

## บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคปอดฝุ่นทราย (silicosis) เป็นโรคที่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นซิลิกา (Silica) ซึ่งอยู่ในรูปของซิลิกอนไดออกไซด์ ( $\text{SiO}_2$ ) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่พบได้ทั่วไปในหินชนิดต่างๆ ดังนั้นงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีกระบวนการย่อย ดัด หรือการทำให้แตกหักของหิน หรืออุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์จากหิน คนงานจึงมีความเสี่ยงต่อโรคปอดฝุ่นทรายรวมทั้งภาวะแทรกซ้อน ซึ่งภาวะแทรกซ้อนที่มีข้อมูลชัดเจนและพบได้บ่อยที่สุดคือวัณโรค หรือเรียกว่าวัณโรคปอดร่วมกับโรคปอดฝุ่นทราย (silicotuberculosis)

ในประเทศไทย ได้มีรายงานการเกิดโรคปอดฝุ่นทรายเป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2497 โดยนายแพทย์นินนาท ชินะโชติ และมีการพบผู้สงสัยเป็นโรคปอดฝุ่นทรายในสถานประกอบการกลุ่มเสี่ยงอยู่เสมอ ๆ ในปี พ.ศ. 2538 กองอาชีวอนามัย ร่วมกับศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 2 และศูนย์วัณโรคเขต 2 จังหวัดสระบุรี พบร้อยละ 93.9 มีปริมาณฝุ่นทุกขนาด (Total dust) และ/หรือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่จะสามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนบนได้ (Respirable dust) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งจากพบผู้สงสัยเป็นโรคปอดฝุ่นทรายและวัณโรคปอดจำนวนร้อยละ 9.0 และร้อยละ 1.9 ตามลำดับ ซึ่งอัตราการชุกของโรคปอดฝุ่นทรายมีความสัมพันธ์กับอายุ และจากรายงานประจำปีของกระทรวงสาธารณสุข พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 -2544 มีอัตราอุบัติการณ์ของผู้ป่วยด้วยโรคปอดฝุ่นทรายอยู่ระหว่าง 7.1-20.7 รายต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง 1000 คน และในปี พ.ศ. 2544 ยังมีการรายงาน พบวัณโรคปอด (pulmonary tuberculosis) 3.7 ราย และ วัณโรคปอดร่วมกับโรคปอดฝุ่นทราย (silicotuberculosis) 0.44 รายต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง 1000 คน

แต่เป็นที่ทราบกันดีว่าโรคปอดฝุ่นทราย ยังไม่มีแนวทางการรักษาที่เป็นเฉพาะ และวินิจฉัยจากภาพถ่ายทรวงอกรวมทั้งกลไกการเกิดโรคมีความคล้ายคลึงอย่างมากกับวัณโรค กล่าวคือเมื่อร่างกายได้รับฝุ่นทรายหรือเชื้อวัณโรคซึ่งเป็นสิ่งแปลกปลอมเข้าไป กลไกของร่างกายจะมีการทำลายสิ่งแปลกปลอมดังกล่าวในลักษณะที่คล้ายกัน ต่างกันที่เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแล้วซิลิกา (Silica) จะถูกสะสมจนกลายเป็นพังผืด แต่เชื้อวัณโรคจะถูกทำลายหรือกดไว้จนไม่แสดงอาการ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและการมีภูมิคุ้มกันด้านทานของร่างกาย จากลักษณะดังกล่าวทำให้มีความผิดพลาดในการติดตามโรค และการรักษาได้

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาสถานการณ์ของการเกิดโรคปอดฝุ่นทรายและวัณโรค และ วัณโรคพร้อมกับโรคปอดฝุ่นทรายในประเทศไทย ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดของโรค รวมถึงการตั้งสมมติฐานในกรณีที่มีผู้สัมผัสฝุ่นซิลิกาที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เล็ก ๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดวัณโรคปอด แต่อาจสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรคปอดให้แก่ร่างกายได้ ซึ่งภูมิคุ้มกันต้านทานดังกล่าวอาจมีผลกับการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย หรือแม้แต่วัณโรคพร้อมกับโรคปอดฝุ่นทราย จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรคกับการเกิดโรคทั้งสอง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนา การเฝ้าระวัง และป้องกันโรคขั้นปฐมภูมิต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอัตราการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคพร้อมกับโรคปอดฝุ่นทราย ในกลุ่มคนทำงานโรงโม่หิน
2. ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคพร้อมกับโรคปอดฝุ่นทราย
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของการเกิดวัณโรค ระหว่างกลุ่มคนที่เป็นและไม่เป็นโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคพร้อมกับโรคปอดฝุ่นทราย
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาที่เกิดโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคพร้อมกับโรคปอดฝุ่นทรายภายหลังการสัมผัสปัจจัยเสี่ยง (person exposure year) รวมถึงระยะเวลาในการสัมผัสฝุ่นซิลิกา ระหว่างกลุ่มคนที่มีและไม่มีปฏิกิริยาต่อการทดสอบการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค

### วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวาง (cross-sectional study) โดยทำการศึกษาในกลุ่มคนงานทำงานเกี่ยวกับการสกัด บด ย่อยหิน ในรูปแบบการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคพร้อมกับโรคปอดฝุ่นทราย กับกลุ่มควบคุม ในด้านความแตกต่างของการมีปฏิกิริยาต่อการทดสอบการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค, ชนิดของเชื้อวัณโรคที่พบ, ความเข้มข้นของฝุ่น และจำนวนปีที่สัมผัสฝุ่น รวมทั้งศึกษาปัจจัยเกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการเกิดโรคทั้งสองด้วย ซึ่งการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การศึกษาในเชิงพรรณนา โดยทำการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ถึง 2544 เกี่ยวกับอัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทราย เพื่อทราบสถานการณ์โรคของประเทศไทย และศึกษาโดยละเอียดสำหรับข้อมูลในปี พ.ศ. 2544 เกี่ยวกับผู้ป่วยความเข้มข้นของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (respirable dust) และ เปรอร์เซนตซิลิกา (% free silica; % SiO<sub>2</sub>)

จากทุกภาคของประเทศไทย รวมทั้งอุบัติการณ์ของวัณโรคปอด และวัณโรคปอดร่วมกับโรคปอดฝุ่นทราย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทรายและวัณโรคปอด กับความเข้มข้นของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (respirable dust) และ เปอร์เซนต์ซิลิกา (% free silica; % SiO<sub>2</sub>)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราความชุกของโรคกับปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องได้แก่ ลักษณะส่วนบุคคล, ประวัติการสูบบุหรี่ และประวัติการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ ในจังหวัดสุพรรณบุรี จากคนงานที่สุ่มตัวอย่างมาจากโรงโม่หิน 12 โรงงาน จำนวน 164 คน โดยแบบสัมภาษณ์และเก็บตัวอย่างเสมหะ โดยทำการวิเคราะห์ห้ด้วยวิธีย้อมสี (acid fast staining) เพื่อศึกษาอัตราความชุกของโรคปอดฝุ่นทรายและผู้ที่ถูกคาดว่าจะเป็วัณโรคปอด (suspected pulmonary tuberculosis)

2. การศึกษาความสัมพันธ์กับวัณโรคปอด โดยการเก็บตัวอย่างเสมหะ 3 วันจากคนงานโรงโม่หินจากทุกภาคของประเทศไทยจำนวน 123 คน ตัวอย่างเป็นผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยจากกระทรวงสาธารณสุข ว่าเป็นโรคปอดฝุ่นทราย (case) จำนวน 76 คน และเป็นคนงานที่ทำงานในบริเวณใกล้เคียงและมีอายุ รวมทั้งอายุงานใกล้เคียง ( $\pm 5$  ปี) กับผู้ที่ได้รับวินิจฉัยว่าเป็นโรคปอดฝุ่นทราย (control) จำนวน 47 คน และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเสมหะด้วยวิธี การย้อมสี (acid fast staining), วิธีทางอณูชีววิทยา (polymerase chain reaction technique) และการเพาะเชื้อวัณโรค (culture technique methods)

3. การศึกษาภาวะการมีภูมิต้านทานเชื้อวัณโรค โดยการทดสอบด้วยชุดตรวจสอบทูเบอร์คูลิน (tuberculin; monostest) เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างการมีภูมิต้านทานวัณโรคกับกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุม จากนั้นศึกษาความแตกต่างของระยะเวลาที่เกิดโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคร่วมกับโรคปอดฝุ่นทรายภายหลังการสัมผัสปัจจัยเสี่ยง (person exposure year) รวมถึงระยะเวลาในการสัมผัสฝุ่นซิลิกาไ้ระหว่างกลุ่มคนที่ม่และมีปฏิกิริยาต่อการทดสอบการมีภูมิต้านทานวัณโรค กลุ่มผู้ป่วยโรคปอดฝุ่นทรายมีจำนวนทั้งหมด 71 คนที่ไม่พบการติดเชื้อในกลุ่ม *mycobacterium*, และกลุ่มผู้ป่วยวัณโรคร่วมกับโรคปอดฝุ่นทรายพบจำนวนทั้งสิ้น 5 คนที่พบการติดเชื้อในกลุ่ม *mycobacterium* จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเสมหะด้วยวิธีการทั้ง 3 วิธีดังกล่าวข้างต้น

ข้อมูลจะถูกวิเคราะห์โดยโปรแกรม spss 10.1 for windows และ epi info 6.04b สถิติที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ ได้แก่ chi-square for trend และ ทดสอบความแตกต่าง/ความเหมือน โดย chi-square สถิติที่ใช้ในการทดสอบค่าเฉลี่ยคือ t-test ภายหลังจากการทดสอบการกระจายปกติของข้อมูล

