ที่ตั้งและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

โดย
นายอานนท์ ด่านตระกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

ที่ตั้งและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

โดย
นายอานนท์ ด่านตระกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

LOCATION AND HEALTH IMPACT OF DUST IN THE STONE MILL INDUSTRY : CASE STUDY TAMBOL NA PHRA LAN, AMPHOE CHALOEM PHRA, CHANGWAT SARABURI

By

MR. Arnol DANTRAKUL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

Department of ENVIRONMENTAL SCIENCE

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2021

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	ที่ตั้งและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี
โดย	นายอานนท์ ด่านตระกูล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. กนกพร สว่างแจ้ง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรประภา ภุมมะกาญจนะ โรแบร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัฐพล อ้นแฉ่ง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. กนกพร สว่างแจ้ง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรประภา ภุมมะกาญจนะ โรแบร์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิวัช พงษ์เพียจันทร์)

60311308 : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ฝุ่นละอองรวม, ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน, ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

นาย อานนท์ ด่านตระกูล: ที่ตั้งและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. กนกพร สว่างแจ้ง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมของที่ตั้งโรงโม่หินและผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชนที่อาศัยในพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่กรณีศึกษา การศึกษา ประกอบด้วย 1) การสำรวจที่ตั้งโรงโม่หินและจำแนกชั้นข้อมูล ด้วยซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.1 ผลการศึกษาพบว่า ที่ตั้งของโรงโม่หินมีความไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนด ทำให้การดำเนินงานของโรงโม่หินส่งผลกระทบต่อที่ตั้งสถานศึกษา ชุมชนและหมู่บ้าน แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน รวมถึงการไม่สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและแผนผังเมืองในพื้นที่ 2) การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรที่อาศัยในพื้นที่ที่มีที่ตั้งจำนวนโรงโม่หินสูงสุด (หมู่ 3) และต่ำสุด (หมู่ที่ 6) สิ่งคุกคามต่อสุขภาพที่พิจารณา คือ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามแบบเผชิญหน้าได้ดำเนินการจำนวน 150 และ 76 ครัวเรือน ของหมู่ 3 และ หมู่ 6 ตามลำดับ พบว่า ปัจจัยของระยะห่างระหว่างที่พักและโรงโม่หินและลักษณะที่พัก เป็นปัจจัยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ของการมีโรคประจำตัวระหว่าง 2 พื้นที่ ผลตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินภายในโรงโม่หินจำนวน 3 แผนก พบว่า ทุกแผนกมีปริมาณแร่ใยหินน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาจึงพิจารณาการประเมินความเสี่ยงกรณีการเกิดอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง (Non-Cancer Risk) โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโรงโม่หินและข้อมูลตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ ผลการศึกษาที่เด่นชัดพบว่า ประชากรในหมู่ที่ 3 มีความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองทั้งสองประเภทสูงกว่าหมู่ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ค่าความเสี่ยงมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว

60311308 : Major (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
Keyword : Total Suspended Particulate, Particulate matter less than 10 microns, Geographic Information System

MR. ARNOL DANTRAKUL : LOCATION AND HEALTH IMPACT OF DUST IN THE STONE MILL INDUSTRY : CASE STUDY TAMBOL NA PHRA LAN, AMPHOE CHALOEM PHRA, CHANGWAT SARABURI THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR KANOKPORN SWANGJANG

This research aimed to investigate the appropriateness of stone mills location and the health impacts from dust exposure on local people who lived in the area of Na Phra Lan, Saraburi, as the case study. The study was firstly included the investigation of the appropriate location of the stone mills. Study visit and categorizing data layers with Geographic Information System, using ArcGIS 10.1 were done. The findings were showed that the locations of all stone mills were not conformed to the adopted regulations. Consequently, the operation of industries had an effect on the educational institutions, communities and villages, tourist attractions, and archaeological sites. Moreover, those locations were inconsistent with the town and country planning of the study area. Secondly, the investigation of health impacts on local people who lived in the areas in which the highest (Moo 6) and lowest (Moo 3) number of stone mill industries located were explored. Health hazard considered Total Suspended Particulate (TSP) and Particulate matter less than 10 microns (PM_{10}). Questionnaire method by face-to-face interviews was done, with the samples of 150 and 76 households for Moo 3 and Moo 6, respectively. The distance between housing location and stone mill industries, together with housing characteristics were found significant difference, with statistical association ($p<0.01$). The results of asbestos sampling and analysis in three sections of stone mill industry indicated that the quantity of asbestos was negligible in all sections.Therefore, non-cancer risk was assessed.The TSP and PM10 values from the monitoring reports of stone mills and the Pollution Control Department were used. The remarkable results illustrated that the risks from TSP and PM_{10} exposure of people in Moo 3 was higher than Moo 6, with statistical significance ($p< 0.01$).The highest risk values were in

