



ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับการสัมผัสโทลูอีนของแรงงาน ในอู่ซ่อมรถยนต์ในเขตเทศบาลตำบลบางพูน อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

Factors Effecting Toluene Exposure Among Garage Workers, Bangpoo Area, Pathum Thani

Kanjanaporn Multhai and Sasithorn Srimeechai*

กาญจนพร มุลไทย และ ศศิธร ศรีมีชัย*

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) ปทุมธานี 12121

E-mail : kan.aeng@hotmail.com, sasithorns@fph.tu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการสัมผัสโทลูอีนและปัจจัยที่มีผลต่อระดับการสัมผัสโทลูอีนของแรงงานในอู่ซ่อมรถยนต์ในเขตเทศบาลตำบลบางพูน อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ที่มีกิจกรรมเคาะ ฟันสีรถยนต์ เก็บข้อมูลในอู่ซ่อมรถยนต์จำนวน 11 แห่ง โดยใช้แบบสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงานและแบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะการทำงาน รวมทั้งตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน และตรวจวัดระดับโทลูอีนในปัสสาวะของแรงงานจำนวน 41 คน พบว่า ระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานมีค่า 1.26-44.26 mg/m³ (ค่าเฉลี่ย 8.44 mg/m³, SD 1.472) งานที่พบความเข้มข้นสูงสุดคือ งานฟันสีและงานที่ความเข้มข้นต่ำสุดคือ งานโป้วสี เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 พบว่า มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (754 mg/m³) และระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในปัสสาวะของแรงงานเมื่อสิ้นสุดการทำงานมีค่า 0.001-1.679 mg/L (ค่าเฉลี่ย 0.203 mg/L, SD 0.549) ซึ่งเกินกว่าค่าเสนอแนะของ ACGIH (0.03 mg/L) จำนวน 5 ตัวอย่าง ปัจจัยที่สามารถร่วมทำนายระดับการสัมผัสโทลูอีนของแรงงาน ได้แก่ ระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน การสัมผัสโทลูอีนทางผิวหนัง และการรับรู้ความเสี่ยง โดยสมการทำนายระดับการสัมผัสโทลูอีนของแรงงาน คือ ระดับการสัมผัสโทลูอีน = 1.454 + 0.54 (ระดับโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน) + 0.175 (การสัมผัสโทลูอีนทางผิวหนัง) - 0.074 (การรับรู้ความเสี่ยง)

คำสำคัญ : โทลูอีน; การรับสัมผัสโทลูอีน; อู่ซ่อมรถยนต์

Abstract

This research is aimed to study exposure level and factors affecting toluene exposure of garage workers. Study areas were 11 commercial garages in Bangpooon sub-district, Mueng district, Pathumthani which provide spray painting services. Data were collected from 41 garage workers by using the workplace survey form and questionnaires. Atmospheric toluene concentrations were measured in the garages while the workers were performing their tasks according to NIOSH method 1501. The urinary toluene concentrations of 41 garage workers were also measured. The results showed that the atmospheric toluene concentrations in the garages were in range of 1.26-44.26 mg/m³ (average 8.44 mg/m³, SD 1.472) which were well below the exposure standard of Ministry of Interior regarding the safety of working environment (chemicals), 1977 (754 mg/m³). The highest atmospheric toluene concentration was found in spray painting task and the lowest concentration was found in surface repairing and filling task. The urinary toluene concentrations were in ranged of 0.001-1.679 mg/L (average 0.203 mg/L, SD 0.549). There were 5 workers which urinary toluene concentrations exceeded the ACGIH BEI (0.03 mg/L). The highest urinary toluene concentration was found in spray painting task.

The predicting factors for toluene exposure of the garage workers were: (1) atmospheric toluene concentration; (2) toluene exposure through skin absorption and (3) risk perception. The predicting model for total toluene exposure of garage workers was: total toluene exposure level = 1.454 + 0.740 (atmospheric toluene concentration) + 0.157 (toluene exposure through skin absorption) - 0.152 (risk perception).

Keywords : Toluene; Toluene Exposure; Garage

บทนำ

กิจการซ่อมรถยนต์ มีการดำเนินการซ่อมแซมสภาพ บำรุงรักษา เคาะพ่นสี ซ่อมตัวถังรถยนต์ ซึ่งมีการใช้สารเคมีอินทรีย์และสารตัวทำละลายหลายชนิดในขั้นตอนต่างๆ จากข้อมูลสถานการณ์การเจ็บป่วยจากการสัมผัสกับสารอินทรีย์ระเหยและตัวทำละลายในงานอุตสาหกรรมหรือจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2556 พบผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากสารอินทรีย์ระเหยและสารทำละลาย และเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลชุมชน จำนวน 15 ราย โดยพบผู้ป่วยมากสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10 ราย รองลงมาคือ ภาคกลาง 5 ราย ภาคเหนือ 2 ราย ภาคใต้ 1 ราย ประมาณร้อยละ 20 ของผู้ป่วยทำงานในอู่ซ่อมรถยนต์ ทำสีกันสนิมและทำเฟอร์นิเจอร์ไม้ [1] จากการสำรวจพบว่าสารเคมีหลายชนิดที่ใช้ในอู่ซ่อมรถยนต์เป็นสารเคมีที่มีโทลูอีน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ระเหยง่ายเป็นองค์ประกอบ [2] การรับสัมผัสโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ การสัมผัสทางผิวหนังหรือทางการกิน อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งแบบเฉียบพลัน