### ผลที่ได้

1. การศึกษาในเชิงพรรณนา พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ถึง 2544 อัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทรายยังคงอยู่ในระดับสูง ที่ 7.1 ถึง 20.7 คน ต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง 1000 คน แต่ไม่มีความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นระหว่างปีที่เพิ่มขึ้นกับอัตราอุบัติการณ์ของโรค ( $\chi^2 = 0.831$ ;  $p > 0.05$ ) อีกทั้งในปี พ.ศ. 2544 ข้อมูลของความเข้มข้นของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (respirable dust) และ เปอร์เซนต์

ซิลิกา (% free silica; %  $\text{SiO}_2$ ) จากทุกภาคของประเทศไทย พบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นที่สูงสุดคือภาคใต้  $9.35 \pm 10.08$  มก./ลบ.ม. และต่ำสุดคือภาคเหนือ  $0.61 \pm 0.31$  มก./ลบ.ม. ในขณะที่ เปอร์เซนต์ซิลิกาสูงสุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  $11.07 \pm 8.13$  เปอร์เซนต์ และต่ำสุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อีสาน)  $0.02 \pm 0.02$  เปอร์เซนต์ และภาคใต้ยังมีเปอร์เซนต์ของตัวอย่างฝุ่นเกินค่ามาตรฐานมากที่สุด คือ 50 เปอร์เซนต์ ส่วนภาคเหนือ ไม่พบตัวอย่างฝุ่นที่เกินค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐานของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คำนวณจากสูตร  $10 / (\% \text{SiO}_2 + 2)$ ) และในปีเดียวกันพบอัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทรายมากที่สุดในภาคใต้ 56.3 ราย ต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง 1000 คน และพบน้อยที่สุดในภาคเหนือ 7 รายต่อ 1000 คนและพบอัตราอุบัติการณ์ของวันโรคปอดมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อีสาน) 15.1 รายต่อประชากร 1000 คน น้อยที่สุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3.6 รายต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง 1000 คน และยังพบวันโรคปอดร่วมกับโรคปอดฝุ่นทราย 2 รายในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทรายและวันโรคปอด กับความเข้มข้นของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (respirable dust) และ เปอร์เซนต์ซิลิกา (% free silica; %  $\text{SiO}_2$ ) พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่มากขึ้นมีความสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทรายและวันโรค ( $\chi^2 = 26.352$ ;  $p < 0.05$ ) ในขณะที่เปอร์เซนต์ซิลิกามีความสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์ของการเกิดวันโรคปอดอย่างน้อยสำคัญ ( $\chi^2 = 9.571$ ;  $p < 0.05$ )

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราความชุกของโรคกับปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยการสำรวจจากจำนวนคนงานทั้งหมด 164 คน จากโรงงานไม้หิน 12 โรง โดยใช้แบบสัมภาษณ์และการเก็บตัวอย่างเสมหะวิเคราะห์โดยวิธีย้อมสี (acid fast staining) ผลการศึกษาพบว่า อัตราความชุกของโรคปอดฝุ่นทรายเท่ากับร้อยละ 10.1 และผู้ป่วยที่อาจจะเป็นวันโรคร้อยละ 2.3 โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีอายุมากกว่า 41 ปี และมีระยะเวลาในการทำงานมากกว่า 11 ปี ทั้งสองโรค และพบว่าอัตราความชุกของโรคปอดฝุ่นทรายมีความสัมพันธ์กับอายุ และระยะเวลาในการทำงาน อย่างมีนัยสำคัญ ( $\chi^2 = 16.782$  และ  $4.20$ ;  $p < 0.05$ ) ยังพบอีกว่าผู้ที่ตรวจพบโรคปอดฝุ่นทรายมีประวัติการสูบบุหรี่นานมากกว่า 15 ปี และยังพบว่า การสูบบุหรี่อย่างต่อเนื่องมี

ความสัมพันธ์กับอัตราความชุกของโรคปอดฝุ่นทรายอย่างมีนัยสำคัญ ( $\chi^2 = 12.039$ ;  $p < 0.05$ ) ในขณะที่ปริมาณที่สูบหรือประวัติว่าเคยสูบบุหรี่ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราความชุกของโรคทั้งสอง ในขณะที่การศึกษาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ พบว่าผู้ที่ตรวจพบโรคปอดฝุ่นทรายส่วนใหญ่ไม่เคยใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ เป็นจำนวนร้อยละ 22.9 พบความสัมพันธ์ระหว่างการไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจกับความชุกของโรคปอดฝุ่นทรายอย่างมีนัยสำคัญ ( $\chi^2 = 16.566$ ;  $p < 0.05$ )

