS6 โดยการสร้างช่องตารางขนาด 0.6 x 0.6 เซนติเมตร นับจำนวนช่องรอยรองเท้าที่ปรากฏเพื่อหาความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์และคุณภาพรอยรองเท้าจากภาพถ่าย

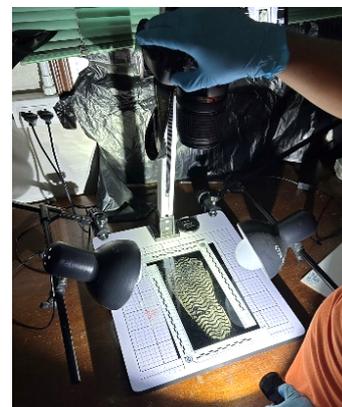
### 3) เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์การวิจัย

- (1) ฝุ่นดิน (ดินแดง) ที่กรองด้วยตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh
- (2) เครื่องลอกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Sirchie, รุ่น ESP900)
- (3) ถาดใส่ฝุ่นดิน ขนาด กว้าง x ยาว x สูง เป็น 65.0 x 93.0 x 12.0 เซนติเมตร
- (4) กล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัล (Nikon, รุ่น D5600) พร้อมขาตั้งและมาตรวัด
- (5) เครื่องซั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล

### 4) วิธีการทดลอง

การทดลองทำในห้องปิดที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ณ ห้องปฏิบัติการพิสูจน์หลักฐานจังหวัดราชบุรี มีรายละเอียดการทดลอง ดังนี้

- (1) วางแผ่นไมลาร์ (Mylar) ขนาดกว้าง x ยาว ประมาณ 20.0 x 30.0 เซนติเมตร คว่ำด้านสีด้าลงบริเวณที่ต้องการเก็บลอกลาย
- (2) วางแผ่นโลหะบางลงบนพื้น โดยให้แผ่นโลหะบางห่างจากแผ่นไมลาร์เล็กน้อย
- (3) ทำการลอกรอยฝุ่นโดยนำเครื่องวางไว้บริเวณของแผ่นไมลาร์ ส่วนท้ายเครื่องวางลงบนแผ่นโลหะบางเพื่อให้ครบวงจร จากนั้นหมุนสวิทช์เปิดการประจุ
- (4) เมื่อมีการถ่ายโอนประจุไฟฟ้า แผ่นลอกรอยจะแนบสนิทกับรอยรองเท้าแฝงที่ติดอยู่กับวัสดุตัวอย่าง ใช้ลูกกลิ้งรีดแผ่นไมลาร์เพื่อให้แนบติดรอยประทับ
- (5) ปิดเครื่อง เก็บแผ่นไมลาร์ที่ลอกรอยฝุ่นขึ้นด้วยความระมัดระวังและถ่ายภาพรอย



ภาพที่ 3 เครื่องลอกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต จากคณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ (ซ้าย) การลอกรอยรองเท้าเป็นฝุ่น (กลาง) และการถ่ายภาพรอยรองเท้าเป็นฝุ่นที่ตรวจเก็บได้ (ขวา) ณ ห้องปฏิบัติการ พิสูจน์หลักฐานจังหวัดราชบุรี

## 5) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำภาพถ่ายรอยรองเท้าเป็อนฝุ่นที่ได้เข้าสู่โปรแกรมจัดการภาพถ่าย Adobe Photoshop CS6 ทำการกำหนดเส้นกริดที่แบ่งเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.6 x 0.6 เซนติเมตร โดยเมื่อวางตารางที่ตีกริดลงไปบนพื้นรองเท้า พบช่องที่คลุมขนาดพื้นรองเท้าจริงเป็นจำนวน 649 ช่อง แล้วนับจุดที่รอยฝุ่นปรากฏในแต่ละช่องเพื่อเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของคุณภาพรอยรองเท้าเป็อนฝุ่นที่ปรากฏในพื้นที่ผิวแต่ละชนิดพิจารณาจากเกณฑ์ค่าเฉลี่ยร้อยละของรอยที่ปรากฏเทียบกับพื้นรองเท้าจริง เพื่อใช้บอกความสามารถในตรวจเก็บรอยรองเท้าเป็อนฝุ่นจากการใช้เครื่องลอรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต และนำค่าเฉลี่ยร้อยละที่ได้มาจัดระดับคุณภาพของรอยที่ปรากฏ ตัดแปลงมาจากวิธีการหารอยสีกของรองเท้าของ Sheets และคณะ (2013) และวิธีการเปรียบเทียบรอยรองเท้าบนพื้นผิววัสดุต่างชนิดกันของโดยวิธีการคำนวณร้อยละของรอยรองเท้าที่ปรากฏ (Sukkasem & Anuragudom, 2019) มีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 4 พื้นรองเท้าที่ใช้ทดลอง (ซ้าย) และเมื่อตีเส้นกริดเป็นช่องตารางบนพื้นรองเท้า (ขวา)