เช่น ทำให้มีเมื่อย ว่างซึม อาเจียน หัวใจเต้นผิดจังหวะ แน่นหน้าอก หรือแบบเรื้อรัง เช่น ทำให้เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย กล้ามเนื้ออ่อนแรง ความจำไม่ดี ผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสโทลูอีนขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโทลูอีนและระยะเวลาที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย [3] การศึกษาระดับการสัมผัสโทลูอีนทำได้โดยการตรวจวัดระดับความเข้มข้นโทลูอีนในอากาศและการตรวจวัดโทลูอีนหรือสารเมตาโบไลต์ของโทลูอีนในปัสสาวะ Moen และ Hollund [4] ศึกษาความเข้มข้นของโทลูอีนและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสโทลูอีน ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ จำนวน 6 แห่ง ของประเทศนอร์เวย์ พบว่า ระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในอู่พ่นสีรถยนต์มีค่าเฉลี่ย 2.6 ppm โดยคนงานในอู่พ่นสีเหล่านี้ รายงานว่ามีอาการของระบบประสาทส่วนกลาง ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจส่วนบน นอกจากนี้การศึกษาของ Anderson I และคณะ [5] พบว่าการรับสัมผัสโทลูอีนแบบเฉียบพลันที่ความเข้มข้น 50 ppm จะพบอาการผิดปกติทางร่างกาย หากสัมผัสที่ความเข้มข้น 100 ppm จะทำให้มีอาการอ่อนแรง ว่างนอน ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ ความคล่องตัวลดลง

คนงานที่สัมผัสสารเคมีที่มีโทลูอินเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงจะพบระดับของโทลูอินในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มคนงานอื่น วิลโล ซินเวซกิวานิช [6] ได้ศึกษาการสัมผัสโทลูอินของคนงานฝ่ายผสมสี บดสี บรรจุสี ควบคุมวัตถุดิบ ในโรงงานผลิตสี และพบว่ากรดพิพิวริกในปัสสาวะของคนงานที่สัมผัสโทลูอิน มีค่า 0.35-0.48 mg/L และการศึกษาความเข้มข้นของโทลูอินในอุ ปั่น ซ่อมสีรถยนต์ของดุชฎี หมิ่นท้อ [7] พบว่าระดับความเข้มข้นของโทลูอินในบรรยากาศการทำงานบริเวณห้องผสมสีมีค่าสูง 61.98-327.16 mg/m³ เนื่องจากคนงานในอุ่มรถยนต์มีโอกาสสัมผัสกับโทลูอินขณะปฏิบัติงาน และอาจได้รับอันตรายต่อสุขภาพดังกล่าว จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมการสัมผัสเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพ พื้นที่เทศบาลตำบลบางพูน อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี มีอุ่มรถยนต์ขนาดเล็กและอุ่มรถยนต์กลาง จำนวน 24 แห่ง ซึ่งคนงานมีการใช้สารเคมีอันตรายดังกล่าว รวมทั้งมีเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับกลิ่นเหม็นจากการพ่นสี จำนวน 8 ครั้ง [8] แต่ในปัจจุบันยังไม่มียุ่ข้อมูลระดับการสัมผัสโทลูอินของคนงานในอุ่มรถยนต์ในพื้นที่ดังกล่าวการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการสัมผัสโทลูอินและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อระดับการสัมผัสโทลูอินของคนงานในอุ่มรถยนต์ เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางการควบคุมและป้องกันการสัมผัสโทลูอินที่เหมาะสมและลดความเสี่ยงอันตรายจากการรับสัมผัสโทลูอินในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เลือกกลุ่มตัวอย่าง จากคนงานที่ปฏิบัติงานในอุ่มรถยนต์ ที่มีการพ่นสีหรือมีการใช้ทินเนอร์หรือผลิตภัณฑ์ที่มีทินเนอร์เป็นองค์ประกอบจำนวนรวม 67 ราย ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย แบบเฉพาะเจาะจง โดยเก็บข้อมูลจากคนงานจำนวน 41 คน ซึ่งทำงานในอุ่มรถยนต์ในเขตเทศบาลตำบลบางพูน อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี ที่มีกิจกรรมเคาะ พ่นสีรถยนต์ จำนวน 11 แห่ง โดยมีอุปกรณ์และวิธีการดังนี้

1. สำรวจสภาพแวดล้อมการทำงานและการระบายอากาศ รวมทั้งสังเกตวิธีการทำงานของคนงานในอุ่มรถยนต์ ในเขตเทศบาลตำบลบางพูน อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 11 แห่ง โดยใช้แบบสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงานและแบบสังเกตวิธีการทำงาน

2. สอบถามข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคนงานและลักษณะงาน โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ การศึกษา ระยะเวลาทำงานในอุ่มรถยนต์ โรคประจำตัว ประวัติการเจ็บป่วย การสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และส่วนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับลักษณะการทำงาน การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล สุขลักษณะในการทำงานและการรับรู้ความเสี่ยงของคนงานในอุ่มรถยนต์ เพื่อนำคะแนนจากการตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับระดับการสัมผัสโทลูอินของคนงานในอุ่มรถยนต์

3. ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโทลูอินในบรรยากาศการทำงาน ตลอดระยะเวลาการทำงานของคนงาน โดยใช้ปั๊มดูดอากาศแบบติดตัวบุคคล (SKC, USA) ซึ่งได้รับการสอบเทียบให้มีอัตราการดูดอากาศ 200 มิลลิตรต่อนาที ต่อกับหลอดเก็บตัวอย่างชนิดผงถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) (SKC, USA) โดยติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศที่ระดับการหายใจหรือบริเวณคอเสื้อของคนงาน และวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของโทลูอินโดยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography) ที่ห้องปฏิบัติการ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) ตามวิธีมาตรฐานของ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) หมายเลข 1501 [9]

4. ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโทลูอินในปัสสาวะของคนงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลระดับการสัมผัสโทลูอิน โดยเก็บตัวอย่างปัสสาวะของคนงานก่อนเข้างาน และเมื่อสิ้นสุดการทำงานครั้งละ 30 มิลลิตร ในภาชนะพลาสติกขนาด 60 มิลลิตร ตามแนวทางที่เสนอแนะโดยกรมควบคุมโรค [10] และวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของโทลูอินในปัสสาวะโดยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ที่ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพ กระทรวงสาธารณสุข

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อระดับการสัมผัสโทลูอินด้วยสถิติ Chi Square และ Pearson Correlation รวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับการสัมผัสโทลูอินของคนงานในอุ่มรถยนต์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

(Stepwise Multiple Regression Analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพแวดล้อมการทำงานในอู่ซ่อมรถยนต์

จากการสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงานในอู่ซ่อมรถยนต์และสังเกตวิธีการทำงานของคนงานในอู่ซ่อมรถยนต์ในเขตเทศบาลตำบลบางขุน อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 11 แห่ง สามารถแบ่งได้เป็นอู่ซ่อมรถยนต์ขนาดกลาง (พื้นที่ปฏิบัติงาน 201-450 ตารางเมตร) จำนวน 6 แห่ง (54.5%) และอู่ซ่อมรถยนต์ขนาดเล็ก (พื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่เกิน 200 ตารางเมตร) จำนวน 5 แห่ง (45.5%) การสังเกตการระบายอากาศในอู่ซ่อมรถยนต์พบว่าอู่ 2 แห่ง (18.2%) มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้และเปิดใช้งานตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน และพบอู่ซ่อมรถยนต์ 9 แห่ง (81.8%) มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศภายในอู่ แต่พัดลมมีสภาพเก่า มีคราบเขม่าสีดำและฝุ่นเกาะติดใบพัดลมหรือไม่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน การจัดพื้นที่ปฏิบัติงานของอู่ซ่อมรถยนต์ พบว่า อู่ซ่อมรถยนต์ 6 แห่ง (54.5%) มีห้องสำหรับพ่นสี ซึ่งตั้งอยู่ภายในบริเวณอู่ซ่อมรถยนต์ ห้องพ่นสีมีลักษณะปิดมิดชิดทุกด้านและมีการติดตั้งเครื่องดูดอากาศภายในห้อง ในขณะที่อู่ซ่อมรถยนต์ 5 แห่ง (45.5%) ไม่มีห้องสำหรับพ่นสี โดยพ่นสีในพื้นที่โล่งบริเวณอู่ซ่อมรถยนต์ การสำรวจสารเคมีที่มีโวลูอินเป็นองค์ประกอบที่ถูกใช้ในกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ สี ทินเนอร์ และแลคเกอร์ พบว่า ปริมาณการใช้สีเฉลี่ย 285.54 ซีซีต่อวัน (SD 115.056) ทินเนอร์ 68.29 ซีซีต่อวัน (SD 74.796) และแลคเกอร์ 175 ซีซีต่อวัน (SD 38.572) การสำรวจและสังเกตเพื่อประเมินโอกาสการสัมผัสโวลูอิน ทางผิวหนัง พบว่า คนงานในอู่ทุกแห่งมีการใช้ทินเนอร์ล้างมือ และจากการสังเกตพื้นที่ปฏิบัติงานพบว่า มีทินเนอร์หรือสารเคมีอื่นหกกรดพื้นในบริเวณที่ทำงาน ซึ่งทำให้คนงานมีโอกาสสัมผัสสารเคมีทางผิวหนังเพิ่มขึ้น การสำรวจเรื่องการป้องกันอันตรายภายในอู่พบว่า อู่ที่มีป้ายแสดงมาตรการหรือวิธีการควบคุมการสัมผัสสารเคมีภายในอู่และคนงานมีการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลได้อย่างถูกต้อง มีจำนวน 3 แห่ง (27.3%) และอู่ซ่อมรถยนต์ที่ไม่มีป้ายแสดงมาตรการหรือวิธีการควบคุมการสัมผัสสารเคมีภายในอู่จำนวน 8 อู่

วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 (2560)

(72.7%) อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่มีการจัดไว้ให้คนงาน ได้แก่ ถุงมือยางและหน้ากากป้องกันสารเคมีชนิดมีตัวกรอง และพบว่าคนงานส่วนมาก 37 ราย (90.2%) สวมอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลไม่ถูกต้อง เช่น สวมหน้ากากป้องกันสารเคมีไม่แนบสนิทกับใบหน้า ไม่สวมรองเท้าที่สามารถป้องกันอุปกรณ์หล่นกระแทกเท้าได้ สวมเพียงรองเท้าผ้าใบในงานที่ยกสิ่งของที่มีความเสี่ยง เป็นต้น