2. การศึกษาความสัมพันธ์กับวัณโรคปอด โดยการเก็บตัวอย่างเสมหะ 3 วัน จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเสมหะด้วยวิธี การย้อมสี (acid fast staining), วิธีทางอณูชีววิทยา (polymerase chain reaction technique) และการเพาะเชื้อวัณโรค (culture technique methods) ซึ่งผลการ วิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจากวิธีการวิเคราะห์ พบว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี (acid fast staining) พบว่ามีเชื้อในกลุ่มของ *Mycobacterium specie* ในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดฝุ่นทรายจำนวน 5 คน (6.58%) และในกลุ่มควบคุม 2 คน (4.26%) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีอณูชีววิทยา (polymerase chain reaction ) พบเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* 1 คนจากกลุ่มผู้ป่วย และ อีก 1 คนจากกลุ่มควบคุม รวมทั้งในกลุ่มผู้ป่วยยังพบเชื้อในกลุ่ม *Mycobacterium species* 7 คน (9.21%) และ ในกลุ่มควบคุม 8 คน (17.02%) และการวิเคราะห์ด้วยวิธีเพาะเชื้อ (culture technique) ในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดฝุ่นทรายพบเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* จำนวน 2/76 คน (2.63%) และเชื้อ non *Mycobacterium tuberculosis* จำนวน 3 คน ได้แก่เชื้อ *Mycobacterium avium*, *Mycobacterium cocci* และ *Mycobacterium gordonae* ในขณะที่กลุ่มควบคุมพบ 2 คน ได้แก่เชื้อ *Mycobacterium simae* และ *Mycobacterium chelonae*.

3. การศึกษาภาวะการมีภูมิคุ้มกันต้านเชื้อวัณโรค คนงานทั้งหมด 123 คนที่ได้รับการตรวจวิเคราะห์เสมหะ จะได้รับการสัมภาษณ์โดยแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลเกี่ยวกับครอบครัวและการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง และทดสอบความเหมือนระหว่างกลุ่มผู้ป่วยกับกลุ่มควบคุมด้วย chi-square test ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลเกี่ยวกับครอบครัวและการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุม

สำหรับในด้านปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องประวัติการสูบบุหรี่ การเจ็บป่วยด้วยโรคหรือการได้รับบาดเจ็บในบริเวณท้อง/ทรวงอกด้านบน และการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ (PPE) พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มตัวอย่าง ( $p > 0.05$ ) ในขณะที่ข้อมูลยังพบว่าทั้งกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุมยังมีการสูบบุหรี่อย่างต่อเนื่อง ถึงร้อยละ 47.37 และ 40.43 อีกทั้งยังไม่มี การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจอย่างต่อเนื่อง หรือไม่เคยใช้เลย มากถึง ร้อยละ 50 ในกลุ่มผู้ป่วย และ ร้อยละ 67.96 ในกลุ่มควบคุม

ในด้านความเหมือนของหน้าที่ในการทำงานระหว่างกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) แต่พบว่ากลุ่มผู้ป่วยส่วนใหญ่มีจะทำงานอยู่ในส่วนงานผลิตถึง ร้อยละ 50 และยังพบได้ในกลุ่มงานอื่น ๆ ได้แก่งานขับรถบรรทุกร้อยละ 19.74, งานซ่อมบำรุงร้อยละ 14.47 หรือแม้แต่งานในสำนักงานก็ยังพบผู้ป่วยถึงร้อยละ 15.79

ในการสัมผัสสิ่งแวดล้อมที่อาจมีผลต่อการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย ในเรื่องของที่พักอาศัย, การใช้เตาถ่าน, การใช้ยาฆ่าแมลง และอายุของบ้านที่พัก และยังพบว่าทั้งกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุม ร้อยละ 78.75 และ 63.83 ตามลำดับ พักอาศัยอยู่ในที่พักซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับโรงโม่หิน อีกทั้งพบว่ากลุ่มผู้ป่วยร้อยละ 42.12 และกลุ่มควบคุมร้อยละ 34.04 ยังคงใช้งานเตาถ่านอย่างต่อเนื่อง และทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่ยังมีประวัติการใช้ยาฆ่าแมลงอย่างสม่ำเสมอ ร้อยละ 59.21 สำหรับกลุ่มผู้ป่วย และร้อยละ 53.19 ในกลุ่มควบคุม รวมทั้งพบว่ากลุ่มผู้ป่วยส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในบ้านเรือนที่อายุมากกว่า 10 ปีร้อยละ 44.74 และกลุ่มควบคุมร้อยละ 48.94

เกี่ยวกับประวัติการเป็นภูมิแพ้ของกลุ่มตัวอย่าง และการเจ็บป่วยของคนในครอบครัว ได้แก่ พ่อ, แม่, ปู่, ย่า, ตา, ยาย พี่, น้อง และลูก ซึ่งไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุม ( $p>0.05$ ) ยังพบว่ากลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุม มีประวัติการได้วัคซีน BCG มาก่อน และไม่เคยได้รับการตรวจทดสอบด้วยทูเบอร์คิวลินที่บริเวณผิวหนังมาก่อนภายในระยะเวลา 1 ปี

ไม่มีความแตกต่างของผลการวิเคราะห์เสมหะทางห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการย้อมสี (acid fast staining; AFB), วิธีอณูชีววิทยา (polymerase chain reaction ; PCR) และ การเพาะเชื้อ (culture technique) ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุม ( $p>0.05$ ).