### การคำนวณร้อยละของรอยรองเท้าที่ปรากฏ

$$\text{ร้อยละของรอยรองเท้าที่ปรากฏ} = \frac{\text{จำนวนช่องรอยรองเท้าที่ปรากฏ} \times 100}{\text{จำนวนช่องจากพื้นรองเท้า (649)}}$$

โดยการวิเคราะห์ระดับคุณภาพของรอยรองเท้าที่ตรวจเก็บได้ อ้างอิงจากการวิเคราะห์หาจุดลักษณะสำคัญพิเศษ และคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง โดยแบ่งคะแนนเฉลี่ยระดับคุณภาพออกเป็น 5 ช่วงระดับ เพื่อนำมาอธิบายความหมายของคุณภาพของรอยรองเท้าที่ตรวจเก็บได้ (Witchuvanit & Chaiheng, 2019) ดังนี้

### ตัวอย่างการคำนวณ

$$\text{ความกว้างช่วงระดับ} = \frac{\text{จำนวนช่องที่พบสูงสุด} - \text{จำนวนช่องที่พบต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับชั้น}}$$

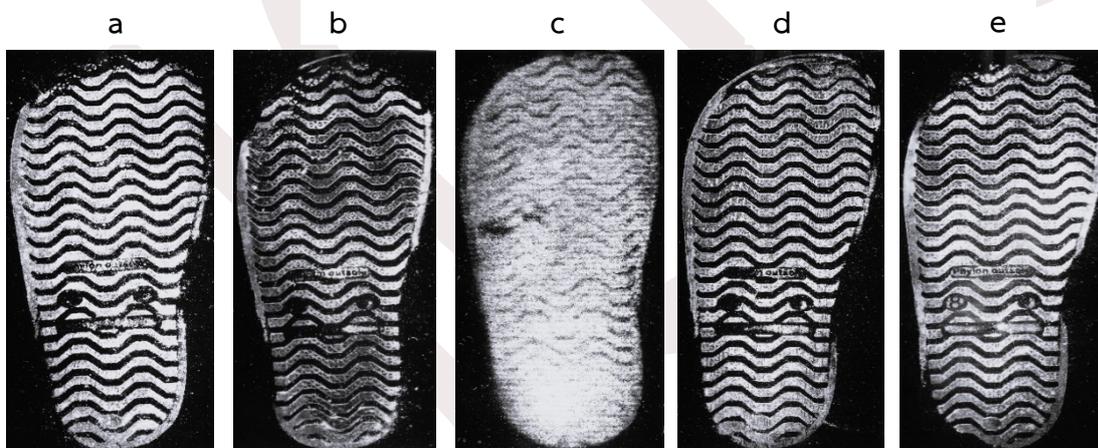
$$\text{ความกว้างช่วงระดับ} = \frac{92.60 - 3.54}{5} = 17.81$$

### ระดับคุณภาพของรอยรองเท้าที่ตรวจเก็บได้

ช่วงระดับที่ 5	สูงที่สุด	ค่าเฉลี่ยรอยรองเท้าที่ปรากฏระหว่าง 74.79 – 92.60%
ช่วงระดับที่ 4	สูง	ค่าเฉลี่ยรอยรองเท้าที่ปรากฏระหว่าง 56.98 – 74.78%
ช่วงระดับที่ 3	ปานกลาง	ค่าเฉลี่ยรอยรองเท้าที่ปรากฏระหว่าง 39.17 – 56.97%
ช่วงระดับที่ 2	ต่ำ	ค่าเฉลี่ยรอยรองเท้าที่ปรากฏระหว่าง 21.36 – 39.16%
ช่วงระดับที่ 1	ต่ำที่สุด	ค่าเฉลี่ยรอยรองเท้าที่ปรากฏระหว่าง 3.54 – 21.35%