winter.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรที่สนับสนุนทุนผู้ช่วยสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมถึงกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2563 สำนักโยธาธิการและผังเมืองสระบุรี พ.ศ. 2563 และกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ที่ได้ให้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และสุดท้ายวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีเพราะได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.กนกพร สว่างแจ้ง และ ผศ.ดร.อรประภา ภุมมะกาญจนะ โรแบร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือ รศ.ดร.รัฐพล อ้นแฉ่ง ประธานกรรมการ และ ศ.ดร.ศิวัช พงษ์เพียจันทร์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณให้ความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง

นาย อานนท์ ด่านตระกูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ฐ
สารบัญรูปภาพ ..... ฒ
บทที่ 1 1
บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 3
บทที่ 2 4
ทบทวนวรรณกรรม 4
2.1 ฝุ่นละออง ความหมายและแหล่งกำเนิด 4
2.1.1 ประเภทของฝุ่นละออง 5
2.1.1.1 องค์ประกอบทางเคมี 5
2.1.1.2 ขนาดของฝุ่นละออง 6
2.1.2 กลไกการตกค้างของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ 7
2.1.2.1 การปะทะจากความเฉื่อย (Inertial Impaction) 7
2.1.2.2 การตกค้างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (Sedimentation) 7

2.1.2.3 การแพร่ (Diffusion) 7
2.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงโม่หิน 8
2.2.1 ความเป็นมาของโรงโม่หิน 8
2.2.2 ตำแหน่งสถานที่ตั้งของโรงโม่หิน 9
2.2.3 ขั้นตอนการผลิต 9
2.2.4 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโรงโม่หิน 10
2.2.4.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2561 .. 10
2.2.4.2 พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 10
2.2.4.3 ประกาศ กฎกระทรวง คำสั่งที่เกี่ยวข้อง 11
2.2.5 ข้อมูลโรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา 11
2.3 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ 12
2.3.1 การวิเคราะห์แบบ Sieve Mapping 12
2.3.2 การวิเคราะห์แบบ McHarg's Technique 12
2.3.3 การวิเคราะห์แบบ Threshold Analysis 12
2.3.4 การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis) 13
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ 13
2.4.1 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ 13
2.4.2 ลักษณะภูมิประเทศ 14
2.4.3 กระบวนการเผาชีวมวล 14
2.4.4 มลพิษข้ามพรมแดน 14
2.4.5 อุตุนิยมวิทยา 15
2.4.5.1 ความเร็วและทิศทางของลม (Wind Speed and Wind Vane) 15
2.4.5.1.1 ลมบก-ลมทะเล (Land Breeze and Sea Breeze) 15
2.4.5.1.2 ลมหุบเขา-ลมภูเขา (Valley Breeze and Mountain Breeze) .. 16

2.4.5.1.3 ลมมรสุม (Monsoon) 16
2.4.5.2 อุณหภูมิ (Temperature) 17
2.4.5.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) 17
2.4.5.4 ความกดอากาศ (Air Pressure) 18
2.4.5.5 การเกิดฝน (Rain) 18
2.4.5.6 ปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน (Inversion) 18
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
2.5.1 งานวิจัยของไทย 20
2.5.2 งานวิจัยของต่างประเทศ 23
บทที่ 3 26
วิธีดำเนินการวิจัย 26
3.1 การศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด 27
3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 27
3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 27
3.1.3 ขั้นตอนการศึกษา 27
3.1.4 การเตรียมชั้นข้อมูล 29
3.2 การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน 30
3.2.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา 30
3.2.2 ขั้นตอนการศึกษา 33
3.2.2.1 กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ศึกษา 33
3.2.2.2 การรวบรวมข้อมูล 35
3.2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ 42
บทที่ 4 43
ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา 43