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคนงาน

จากการสอบถามข้อมูลจากคนงาน 41 ราย ซึ่งเป็นเพศชายทั้งหมด พบว่า คนงานส่วนใหญ่ 18 ราย (43.9%) มีอายุระหว่าง 31-40 ปี มีการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 6 หรือต่ำกว่า 33 ราย (80.5%) มีระยะเวลาการทำงานในอู่แห่งนี้ 6-10 ปี 18 ราย (43.9%) ไม่มีโรคประจำตัวที่วินิจฉัยโดยแพทย์ 34 ราย (82.9%) คนงานที่มีอาการทางร่างกายขณะปฏิบัติงาน 24 ราย (58.5%) โดยแยกเป็นอาการระคายเคือง แสบจุกและ/หรือทางเดินหายใจ 17 ราย (41.5%) อาการทางผิวหนัง ได้แก่ ผิวหนังแดง แสบ 4 ราย (9.8%) อาการหายใจไม่สะดวกหรือแน่นหน้าอก 2 ราย (4.9%) และการระคายเคืองตา 1 ราย (2.4%) และจากการสอบถามพฤติกรรมการสูบบุหรี่หรือยาเส้น พบว่า คนงานที่ไม่สูบบุหรี่หรือยาเส้น มีจำนวน 24 ราย (58.5%) คนงานที่สูบบุหรี่หรือยาเส้น มีจำนวน 17 ราย (41.5%) โดยปริมาณที่ สูบเฉลี่ย 4.1 มวนต่อวัน และการสอบถามพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์พบว่า คนงานที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีจำนวน 29 ราย (76.7%) โดยปริมาณที่ดื่มเฉลี่ยน้อยกว่า 4 แก้ว

ระดับการสัมผัสโวลูอิน

ระดับการสัมผัสโวลูอิน หมายถึง ปริมาณโวลูอินทั้งหมดที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ การสัมผัสทางผิวหนัง และทางปาก ซึ่งได้จากการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโวลูอินในปัสสาวะคนงาน พบว่า ระดับความเข้มข้นโวลูอินในปัสสาวะคนงาน เมื่อสิ้นสุดการทำงานมีค่า 0.001-1.679 mg/L ค่าเฉลี่ย 0.203 mg/L (SD 0.549) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดโดย American Conference of Governmental Industrial Hygienist : ACGIH (0.03 mg/L) [3] พบว่า ระดับความเข้มข้นของโวลูอินในปัสสาวะมีค่าสูงกว่ามาตรฐานจำนวน 5 ราย

(12.2%) อย่างไรก็ตามคนงานส่วนมาก 36 ราย (87.8%) มีการสัมผัสโพลูอินในระดับต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของนันทพร ภัทรพุทธ [11] ซึ่งศึกษาระดับการสัมผัสโพลูอินโดยตรวจวัดกรดพิพิวริกในปัสสาวะคนงานหลังเลิกงานและการศึกษาของอาวีระ ภัครมาตร์ [2] ทั้งนี้ คาดว่าการที่คนงานทำงานต่างๆ ในพื้นที่เปิดโล่ง ทำให้ระดับความเข้มข้นโพลูอินในบรรยากาศต่ำ และส่งผลให้ระดับโพลูอินในปัสสาวะที่ตรวจวัดได้อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับเอกสารของกรมอนามัย [12] เมื่อพิจารณาระดับความเข้มข้นของโพลูอินในปัสสาวะคนงานตามหน้าที่ พบว่าคนงานที่ทำหน้าที่พ่นสี มีระดับโพลูอินในปัสสาวะสูงสุด 1.697 mg/L (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการศึกษาของวิลโล ซินเวทิกจวานิชิน [6] ที่พบว่ากลุ่มคนงานที่สัมผัสสารเคมีที่มีโพลูอินเป็นองค์ประกอบจะมีระดับของโพลูอินในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มคนงานอื่น

ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการสัมผัสโพลูอินของคนงานในอุโมงค์มรณคดี

การศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อระดับการสัมผัสโพลูอิน ได้แก่ การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล การสัมผัสโพลูอินทางผิวหนัง การระบายอากาศในอุโมงค์มรณคดี ระดับความเข้มข้นของโพลูอินในบรรยากาศการทำงานและการรับรู้ความเสี่ยงของคนงาน ดังนี้

การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของคนงานในอุโมงค์มรณคดี: จากการสอบถามพบว่า อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่อุโมงค์มรณคดีส่วนใหญ่จัดเตรียมไว้ให้คนงานใช้ขณะทำงาน ได้แก่ ถุงมือและหน้ากากป้องกันสารเคมีชนิดมีดลักรอง จากการสังเกตพบว่า คนงานส่วนใหญ่ 34 ราย (82.9%) สวมถุงมือ หน้ากากป้องกันสารเคมีชนิดมีดลักรอง และรองเท้าขณะปฏิบัติงานโดยอุปกรณ์ที่สวมใส่มีสภาพสะอาด สมบูรณ์ และคนงานได้รับการสอนหรืออบรมวิธีการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลเมื่อได้รับมอบอุปกรณ์ โดยคนงานที่สวมอุปกรณ์ดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและสวมอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอมีเพียง 8 ราย (23.53%) ในขณะที่คนงานส่วนใหญ่ 26 ราย (76.47%) สวมถุงมือและหน้ากากป้องกันสารเคมีบางเวลาเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุณัฐรา ไนต์สุภา และคณะ [13] ที่พบว่า ทุกอยู่ที่ทำการศึกษามีการจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลให้คนงาน คือ ถุงมือและหน้ากากปิดจมูกชนิดมี