### ผลการวิจัย

จากการศึกษาการตรวจเก็บรอยประทับของรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่จำลองขึ้นบนพื้นผิววัสดุปูพื้นทั้ง 5 ชนิด (กระเบื้องยาง กระเบื้องเซรามิก พรมผ้า ลามิเนต และเสื่อน้ำมัน) โดยใช้เครื่องลอกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต พบว่า สามารถตรวจเก็บรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่ประทับไว้ได้ทุกพื้นผิว แต่พบความละเอียดและความคมชัดของรอยรองเท้าแตกต่างกัน เมื่อนำรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่ตรวจเก็บบนแผ่นฟิล์มไมลาร์มาถ่ายบันทึกภาพ ผลการทดลองและภาพถ่ายรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นบนพื้นผิวทั้ง 5 ชนิด แสดงดังภาพที่ 5 และจากภาพถ่ายรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่ได้ ทำการตรวจนับจำนวนโดยบรรจุภาพในช่องตารางตามขนาดเส้นกริดที่แบ่งไว้ โดยพิจารณาเฉพาะรอยรองเท้าที่ปรากฏและสามารถระบุจำแนกสายได้ เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพของรอยรองเท้าบนแต่ละพื้นผิว ผลการนับจำนวนช่องที่ปรากฏรอยรองเท้าแสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 5 ภาพถ่ายรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่ปรากฏและตรวจเก็บบน กระเบื้องยาง (a), กระเบื้องเซรามิก (b), พรมผ้า (c), ลามิเนต (d) และเสื่อน้ำมัน (e)

### ตารางที่ 1 การปรากฏรอยรองเท้าเปื้อนฝุ่นที่ลอกเก็บได้จากพื้นผิวทดสอบ

ชนิดของพื้นผิว	จำนวนช่องที่ปรากฏรอยรองเท้า		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
กระเบื้องยาง	563	556	531
กระเบื้องเซรามิก	570	533	552
พรมผ้า	42	23	66



ลามิเนต	580	588	601
เสื่อน้ำมัน	584	590	575

โดยพบว่าจำนวนช่องรอยร่องเท้าที่นับได้เกือบทุกพื้นผิวมีค่ามากกว่า 530 ช่อง ยกเว้น พรหมผ้าซึ่งพบจำนวนช่องที่ปรากฏรอยร่องเท้าอยู่ในช่วงไม่เกิน 66 ช่อง จากนั้นทำการคำนวณร้อยละของรอยร่องเท้าที่ปรากฏบนพื้นผิวแต่ละชนิดตามการคำนวณที่กำหนด ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของรอยร่องเท้าที่ปรากฏบนพื้นผิวทดสอบ

ชนิดของพื้นผิว	ร้อยละของรอยร่องเท้า			Mean (%)	S.D.
	ที่ปรากฏ (%)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
กระเบื้องยาง	86.74	86.67	81.81	85.07	±2.83
กระเบื้องเซรามิก	87.82	82.12	85.05	85.00	±2.85
พรหมผ้า	6.47	3.54	10.16	6.72	±3.32
ลามิเนต	89.36	90.60	92.60	90.85	±1.63
เสื่อน้ำมัน	89.98	90.90	88.59	89.82	±1.16

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคุณภาพของรอยร่องเท้าที่ปรากฏบนพื้นผิววัสดุแต่ละชนิดโดยใช้เครื่องลอกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตเทียบกับพื้นร่องเท้าจริง จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.72% - 90.85% โดยพบว่าคุณภาพของเครื่องลอกรอยฝุ่นบนพื้นลามิเนตสูงที่สุด 90.85% และเปอร์เซ็นต์คุณภาพของเครื่องลอกรอยฝุ่นบนพรหมผ้าต่ำที่สุดคือ 6.72% จากนั้นนำค่าเฉลี่ยร้อยละของรอยร่องเท้าที่ปรากฏจากการคำนวณมาจัดระดับคะแนนคุณภาพของรอยร่องเท้าที่ตรวจเก็บนั้น ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับคุณภาพของรอยร่องเท้าที่ปรากฏบนพื้นผิวทดสอบ