4.1 ที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด 43
4.1.1 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน 43
4.1.2 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม 45
4.1.3 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งน้ำ 46
4.1.4 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านสถานศึกษา 48
4.1.5 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน 50
4.1.6 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ 52
4.1.7 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน 55
4.1.8 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับการแผนผังเมือง 57
4.1.9 อภิปรายความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด 58
4.2 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน 64
4.2.1 ประชากรในพื้นที่ศึกษา 64
4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมกับภาวะสุขภาพ 70
4.2.3 ค่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในการประเมินความเสี่ยง 73
4.2.4 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง 79
4.2.4.1 การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง กรณีจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 79
4.2.4.2 การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง กรณีจากกรมควบคุมมลพิษ 92
4.2.5 การเปรียบเทียบการประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง 98
4.2.6 การตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน 102
4.2.7 อภิปรายการประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง 106
บทที่ 5 108
สรุปผลการศึกษา 108
5.1 การศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด 108

5.2 การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน..... 108

5.3 ข้อเสนอแนะ 110

รายการอ้างอิง 111

ประวัติผู้เขียน 119

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายชื่อโรงโม่หินที่ศึกษา 11
ตารางที่ 2 ปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย 28
ตารางที่ 3 การเจ็บป่วยของประชากรในพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2551-2560 31
ตารางที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา 34
ตารางที่ 5 หลักเกณฑ์การเลือกสถานีตรวจวัดที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง 35
ตารางที่ 6 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง 39
ตารางที่ 7 ค่าความเข้มข้นอ้างอิงของสารมลพิษที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ 40
ตารางที่ 8 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน 43
ตารางที่ 9 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม 45
ตารางที่ 10 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านแหล่งน้ำ 47
ตารางที่ 11 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านสถานศึกษา 49
ตารางที่ 12 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน 51
ตารางที่ 13 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ 53
ตารางที่ 14 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน 55
ตารางที่ 15 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับการแผนผังเมือง 57
ตารางที่ 16 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 65
ตารางที่ 17 ข้อมูลพฤติกรรมด้านสุขภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม 67
ตารางที่ 18 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของของผู้ตอบแบบสอบถาม 69
ตารางที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมกับภาวะสุขภาพ 71
ตารางที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่าง 72

ตารางที่ 21 ความเข้มข้นและสถานีตรวจวัดจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 73

ตารางที่ 22 ความเข้มข้นและสถานีตรวจวัดจากกรมควบคุมมลพิษ 75

ตารางที่ 23 การประเมินความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองของหมู่ 3 จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 81

ตารางที่ 24 การประเมินความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองของหมู่ 6 จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 87

ตารางที่ 25 การประเมินความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองจากกรมควบคุมมลพิษ 93

ตารางที่ 26 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูหนาว 99

ตารางที่ 27 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูร้อน 100

ตารางที่ 28 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูฝน 101

ตารางที่ 29 การตรวจวัดปริมาณใยหินในบรรยากาศการทำงาน 102

ตารางที่ 30 งานวิจัยการตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน 104

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การดำเนินการวิจัย 26
ภาพที่ 2 การตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน 41
ภาพที่ 3 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน 44
ภาพที่ 4 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม 46
ภาพที่ 5 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งน้ำ 48
ภาพที่ 6 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านสถานศึกษา 50
ภาพที่ 7 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน 52
ภาพที่ 8 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ 54
ภาพที่ 9 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน 56
ภาพที่ 10 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 82
ภาพที่ 11 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 83
ภาพที่ 12 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 84
ภาพที่ 13 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 85
ภาพที่ 14 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 88
ภาพที่ 15 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 89
ภาพที่ 16 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 90