ตัวกรองไว้ประจำอยู่ แต่คนงานสวมใส่ไม่สม่ำเสมอ และแตกต่างจากการศึกษาของจินตนา นิยมน้อย [14] ที่พบว่าคนงานมีการสวมอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น เสื้อคลุมแขนยาว ถุงมือ รองเท้าบูต และแว่นตานิรภัยทุกครั้งขณะปฏิบัติงาน และสวมอย่างสม่ำเสมอ การศึกษาครั้งนี้พบว่า การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของคนงานในอุโมงค์มรณคดี มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับระดับโพลูอินในปัสสาวะ นั่นคือ หากคนงานใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง ต่อเนื่อง ขณะปฏิบัติงาน จะทำให้ระดับการสัมผัสโพลูอินในร่างกายอยู่ในระดับต่ำ

การสัมผัสโพลูอินทางผิวหนัง: จากการสังเกตและสอบถามพบว่า คนงานมีโอกาสสัมผัสโพลูอินทางผิวหนังเนื่องจากคนงานมีการใช้ทินเนอร์ทำความสะอาดร่างกาย และคนงานบางคนไม่สวมถุงมือขณะปฏิบัติงาน รวมทั้งมีสารเคมีหกบนพื้นในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของมานะ หะสาเมาะ [15] ที่พบว่า คนงานมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารโพลูอินทางผิวหนังเนื่องจากคนงานมักใช้สารทำลายในการล้างมือ และสารทำลายมักจะมีการกระเซ็นหรือหกรดใส่คนงาน และสอดคล้องกับการศึกษาของอุษณีย์ จันทรตรี [16] ที่พบว่า การไม่สวมถุงมือขณะปฏิบัติงานทำให้สารเคมีถูกดูดซึมเข้าทางผิวหนังได้และทำให้ระดับการสัมผัสโพลูอินเพิ่มสูงขึ้น การศึกษาครั้งนี้พบว่า การสัมผัสโพลูอินทางผิวหนังของคนงานในอุโมงค์มรณคดี มีความสัมพันธ์กับระดับโพลูอินในปัสสาวะ

การระบายอากาศในอุโมงค์มรณคดี: จากการสำรวจอุโมงค์มรณคดี พบว่า อุโมงค์มรณคดีขนาดเล็กไม่มีห้องสำหรับพ่นสีและไม่มีการติดตั้งเครื่องดูดอากาศในบริเวณพ่นสี โดยทำการพ่นสีในพื้นที่โล่งภายในอาคาร สำหรับอุโมงค์มรณคดีขนาดกลางมีห้องสำหรับพ่นสีและมีการติดตั้งเครื่องดูดอากาศในห้องพ่นสี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุณัฐรา ไนต์สุภา และคณะ [13] ที่มีการศึกษาเฉพาะอยู่เคาะพ่นสีพบว่า ห้องพ่นสีส่วนใหญ่ไม่ได้มาตรฐานและระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์มรณคดีไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ระดับความเข้มข้นของโพลูอินในบรรยากาศการทำงานสูง และสอดคล้องกับการศึกษาของมานะ หะสาเมาะ [15] ที่ศึกษาในกลุ่มคนงานที่สัมผัสสารโพลูอินในอุตสาหกรรมสีพบว่า สภาพแวดล้อมในการทำงานที่มีระดับความเข้มข้นของโพลูอินในสิ่งแวดล้อมสูงมีความสัมพันธ์กับระดับ

ตารางที่ 1 ระดับความเข้มข้นของโกลูอินแยกตามหน้าที่หลัก

หน้าที่หลัก	ระดับความเข้มข้นของโกลูอิน ในปัสสาวะคนงานเมื่อสิ้นสุดการทำงาน (mg/L) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ระดับความเข้มข้นของโกลูอิน ในบรรยากาศการทำงาน (mg/m ³) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
พ่นสี	0.01-1.697 (0.667)	3.76-44.26 (8.861)
โป้วสี	0.001-1.651 (0.476)	1.26-18.47 (7.329)
ล้างอุปกรณ์	0.001 (0.000)	0.94-2.75 (0.808)
ผสมสี	0.001 (0.000)	1.27-20.46 (0.637)

โกลูอินในปัสสาวะด้วย ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้พบว่า การระบายอากาศมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับระดับการสัมผัสโกลูอิน กล่าวคือ หากระบบระบายอากาศไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ระดับการสัมผัสโกลูอินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงานสูง

ระดับความเข้มข้นโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน: จากการตรวจวัดระดับความเข้มข้นโกลูอินในบรรยากาศการทำงานพบว่า ความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงานมีค่า 1.26-44.26 mg/m³ ค่าเฉลี่ย 8.44 mg/m³ (SD 1.472) (ตารางที่ 1) โดยระดับความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ทุกตัวอย่างมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดโดย ACGIH (2016) (75 mg/m³) [17] และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 (754 mg/m³) [18] ระดับความเข้มข้นที่ตรวจพบใกล้เคียงกับการศึกษาของอวีระ ภัครมาตร์ [2] ที่พบความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน ตั้งแต่ตรวจไม่พบจนถึง 82.26 mg/m³ งานที่พบระดับความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงานสูงสุดคือ งานพ่นสี และงานที่พบความเข้มข้นต่ำสุด คืองานโป้วสี แตกต่างจากการศึกษาการของดุซฎี หมิ่นห่อ [7] ที่วัดความเข้มข้นของโกลูอินและไซลินในอุ้งพ่นซ่อมสีรถยนต์พบระดับความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน สูงสุดที่ห้องผสมสี และในการศึกษานี้ พบว่าระดับความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงานมีความสัมพันธ์กับระดับการสัมผัสโกลูอิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value=0.000) คือ เมื่อระดับความเข้มข้นของโกลูอิน