สำหรับการศึกษาด้านภาวะการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค ในกลุ่มทั้งสอง พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้ป่วยกับกลุ่มควบคุม ( $p<0.05$ ) และ ค่า odd ratio เท่ากับ 0.04 ในขณะที่ภาวะการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรคไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุมที่มีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการพบการติดเชื้อ *M. tuberculosis* และ *non-M. tuberculosis*

การศึกษาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ person exposure year และระยะเวลาการสัมผัสเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่มีการตรวจพบการติดเชื้อ *M. tuberculosis* หรือ *non-M. tuberculosis* จำนวน 71 คน โดยในเบื้องต้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายของข้อมูลโดย rank-sum test พบว่ามีการกระจายแบบปกติ ( $r-s = 0.0688$ ;  $p>0.05$ ) และทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย t-test พบว่าค่าเฉลี่ย person exposure year ของผู้ป่วยโรคปอดฝุ่นทราย ซึ่งได้จากการคำนวณโดยการคูณกันระหว่างจำนวนปีที่สัมผัส กับ ความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นที่ได้รับ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่พบปฏิกิริยากับไม่พบปฏิกิริยาจากการทดสอบภาวะการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรคอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) โดยในกลุ่มผู้ป่วยที่มีปฏิกิริยาของภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค มีระยะเวลานานกว่ากลุ่ม

ที่ไม่มีปฏิกิริยา และค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการทำงานที่อาจได้สัมผัสฝุ่นซิลิกาหรือฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่พบปฏิกิริยากับไม่พบปฏิกิริยาจากการทดสอบภาวะการมีภูมิต้านทานวัณโรคอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยในกลุ่มผู้ป่วยที่มีปฏิกิริยาของภูมิต้านทานวัณโรค มีระยะเวลาในการทำงานสัมผัสฝุ่นนานกว่ากลุ่มที่ไม่มีปฏิกิริยา

ในด้านการศึกษาค่าเฉลี่ยของ person exposure year และระยะเวลาการสัมผัส ของผู้ป่วยด้วยวัณโรคร่วมกับโรคปอดฝุ่นทราย ในกลุ่มที่มีการตรวจพบการติดเชื้อ *M. tuberculosis* หรือ non-*M. tuberculosis* จำนวน 5 คน ( $p < 0.05$ ) โดยในกลุ่มผู้ป่วยที่มีปฏิกิริยาของภูมิต้านทานวัณโรค มีเฉพาะระยะ person exposure year ที่นานกว่ากลุ่มที่ไม่มีปฏิกิริยา

### การวิจารณ์ผลที่ได้

จากการศึกษา เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการมีภูมิต้านทานวัณโรคกับการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย นั้น ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน และในแต่ละส่วนมีความสำคัญดังนี้

1) การศึกษาย้อนหลัง 7 ปีพบว่าอัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทรายยังคงอยู่ในระดับสูงประมาณ 7.1 ถึง 20.7 คน ต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง 1000 คน รวมทั้งค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (respirable dust) ค่าเฉลี่ยที่สูงสุดคือภาคใต้ และเกินค่ามาตรฐานมากที่สุดคือร้อยละ 50 ในขณะที่ เปรอร์เซนตซิลิกา (% free silica; %  $\text{SiO}_2$ ) สูงสุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทรายที่พบมากที่สุดใภาคใต้ ในขณะที่อัตราอุบัติการณ์ของวัณโรคปอด พบมากที่สุดใภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และความสัมพันธ์ของอัตราอุบัติการณ์ของโรคทั้งสอง กับความเข้มข้นของฝุ่นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในขณะที่ เปรอร์เซนตซิลิกามีความสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์ของวัณโรคปอด

การศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราความชุกของโรคกับปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง พบว่าความชุกของโรคปอดฝุ่นทรายมีความสัมพันธ์กับอายุ และระยะเวลาในการทำงาน และสำหรับปัจจัยในการสูบบุหรี่พบว่าผู้ที่ตรวจพบโรคปอดฝุ่นทรายมีประวัติการสูบบุหรืนานมากกว่า 15 ปี และยังพบว่าการสูบบุหรี่อย่างต่อเนื่องมีความสัมพันธ์กับอัตราความชุกของโรคปอดฝุ่นทราย และในด้านการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจกับอุบัติการณ์ของโรคปอดฝุ่นทราย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของณรงค์ศักดิ์ อังคะสุวพลา ในปี พ.ศ. 2538 ที่พบว่าอัตราความชุกของโรคปอดฝุ่นทรายมีความสัมพันธ์กับอายุ ทั้งยังพบอีกว่ากลุ่มตัวอย่างยัง 2 กลุ่มทำงาน พักอาศัย และสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลกับการพัฒนาความรุนแรงของโรคปอดฝุ่นทราย ได้แก่ ร้อยละ 47.37 และ 40.43 ของทั้งกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุมยังมีการสูบบุหรี่อย่างต่อเนื่อง และไม่มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจอย่าง