ชนิดของพื้นผิว	ค่าเฉลี่ยร้อยละ รอยร่องเท้า	ระดับคุณภาพ
กระเบื้องยาง	85.07 ± 2.83	สูงที่สุด
กระเบื้องเซรามิก	85.00 ± 2.85	สูงที่สุด
พรหมผ้า	6.72 ± 3.32	ต่ำที่สุด
ลามิเนต	90.85 ± 1.63	สูงที่สุด
เสื่อน้ำมัน	89.82 ± 1.16	สูงที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า คุณภาพของรอยร่องเท้าที่ตรวจเก็บได้โดยใช้เครื่องลอกรอยฝุ่นไฟฟ้าสถิตบนพื้นผิววัสดุปูพื้นบ้านที่ทดสอบ ปรากฏระดับคุณภาพของรอยที่ลอกเก็บได้จากน้อยที่สุดไปมากที่สุด คือ พรหมผ้า กระเบื้องเซรามิก กระเบื้องยาง เสื่อน้ำมัน และพื้นลามิเนต ตามลำดับ โดยพรหมผ้าจะมองเห็นลายเส้นร่องเท้าได้น้อยมาก ไม่สามารถทำการชี้เฉพาะรูปแบบของร่องเท้าได้ ในขณะที่วัสดุชนิดอื่นให้รอยร่องเท้าที่



มีความคมชัด มองเห็นรายละเอียดของลายเส้นพื้นรองเท้า ลายยี่ห้อย และรอยสีของรองเท้าได้ชัดเจน สามารถชี้เฉพาะรูปแบบของรองเท้าได้อย่างชัดเจน

**ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพรอยรองเท้าที่ปรากฏ โดยใช้ One-Way Anova จากโปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	85.976	3	28.659	5.693	.022*
Within Groups	40.276	8	5.034		
Total	126.252	11			

\*นัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 เมื่อนำค่าคุณภาพของรอยรองเท้าที่ตรวจเก็บได้ในช่วงระดับสูงที่สุดซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ พบว่าค่า Sig. เท่ากับ 0.022 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับคุณภาพของรอยรองเท้าที่ตรวจเก็บได้นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

### อภิปรายผล

จากการศึกษาการตรวจเก็บรอยประทับรองเท้าบนพื้นผิวที่แตกต่างกันด้วยเครื่องลอกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต ด้วยผงฝุ่นดินแดง กับพื้นผิววัสดุปูพื้นบ้าน กระเบื้องยาง กระเบื้องเซรามิก พรมผ้า ลามิเนต และเสื่อน้ำมัน โดยการวิเคราะห์รูปร่างของรอยประทับรองเท้าที่ปรากฏชัดเจน พร้อมการคำนวณระดับคุณภาพรอยประทับรองเท้าที่ได้จากการทดลองผ่านการนับจุดรอยรองเท้าที่ปรากฏอยู่ในช่องกริดโดยโปรแกรม Adobe Photoshop CS6 พบว่า รอยฝุ่นบนพรมผ้าให้คุณภาพรอยรองเท้าเป็นฝุ่นที่ลอกเก็บได้เฉลี่ย 6.72% ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด รอยรองเท้าที่ได้มองเห็นลายเส้นน้อยและไม่สามารถชี้เฉพาะรูปแบบของรองเท้าได้ ทั้งนี้ เนื่องจากพรมผ้าเป็นพื้นผิวที่มีรูพรุน มีลักษณะหยาบ ขรุขระมาก และพื้นผิวไม่สม่ำเสมอ มีความนูนออกมาหลายระดับจึงทำให้ลอกเก็บได้ยาก สอดคล้องกับงานวิจัยที่ทำการศึกษารอยรองเท้าที่ปรากฏบนพื้นผิววัสดุต่างชนิดกันและหาความสัมพันธ์ระหว่างผงฝุ่นแต่ละชนิดกับพื้นผิววัสดุ โดยพบว่ารอยประทับรองเท้าที่ลอกรอยได้บนไม้อัดให้ค่าเปอร์เซ็นต์ต่ำที่สุดเช่นเดียวกัน เนื่องจากไม้อัดก็เป็นพื้นผิวที่มีรูพรุน (Sukkasem & Anuragudom, 2019)