ในบรรยากาศการทำงานสูงจะทำให้ระดับการสัมผัสโกลูอินเพิ่มขึ้นด้วย

การรับรู้ความเสี่ยงของคนงานในอุ้งซ่อมรถยนต์: จากการสอบถามพบว่า คนงานส่วนใหญ่มีคะแนนการรับรู้ความเสี่ยงเกี่ยวกับการสัมผัสโกลูอินเข้าสู่ร่างกาย ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการศึกษา ความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารโกลูอินของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของนันทพร ภัทรพุทธ [11] ที่พบว่า คนงานมีการรับรู้ความเสี่ยงต่อการทำงานกับโกลูอินในระดับปานกลางและมีระดับการสัมผัสโกลูอินในระดับต่ำ การศึกษาครั้งนี้พบว่า การรับรู้ความเสี่ยงของคนงานในอุ้งซ่อมรถยนต์มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับระดับการสัมผัสโกลูอิน นั่นคือ หากระดับการรับรู้ความเสี่ยงต่ำมีผลทำให้ระดับการสัมผัสโกลูอินเพิ่มขึ้น

ปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับการสัมผัสโกลูอิน ได้แก่ หน้าที่หลัก จำนวนชั่วโมงที่ทำหน้าที่งานหลักใน 1 วัน และสุขลักษณะในการทำงาน ดังนี้

หน้าที่หลักและจำนวนชั่วโมงที่ทำหน้าที่งานหลักใน 1 วัน: จากการสอบถามและตรวจวัดระดับการสัมผัสโกลูอิน พบว่า หน้าที่หลักที่แตกต่างกัน เช่น พ่นสี ล้างอุปกรณ์ หรือผสมสี ทำให้การสัมผัสโกลูอินเข้าสู่ร่างกายในช่องทางต่างๆ แตกต่างกันไป สอดคล้องกับการศึกษาของปัฐมาวดี เอื้อวงศ์สิน [19] ที่พบว่า คนงานที่ทำงานในตำแหน่ง/หน้าที่ ที่แตกต่างกันจะมีโอกาสที่จะสัมผัสสารเคมีเข้าสู่ร่างกายในระดับที่ต่างกัน ทำให้ระดับการ

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนระดับการรับรู้ความเสี่ยง

คะแนนจากแบบสอบถาม (คะแนน)	เกณฑ์ ระดับการรับรู้ความเสี่ยง	ผลการศึกษา จำนวน (ราย) (ร้อยละ)
28-30	รับรู้มาก	2 (4.88)
27-26	รับรู้ระดับปานกลาง	24 (58.54)
ต่ำกว่า 26	รับรู้น้อย	15 (36.58)

สัมผัสสารเคมีในร่างกายมีระดับต่างกันด้วย อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ พบว่า หน้าที่หลักและจำนวนชั่วโมงที่ทำหน้าที่หลัก ใน 1 วัน ของคนงานในอู่ซ่อมรถยนต์ ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับการสัมผัสโทลูอีน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Falk และคณะ [20] ที่พบว่า ระยะเวลาในการทำงานแต่ละหน้าที่มีความสัมพันธ์กับระดับการรับสัมผัสสารเคมี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาที่คนงานทำหน้าที่หลักค่อนข้างสั้น (1.06 ชั่วโมง) นอกจากนี้คนงานแต่ละคนไม่ได้ทำงานในหน้าที่หลักเพียงอย่างเดียวแต่ต้องทำงานอื่นด้วย เช่น เตรียมอุปกรณ์ในการทำงาน ติดกระดาษหนังสือพิมพ์ เตรียมงานพ่นสี เป็นต้น รวมทั้งคนงานบางส่วนมีการสวมอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลด้วย

สุขลักษณะในการทำงาน: ข้อมูลจากการสอบถามสุขลักษณะในการทำงานในด้านต่างๆ ของคนงานในอู่ซ่อมรถยนต์ พบว่า คนงานมีสุขลักษณะบางประการที่ไม่เหมาะสม เช่น ใช้ทินเนอร์ล้างมือ ไม่อาบน้ำก่อนออกจากที่ทำงาน ไม่เปลี่ยนชุดทำงานก่อนออกจากที่ทำงาน และมีสุขลักษณะบางประการที่เหมาะสม เช่น ไม่ใส่ชุดทำงานที่ไม่ทำความสะอาดสะอาดซ้ำ ไม่รับประทานอาหารและไม่สูบบุหรี่ในพื้นที่ทำงาน เมื่อพิจารณาสุขลักษณะการทำงานในภาพรวมพบว่า สุขลักษณะในการทำงานของคนงานในอู่ซ่อมรถยนต์ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับโทลูอีนในปัสสาวะ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของนันทพร ภัทรพุด [11] ที่พบว่า สุขลักษณะในการทำงานที่คนงานมีพฤติกรรมการดื่มน้ำหรือรับประทานอาหารในที่ทำงาน พฤติกรรมการล้างมือก่อนกลับบ้านมีความสัมพันธ์กับระดับโทลูอีนในปัสสาวะ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้พิจารณาสุขลักษณะต่างๆ ในภาพรวมไม่ได้แยกพิจารณาเป็นรายด้าน

การวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระดับการสัมผัสโทลูอีนของคนงานในอู่ซ่อมรถยนต์ พิจารณาจากปัจจัยทั้งหมดที่ศึกษาหรือตัวแปรต้น จำนวน 8 ตัวแปร

ได้แก่ หน้าที่งานหลัก ชั่วโมงการทำงาน หน้าที่งานหลักใน 1 วัน การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล สุขลักษณะในการทำงาน การสัมผัสทางผิวหนัง ระบบระบายอากาศภายในที่ทำงาน ระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน การรับรู้ความเสี่ยง และตัวแปรตาม จำนวน 1 ตัวแปร คือระดับการสัมผัสโทลูอีน จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เป็นตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ด้วยสถิติ Chi Square และ Pearson Correlation พบว่าตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์กับระดับการสัมผัสโทลูอีน มีจำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ (1) การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ($r = -.230$) (2) การรับรู้ความเสี่ยง ($r = -.186$) (3) ระบบระบายอากาศ ($r = -.254$) (4) ระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน ($r = .543$) และ (5) การสัมผัสทางผิวหนัง ($r = .317$) (ตารางที่ 3)

โดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise multiple regression) พบว่า ปัจจัยที่สามารถร่วมทำนายระดับการสัมผัสโทลูอีน มี 3 ปัจจัย คือ (1) ระดับโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน (2) การสัมผัสทางผิวหนัง (3) การรับรู้ความเสี่ยง (ตารางที่ 4)

โดยสมการทำนายระดับโทลูอีนในปัสสาวะคนงานหลังทำงาน คือ ระดับการสัมผัสโทลูอีน = $1.454 + 0.54$ (ระดับโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน) + 0.175 (การสัมผัสทางผิวหนัง) - 0.074 (การรับรู้ความเสี่ยง) โดยสามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับการสัมผัสโทลูอีนในปัสสาวะคนงานได้ร้อยละ 66 ทั้งนี้อาจนำสมการทำนายระดับการสัมผัสโทลูอีนนี้ไปประยุกต์ใช้กับอู่ซ่อมรถยนต์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เมื่อทราบข้อมูลปัจจัยทำนายของคนงานในอู่อื่นๆ โดยแทนค่าตัวแปรทำนายลงในสมการเพื่อทำนายระดับการสัมผัสโทลูอีนของคนงานในพื้นที่ และนำสู่การกำหนดแนวทางการป้องกันการรับสัมผัสโทลูอีนต่อไป

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างตัวแปร กับระดับการสัมผัสโกลูอินในปัสสาวะ

ตัวแปร	y	X1	X2	X3	X4	X5
ระดับการสัมผัสโกลูอิน (y)	1.000	-.230	-.186	-.254	.786	.317
ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย (X1)	-.230	1.000	.003	.258	-.176	-.069
การรับรู้ความเสี่ยง (X2)	-.186	.003	1.000	-.039	-.064	.085
ระบบระบายอากาศ (X3)	-.254	.258	-.039	1.000	-.349	-.330
โกลูอินในบรรยากาศ (X4)	.543	-.176	-.064	-.349	1.000	.234
การสัมผัสทางผิวหนัง (X5)	.317	-.069	.085	-.330	.234	1.000

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับการสัมผัสโกลูอินในปัสสาวะ

	B	SEr	β	t	p
(Constant)	1.454	1.202		1.209	.234
โกลูอินในบรรยากาศ (X3)	.054	.007	.740	7.471	.000
การสัมผัสทางผิวหนัง (X5)	.175	.110	.157	1.585	.122
การรับรู้ความเสี่ยง (X2)	-.074	.047	-.152	-1.578	.123

R=.812, R²=.660 Std. Error of Estimate =.33, P value < 0.3

แนวทางการป้องกันและควบคุมการสัมผัสโกลูอินของพนักงานในอุตสาหกรรมนี้อาจทำได้โดย (1) จัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในบริเวณพื้นที่พื้นสีและพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีอื่นๆ (2) กำหนดมาตรการการดูแลรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยในอู่ซ่อมรถ รวมทั้งการปฏิบัติเมื่อสารเคมีหกรั่วไหล (3) จัดให้มีป้ายแสดงมาตรการป้องกันการสัมผัสสารเคมีให้ทุกคนทราบ (4) จัดให้มีน้ำยาล้างมือสำหรับทำความสะอาดร่างกายที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อพนักงาน (5) จัดให้มีการอบรมเพื่อเพิ่มความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมีให้พนักงาน เช่น อันตรายของสารเคมีและการป้องกัน สุขลักษณะที่ดีในการทำงาน การใช้และดูแลรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่ถูกต้อง เพื่อให้พนักงานตระหนักถึงอันตรายของสารเคมีและปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยและลดโอกาสการรับสัมผัสสารเคมีอันตรายจากการทำงาน (6) ประเมินระดับความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน โดยการตรวจวัดระดับสารเคมีอันตรายตามที่กฎหมายกำหนดอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งมีมาตรการแก้ไขในกรณีระดับความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด (7) จัดหาอุปกรณ์คุ้มครองความ

ปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับลักษณะงานให้พนักงานไว้สวมใส่ปฏิบัติงาน เช่น หน้ากากป้องกันสารเคมี แว่นนิรภัย และถุงมือ เป็นต้น