ต่อเนื่อง หรือไม่เคยใช้เลย มากถึง ร้อยละ 50 ในกลุ่มผู้ป่วย และ ร้อยละ 67.96 ในกลุ่มควบคุม กลุ่มผู้ป่วยส่วนใหญ่ยังคงทำงานอยู่ในส่วนงานผลิตถึงร้อยละ 50 และทั้งกลุ่มผู้ป่วยและกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ร้อยละ 78.75 และ 63.83 ตามลำดับ ยังพักอาศัยอยู่ในที่พักซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับโรงโม่หิน อีกทั้งยังพบว่ามียุงกัดถึงร้อยละ 42.12 และกลุ่มควบคุมร้อยละ 34.04 ยังใช้งานเตาถ่านอย่างต่อเนื่อง และทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่ยังมีประวัติการใช้ยาฆ่าแมลงอย่างสม่ำเสมอ ร้อยละ 59.21 สำหรับกลุ่มผู้ป่วย และร้อยละ 53.19 ในกลุ่มควบคุม รวมทั้งยังพบว่ากลุ่มผู้ป่วยส่วนใหญ่ยังอาศัยอยู่ในบ้านเรือนที่อายุมากกว่า 10 ปี ร้อยละ 44.74 และในกลุ่มควบคุมร้อยละ 48.94 ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าว อาจจะทำให้อัตราการเกิดของโรคในประเทศไทยไม่สามารถลดลงได้

2) การศึกษาความสัมพันธ์กับวัณโรคปอด จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเสมหะ พบว่าผลการวิเคราะห์แสดงการติดเชื้อจุลินทรีย์ *M. tuberculosis* และ *non Mycobacterium tuberculosis* ซึ่งได้แก่เชื้อ *M. avium*, *M. cocci* และ *M. gordonae* ในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคปอดฝุนทราย ร้อยละ 6.58 ในขณะที่กลุ่มควบคุมร้อยละ 4.26 พบเชื้อ *M. simae* และ *M. chelonae*

3) การศึกษาภาวะการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค พบว่าสำหรับการศึกษาด้านภาวะการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค ในกลุ่มทั้งสอง พบว่า มีความแตกต่างระหว่างระหว่างกลุ่มผู้ป่วยกับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มควบคุมจะมีภาวะภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรคมากกว่ากลุ่มผู้ป่วย และเมื่อทำการศึกษาในระหว่างกลุ่มผู้ป่วยเองพบว่าในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดฝุนทราย มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ person exposure year และระยะเวลาการสัมผัส ในขณะที่กลุ่มผู้ป่วยวัณโรคร่วมกับโรคปอดฝุนทรายพบมีความแตกต่างเฉพาะค่าเฉลี่ยของ person exposure year ซึ่งอาจจะเกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่น้อยเกินหรือไป หรืออาจจะกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของฝุนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาวัณโรคร่วมกับโรคปอดฝุนทรายด้วย

จากผลการศึกษาอาจจะสรุปในเบื้องต้นได้ว่า การมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรคมีความสัมพันธ์กับการลดระยะเวลาในการเกิดโรคปอดฝุนทราย และ/หรือภาวะแทรกซ้อนจากวัณโรคในกลุ่มผู้ป่วยดังกล่าว ซึ่งอย่างไรก็ตาม การศึกษาภาวะภูมิคุ้มกันต้านทานด้วยวิธีการทดสอบที่มีความแม่นยำ และความจำเพาะเจาะจง ยังมีความจำเป็นมากในอนาคต เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ชัดเจนว่าการมีภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค จะมีประโยชน์กับผู้ป่วยโรคปอดฝุนทราย หากแต่ต้องทำการศึกษาต่อไปอีกว่าวิธีการใด และ/หรือปริมาณ ที่จะเหมาะสมกับการให้ภูมิคุ้มกันแก่กลุ่มผู้ป่วยโรคปอดฝุนทรายต่อไป



### ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย

สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน ตามบทบาทหน้าที่ของสำนักงานประกันสังคม ที่มีบทบาท ในการบริหารทางสังคมในระยะยาวอีกระบบหนึ่งที่โดยมีรัฐเป็นผู้ดำเนินการ ด้วยการให้ประชาชนผู้มีรายได้แต่ละคนได้มีส่วนช่วยตนเองหรือครอบครัว โดยร่วมกันเสี่ยงภัยหรือช่วยเหลือบำบัดความทุกข์ยากเดือดร้อนซึ่งกันและกันระหว่างผู้มีรายได้ในสังคม ด้วยการออกเงินสมทบเข้ากองทุน โดยนายจ้างและ ลูกจ้าง ซึ่ง กองทุนนี้จะจ่ายประโยชน์ทดแทนให้แก่ผู้ส่งเงินสมทบเมื่อเกิดความเดือดร้อน เช่น เจ็บป่วย คลอดบุตร ว่างาน ชราภาพ เป็นต้น ดังนั้นการประกันสังคมจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ยึดหลักการพึ่งตนเองและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ของประชาชน โดยมีความมุ่งหมายที่จะเป็นหลักการพึ่งตนเองและช่วยเหลือซึ่งกันและกันของประชาชน โดยมีความมุ่งหมายที่จะเป็น หลักประกัน และคุ้มครองความเป็นอยู่ของประชาชน ให้มีความมั่นคงในการดำรงชีวิตแม้มีเหตุการณ์ที่ทำให้ต้องขาดแคลนรายได้ก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติสุข

จากผลของการวิจัยกับบทบาทของสำนักงานประกันสังคม ผู้วิจัยมีความประสงค์ ผลการวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาต่อไปจนถึงขั้นที่จะมีประโยชน์ต่อการการป้องกันและควบคุมโรคปอดฝุ่นทรายให้กับผู้ปฏิบัติงาน อันได้แก่

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบในการติดตาม และสอบสวน โรคปอดฝุ่นทรายจากการทำงาน ซึ่งพบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิด โรคปอดฝุ่นทรายนอกจากปริมาณฝุ่นที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับแล้วนั้นยังมีภาวะแทรกซ้อนมากมายที่จะเสริมทำให้อัตราความรุนแรงของโรคมมากขึ้น อาทิ เช่น อายุ อายุการทำงาน ปริมาณฝุ่นที่ได้รับสัมผัส รวมเปอร์เซ็นต์ซิลิกาในฝุ่นที่ได้รับสัมผัส การสูบบุหรี่ การไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รวมทั้งการได้รับสัมผัสฝุ่นนอกงาน

2. ในด้านการดำเนินการควบคุม โรคปอดฝุ่นทรายและภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดกับ ผู้ปฏิบัติงาน จากผลการวิจัย จะพบว่าการควบคุมอัตราการเกิดโรคจะต้องคำนึงถึงมาตรการในการควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นการรณรงค์เลิกสูบบุหรี่ การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ การจัดหาที่พักอาศัยให้ห่างไกลจากแหล่งอันตราย การควบคุมการสัมผัสฝุ่นนอกงาน หรือ แม้แต่การควบคุมฝุ่นที่แหล่งกำเนิด เพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นทั้งในบรรยากาศการทำงาน และสิ่งแวดล้อม

3. ในด้านการป้องกันโรค จากผลการวิจัยพบว่าการภาวะภูมิคุ้มกันต้านทานวัณโรค นั้นมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคปอด ซึ่งในอนาคตหากมีการศึกษาให้มีความลึกซึ้งมากขึ้น จะทำให้สามารถป้องกันโรคปอดฝุ่นทรายเป็นรวมทั้งภาวะแทรกซ้อนเช่นวัณโรคปอดได้

ซึ่งประโยชน์ดังกล่าวข้างต้น สำนักงานประกันสังคมจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดูแลผู้ป่วย การจ่ายเงินทดแทนจากการเจ็บป่วย การประกันอุบัติเหตุและโรคอันเกิดจากการทำงาน และการประกันการเสียชีวิต

#### กระทรวงสาธารณสุข

1) วิธีการเฝ้าระวังวัณโรคปอดร่วมกับโรคปอดฝุ่นทรายในปัจจุบัน ที่มีการดำเนินการอยู่ อาจต้องมีการปรับปรุง เพราะจากข้อมูลที่พบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง และผลการวิจัยในครั้งนี้ อาจกล่าวได้ว่าภาวะแทรกซ้อนจากวัณโรค ในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดฝุ่นทราย จะมีอัตราอุบัติการณ์ในระดับสูง การเฝ้าระวังในปัจจุบัน คือการเก็บตัวอย่างเสมหะ และวิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสีในเบื้องต้น และหากพบมีความผิดปกติ ก็จะทำการรักษาด้วยยาฆ่าเชื้อวัณโรค แต่ผลการวิจัยนี้พบว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวไม่มีความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ด้วยวิธีเพาะเชื้อ หรือวิธีทางอนุวิทยาซึ่งมีความจำเพาะเจาะจงใกล้เคียงกัน เพราะผู้ที่ตรวจพบการติดเชื้อที่ยังมีชีวิต ในบางรายไม่แสดงผลบวกในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการย้อมสี ในขณะที่การเพาะเชื้อจะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีอนุวิทยา แต่อาจใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์นานกว่า ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่า ยารักษาอาจจะมีประโยชน์ต่อการช่วยลดความรุนแรงของการพัฒนาของโรค แต่ก็จะทำให้เกิดการดื้อยาได้ง่าย อีกทั้งการประสานในการเข้าพบผู้ป่วย เพื่อเก็บตัวอย่างเสมหะมาวิเคราะห์นั้น มักจะประสบปัญหาในการติดตาม และควบคุมวิธีการเก็บตัวอย่าง ฉะนั้นการเลือกวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสม ก็มีความจำเป็นที่ควรจะมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการดังกล่าว เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเฝ้าระวังวัณโรคที่จะเกิดแทรกซ้อนได้

2) จากผลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ อายุ, อายุงาน, การสูบบุหรี่, การไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจ, การพักอาศัยใกล้โรงงาน, การสัมผัสฝุ่นบนท้องถนน, การใช้เตาถ่าน และการใช้ยาฆ่าแมลง กับการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย และภาวะแทรกซ้อน มีประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในการดูแลผู้ป่วย และผู้ที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย และภาวะแทรกซ้อน ในการดำเนินการเฝ้าระวัง และควบคุมให้ถูกต้อง

3) ความสัมพันธ์ระหว่างการมีภูมิต้านวัณโรคกับการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคปอดร่วมกัน โรคปอดฝุ่นทราย ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการดูแลผู้ป่วย และกลุ่มเสี่ยง ควรตระหนักถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว และควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในการใช้วิธีการทดสอบภาวะภูมิต้านทานที่มีความแม่นยำ และความจำเพาะเจาะจงมากขึ้น เพราะการทดสอบด้วยทูเบอร์คูลินเป็นการทดสอบแบบคัดกรอง (screening test) ซึ่งจากความสัมพันธ์ที่ถูกรับจากการวิจัยครั้งนี้ น่าจะเป็นข้อมูลสนับสนุน ให้เกิดการวิจัยต่อไปได้ รวมทั้งการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณ และ/หรือวิธีการให้ภูมิต้านทานที่เหมาะสม มีความเป็นไปได้และน่าจะได้รับการสนับสนุนให้มีการศึกษาต่อไปอีกด้วย

เพื่อที่จะได้นำข้อสรุปมากำหนดเป็นมาตรการให้ภูมิด้ำนทาน แก่ผู้ที่มีความเสี่ยงเพื่อเป็นการ  
ป้องกันกการเกิดโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคปอดร่วมกับโรคปอดฝุ่นทราย ต่อไปในอนาคต

หน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากการจัดการเกี่ยวกับโรคปอดฝุ่นทรายจากโรงงานไม่หิน  
ในประเทศไทย มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้วยกันมากมาย นอกจากกระทรวงแรงงานและกระทรวง  
สาธารณสุขซึ่งสามารถนำผลการศึกษาไปพัฒนาการจัดการเกี่ยวกับโรคปอดดังกล่าวมาแล้ว ยังมี  
กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งมีบทบาทในการป้องกันและควบคุมอันตรายจากการทำงานในสถาน  
ประกอบ รวมทั้งโรคจากการทำงานโดยตรง ฉะนั้นผลจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะมีประโยชน์สูงสุด  
เมื่อนำไปปรับใช้ในการดำเนินมาตรการต่าง ๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ทั้งในด้านการ  
ป้องกัน รักษา และควบคุม เช่นในด้านของการป้องกัน ควรมีการพัฒนามาตรการในการควบคุม  
ปริมาณของฝุ่นที่เกิดจากกระบวนการผลิต เพราะจากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่น มี  
ความสัมพันธ์กับการอุบัติการณ์ของทั้งโรคปอดฝุ่นทราย และวัณโรคปอด ฉะนั้นหากหน่วยงานที่มี  
บทบาทในการควบคุมโรงงานตามกฎหมาย สามารถกำหนดข้อบังคับในการปฏิบัติ จะทำให้เกิด  
ความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานได้มากขึ้น รวมทั้งในด้านของมาตรการควบคุม เกี่ยวกับอาชีวอนามัย  
ความปลอดภัย และสภาพแวดล้อมให้แก่ผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย ซึ่งจากผลการศึกษายังพบว่าผู้ป่วยเป็น  
ผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในทุกส่วนงาน ไม่เฉพาะในส่วนของการผลิตเท่านั้น ฉะนั้นจึงควรคำนึงถึงการ  
ควบคุมในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายซ่อมบำรุง, งานสำนักงาน หรือผู้ที่มีโอกาสสัมผัส  
อันตรายจากฝุ่น ซึ่งไม่ใช่เฉพาะในสถานที่ทำงาน เพราะโอกาสสัมผัสอาจเกิดจากการเดินทาง,  
สถานที่พัก และสถานที่ที่ใช้ในการรับประทานอาหาร เป็นต้น

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(1)
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)	(2)
สารบัญ	(13)
สารบัญตาราง	(14)
สารบัญแผนภาพ	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 แนวคิดทฤษฎี	4
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 กรอบแนวคิดและระเบียบวิธีการวิจัย	21
3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา	21
3.2 ตัวแปรในการศึกษา	22
3.3 นิยามเชิงปฏิบัติการ	22
3.4 ระเบียบวิธีการศึกษา	23
3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	28
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	29
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้	29
บทที่ 4 ผลการศึกษา	30
บทที่ 5 สรุปและเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	64
ประวัติผู้วิจัย	77