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แผ่นลอกรอยเจลาตินในการยกฝุ่นสามมิติที่มีความลึกกว่าผงฝุ่นทั่วไป ด้วยวิธีการกดแผ่นเจลาตินให้แนบติดนั้น จะทำให้เก็บรอยรองเท้าได้ดีกว่าการเก็บโดยวิธีอื่น (Sheets et.al., 2003) และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี One-way Anova โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ จะพบว่าค่าระดับคุณภาพสูงที่สุดที่ได้นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าระดับคุณภาพของ



รอยร่องเท้าที่ตรวจเก็บได้จากตำแหน่งที่ลึกลงที่สุด คือ กระเบื้องเซรามิก กระเบื้องยาง เสื่อน้ำมัน และลามิเนต โดยมีค่าเฉลี่ยของรอยร่องเท้าที่ลอกเก็บได้อยู่ที่ 85.00% 85.07% 89.82% และ 90.85% ตามลำดับ ทุกค่าให้ความคมชัดของลายเส้น พื้นร่องเท้า ลายยี่ห่อ และรอยสึกของร่องเท้าที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน สามารถทำการชี้เฉพาะรูปแบบของรอยร่องเท้าได้เป็นอย่างดี และให้ผลการปรากฏรอยร่องเท้าที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากวัสดุกลุ่มนี้เป็นชนิดที่มีพื้นผิวเรียบ โดยเฉพาะเสื่อน้ำมันและลามิเนตจะมีความเรียบสูงและไม่มีการร่อน การลอกเก็บด้วยแผ่นฟิล์มที่ใส่ประจุจนเกิดไฟฟ้าสถิตทำได้ดีกว่าพรมผ้า ในขณะที่กระเบื้องยางและกระเบื้องเซรามิกจะมีลักษณะพื้นผิวชนิดกึ่งร่อน อย่างไรก็ตาม พื้นผิวทั้งสองให้คุณภาพของรอยร่องเท้าที่ลอกเก็บได้ในระดับที่สูงใกล้เคียงกับเสื่อน้ำมันและลามิเนต เนื่องจากการมีสารเคลือบผิวที่เป็นฟิล์มบางเสมือนเป็นพื้นผิวเรียบอีกชั้น จึงเกิดการประจุไฟฟ้าสถิตและลอกเก็บรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นได้ดีในระดับที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจเก็บรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นด้วยเครื่องลอกกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตในทุกพื้นผิวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ให้ค่าความเที่ยงของวิธีการที่ยอมรับได้ โดยให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่า 5% สำหรับทุกพื้นผิว จากผลการวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินการตรวจเก็บวัตถุพยานรอยประทับประเภทรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นที่พบบนพื้นผิวชนิดต่าง ๆ ได้ และประยุกต์ในการตรวจพิสูจน์กับรอยร่องเท้าอ้างอิงที่ต้องการเปรียบเทียบ เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน อีกทั้งยังนำรอยวัตถุพยานที่พบและตรวจเก็บไปเป็นฐานข้อมูลรอยร่องเท้าต่อไปได้

## บทสรุป

จากการศึกษาการตรวจเก็บรอยประทับร่องเท้าบนพื้นผิวที่แตกต่างกันด้วยเครื่องลอกกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตจากผงดุนดินแดงบนพื้นผิววัสดุปูพื้นบ้านทั้ง 5 ชนิด สรุปได้ว่า เครื่องลอกกรอยฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตสามารถตรวจเก็บลอกกรอยฝุ่นจากธรรมชาติได้ดีในทุกพื้นผิวที่ใช้ทดลอง ปรากฏรูปร่างของรอยประทับร่องเท้าที่ชัดเจนจากการใช้ผงดุนดินธรรมชาติที่ร่อนกรองจนมีขนาดเล็กและละเอียด และพบคุณภาพของรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นที่ลอกเก็บได้ในระดับสูง โดยคุณภาพรอยร่องเท้าที่ตรวจเก็บได้เรียงลำดับจากสูงที่สุดไปต่ำที่สุด ได้แก่ ลามิเนต เสื่อน้ำมัน กระเบื้องยาง กระเบื้องเซรามิก และพรมผ้า ตามลำดับ ทั้งนี้ ขึ้นกับความเรียบของพื้นผิว ลักษณะความเป็นรูพรุนซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการประจุไฟฟ้า

## ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการลอกกรอยฝุ่นเพิ่มเติม เช่น อุณหภูมิ และความชื้น เป็นต้น
2. ควรพิจารณาชนิดและลักษณะของผงดุนดินที่ใช้ในการทดลอง เพื่อให้มีความหลากหลายและครอบคลุมลักษณะของฝุ่นที่พบได้ในแต่ละพื้นที่ของภูมิภาค
3. ควรศึกษาวัสดุพื้นผิวที่ชนิดอื่นเพิ่มเติมที่สามารถพบรอยร่องเท้า เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องลอกกรอยฝุ่นไฟฟ้าสถิตสำหรับตรวจเก็บรอยประทับได้อย่างครอบคลุม



## เอกสารอ้างอิง

- Bodziak, W. J., Hammer, L., Johnson, G. M., & Schenck, R. (2012). Determining the significance of outsole wear characteristics during the forensic examination of footwear impression evidence. *Journal of Forensic Identification*, 62(3), 254-278.
- Craig, C. L., Hornsby, B. M., & Riles, M. (2006). Evaluation and Comparison of the Electrostatic Dust Print Lifter. *Journal of Forensic Sciences*, 51(4): 819-826.
- Malik, H. M. A., & Bashir, K. (2023). The detection and identification of footprint impressions at the scene of crime—A mini review. *Forensic Insights and Health Sciences Bulletin*, 1(1), 11-16.
- Nataraja Moorthy, T. (2019). Footprint evidence solved the mystery in a suspicious death: A rare case report. *Peer Re J Foren & Gen Sci*, 3(2), 183-85.
- Nhooma, T., Sangwanateee, N., & Kulnides, N., (2018). The importance of footprints investigation in crime scene. Graduate School Conference 2018. June 29, 2018. Suansunandha University, Bangkok. (in Thai)
- Sheets, H. D., Gross, S., Langenburg, G., Bush, P. J., & Bush, M. A. (2013). Shape measurement tools in footwear analysis: A statistical investigation of accidental characteristics over time. *Forensic Science International*, 232(1-3), 84-91.
- Srihari, S. N. (2010). *Analysis of footwear impression evidence. Final Technical Report*. Washington, DC: US Department of Justice Office of Justice Programs, National Institute of Justice.
- Sukkasem, W., & Anuragudom, P., (2019). *Comparison of shoeprints on different surface materials with electrostatic dust print lifting*. 16<sup>th</sup> Graduate School Conference. December 3-4, 2019. Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus. Nakhon Pathom. (in Thai)
- Sukwat, S. (2002). *Shoeprint Impression*. Bangkok: Pimasksorn Limited Partnership. (in Thai)
- Tang, Y., Srihari, S. N., Kasiviswanathan, H., & Corso, J. J. (2011). Footwear print retrieval system for real crime scene marks. In *Computational Forensics: 4<sup>th</sup> International Workshop, IWCF 2010*, Tokyo, Japan, November 11-12, 2010, Revised Selected Papers 4 (pp. 88-100). Springer Berlin Heidelberg.
- Thasom, S., & Bhakdikul, T., (2015). *Collection of Footwear Patterns Selling in Market Within Mueang District, Chiang Mai Province for Classification of Footwear Prints*. Master of Science Forensic Science Chiang Mai University, Chiang Mai (in Thai)



Wiesner, S., Tsach, T., Belser, C., & Shor, Y. (2011). A comparative research of two lifting methods: electrostatic lifter and gelatin lifter. *Journal of Forensic Sciences*, 56, S58-S62.

William, J. B. (2000). *Footwear Impression Evidence 2<sup>nd</sup>*. Ed New York: CRC Press.

Witchuvanit, W., & Chaiheng, S., (2019). *The Latent Fingerprint Development by Using Spore of Ophioglossum pendulum L. on Different Surface*. *Journal of Criminology and Forensic Science*. 5(1), 96-108 (in Thai)