สรุป

ระดับความเข้มข้นของโกลูอินในปัสสาวะของพนักงานเมื่อสิ้นสุดการทำงานมีค่า 0.001-1.679 mg/L (ค่าเฉลี่ย 0.203 mg/L, SD 0.549) ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ACGIH 0.03 mg/L [3] จำนวน 5 ราย โดยพบความเข้มข้นสูงสุดที่งานพื้นสี และระดับความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงานมีค่า 1.26-44.26 mg/m³ (ค่าเฉลี่ย 8.44 mg/m³, SD 1.472) ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย (754 mg/m³) [18] โดยพบความเข้มข้นสูงสุดที่งานพื้นสี และความเข้มข้นต่ำสุดที่งานโป้วสี ทั้งนี้ระดับความเข้มข้นของโกลูอินในบรรยากาศการทำงานมีความสัมพันธ์กับระดับการสัมผัสโกลูอินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value = 0.00) การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise multiple regression) ระหว่างปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล การรับรู้ความเสี่ยง ระบบระบาย

อากาศ ระดับความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานและการสัมผัสทางผิวหนัง กับระดับการสัมผัสโทลูอีน พบว่า ปัจจัยที่สามารถร่วมทำนายระดับการสัมผัสโทลูอีนในปัสสาวะ มี 3 ปัจจัย คือ (1) ระดับโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน (2) การสัมผัสทางผิวหนัง (3) การรับรู้ความเสี่ยง โดยสมการทำนายระดับโทลูอีนในปัสสาวะคนงานหลังทำงาน คือ ระดับการสัมผัสโทลูอีน = $1.454 + 0.54$ (ระดับโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน) + 0.175 (การสัมผัสทางผิวหนัง) - 0.074 (การรับรู้ความเสี่ยง) ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับการสัมผัสโทลูอีนในปัสสาวะคนงานได้ร้อยละ 66

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความเมตตาในการอบรมสั่งสอน รวมทั้งประสิทธิประสาทวิชา ความรู้ต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำองค์ความรู้มาบูรณาการ จนงานวิจัยสำเร็จลงตามความตั้งใจ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ministry of Public Health, Bureau of Epidemiology. 2014. Annual epidemiology surveillance report (occupational and environmental diseases). Retrieved 10 August 2015 from <http://boe.moph.go.th/Annual/AESR2013/annual/.php>
- [2] Pakkamart, A. 2002. Hippuric acid levels of toluene exposure workers in the car paint factory, Pitsanuloke Province. Master Thesis, Environmental Sciences, Naresuan University. (in Thai)
- [3] Summacheeva, Thailand's Toxicological Profile Database (ThaiTox) Retrieved 11 August 2015 from http://www.summacheeva.org/index_thaitox_tolene.htm
- [4] Mone, B. E., Hollund B. E. 2000. Exposure to organic solvents among car painters in Bergen, Norway. *Ann Occup Hyg* 44(3): 185-189.
- [5] Andersen I., Lundqvist GR., Pedersen OF., et al. 1983. Human response to controlled levels of toluene in six-hour exposures. *Scand J Work Env Hea.* 9(5), 405-18.
- [6] Chinavachkitvanich, W., et al. 1996. Prevalence of toluene in take among workers in paint manufactures. *Chulalongkorn University's Journal.* (in Thai)
- [7] Muenhor, D. 1999. Determination of toluene and xylene in auto body repair shops. Master Thesis, Environmental science, Chulalongkorn University. (in Thai)
- [8] Bangpooon subdistrict municipality. 2014. Records of complaint. Division of Public Health and Environmental. (in Thai)
- [9] Sutharamsa, S. 2008. Industrial Hygiene: evaluation unit 11-15, Nonthaburi Province, Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)
- [10] Department of Disease Control. 2014. Thai Biological Indices: Thai BEIs. Ministry of Public Health.
- [11] Pattarabuddha, N. 2012. A Study of risk of toluene exposure among workers in automotive industries. Master Thesis, Faculty of Public Health, Burapha University. (in Thai)
- [12] Department of Health. 2012. Volatile Organic Compound : VOCS. Ministry of Public Health. (in Thai)
- [13] Notesupa, S., et al. 2012. Environmental health problems from automobile repaired shops and their resolutions in Sakon nakhon municipality. Master Thesis, Faculty of Public Health, Khon Kaen University. (in Thai)

- [14] Niumnoi, J. 2001. Predictive factors in the use of personal protective equipment for workers in the automotive parts industries in Samutprakan Province. Master Thesis, Faculty of Nursing, Thammasat University. (in Thai)
- [15] Hasamak, M. 2011. Risk evaluation of toluene exposure: case study in paint factory. Master Thesis, Faculty of Public Health, Mahidol University. (in Thai)
- [16] Chantree, U., et al, 2014. Evidence of benzene and toluene absorption via route of skin exposure: a case study of 2 Thai male workers. Burapa University's Journal. (in Thai)
- [17] U.S. Environmental Protection Agency. 2005. Toxicological review of toluene. Retrieved July 20, 2016, from <http://www.epa.gov/ncea/iris/toxreviews/0118-tr.pdf>
- [18] Ministry of Interior. 1977. Notification on working environment (chemicals) safety. Retrieved September 2015 from <http://www.envi7.com/pdf/greenoffice5pdf>
- [19] Auewongwasin, P. 2011. Health risk of workers exposed to mixed chemicals: a case study of electronics and electronics devices factory. Master Thesis, Faculty of Public health, Thammasat University. (in Thai)
- [20] Falk-Filipsson A., Hanberg A., Victorin K., et al. 2007. Assessment factors—Applications in health risk assessment of chemicals. *Environ Res.* 104(1), 108-27.