ภาพที่ 17 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม 91

ภาพที่ 18 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ..... 94

ภาพที่ 19 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ..... 95

ภาพที่ 20 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ..... 96

ภาพที่ 21 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ..... 97

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมเหมืองแร่ เป็นอุตสาหกรรมในการแปรรูปแร่หรือวัสดุทางธรณีวิทยาประเภทต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน เช่น การนำไปใช้ในการก่อสร้างต่อมา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเหมืองแร่ในทางเศรษฐกิจมีจำนวนมากขึ้น โดยสินค้าประเภทแร่ที่สำคัญ เช่น หินปูน ลิกไนต์ ดีบุก ตะกั่ว ที่มีการนำเข้าและส่งออกสินค้าภายในและภายนอกประเทศ โดยประเภทของแร่ที่นิยมนำมาใช้ในทางอุตสาหกรรมได้แก่ หินปูน ที่สามารถพบได้มากในจังหวัดสระบุรี (กรมทรัพยากรธรณี, 2539) การที่บริเวณพื้นที่ มีแหล่งแร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากสภาพความเหมาะสมของปริมาณและคุณภาพของหินปูน ทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของชุมชน โดยเฉพาะปัญหาเรื่องฝุ่นละอองจากการประกอบกิจการ ทำให้ถูกกำหนดเป็นเขตควบคุมมลพิษตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 เนื่องจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดปัญหาและมีข้อร้องเรียนอย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านปัญหาเรื่องมลภาวะ การจัดสรรทรัพยากร ซึ่งจากการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ พบว่ามีที่ตั้งของสถานประกอบการโรงโม่หินในพื้นที่ ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ มากกว่า 10 แห่ง (กรมทรัพยากรธรณี, 2543)

มลพิษทางอากาศที่พบ ส่วนใหญ่มาจากฝุ่นละออง ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม ที่มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 0.005 ไมครอนไปจนถึงขนาด 100 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ถึง 10 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่มีขนาดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า อุตสาหกรรม เนื่องจากมีฝุ่นละอองมีขนาดที่เล็ก จึงสามารถสู่ระบบทางเดินหายใจได้ง่าย ทำให้เกิดอาการระคายเคือง โรคภูมิแพ้ หายใจไม่สะดวกและเมื่อผ่านไปยังอวัยวะต่างๆของร่างกายจะเพิ่มความเสี่ยงให้เกิดโรคปอด โรคมะเร็ง การติดเชื้อ กลุ่มที่ได้รับผลกระทบมาก ได้แก่ เด็ก คนชรา สตรีมีครรภ์ ที่มีระบบภูมิคุ้มกันต่ำ

ข้อมูลด้านสุขภาพของประชากรในพื้นที่ จากข้อมูลทางสถิติ เรื่องสาเหตุการเจ็บป่วยของผู้ป่วยในพื้นที่ ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2560 พบว่า คนในพื้นที่ส่วนใหญ่มีอาการเจ็บป่วยด้วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน (Acute Upper Respiratory Infection) เป็นลำดับหนึ่ง (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพหน้าพระลาน, 2561) บริเวณพื้นที่ เป็นที่ตั้งของบ้านเรือนและชุมชน สถานประกอบการต่างๆ เช่น สถานีน้ำมัน ธนาคาร แหล่งคมนาคม โรงเรียนและเทศบาล สภาพแวดล้อมในพื้นที่ เป็นภูเขาล้อมรอบและยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม โดยปัจจัยการเกิดฝุ่นละอองจากโรงโม่หิน ส่วนใหญ่มาจากที่ตั้งและสภาพแวดล้อมของแหล่งหินในพื้นที่โครงการ กระบวนการทำเหมืองแร่ที่ต้องระเบิดหินตั้งแต่การทำเหมืองหิน การใช้เทคโนโลยีการผลิต อุปกรณ์เครื่องจักร การบดย่อย การคัดขนาด การเก็บหิน รวมถึงการขนย้ายหินเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ การประกอบกิจการของโรงโม่หินในพื้นที่ที่มีจำนวนมากและมีมาอย่างยาวนาน (กรมทรัพยากรธรณี, 2543)

ดังนั้น การคำนึงถึงความสอดคล้องของปริมาณทรัพยากรธรรมชาติ ความสามารถในการรองรับ การจัดการของเสียรวมถึงการจัดการทรัพยากรในอนาคตจึงเป็นสิ่งจำเป็น จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่า ปัญหาฝุ่นละอองในเขตพื้นที่มีการประกอบกิจการโรงโม่หินส่งผลกระทบต่อสุขภาพและมีความเสี่ยงต่อชุมชนในพื้นที่ ทำให้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินและความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด

1.2.2 เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ บริเวณตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

1.3.2 การศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด โดยใช้การซ้อนทับกันของชั้นข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของที่ตั้งโรงโม่หินในพื้นที่ศึกษาร่วมกับการใช้ข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พระราชกิจจานุเบกษา ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องการควบคุมการประกอบกิจการการระเบิด การโม่ การปั่นหินด้วยเครื่องจักร พ.ศ. 2547 มติคณะรัฐมนตรี เรื่อง โครงการศึกษาเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย พ.ศ. 2525 และกฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2562 เล่ม 136 ตอนที่ 127 ก ราชกิจจานุเบกษา 23 พฤศจิกายน 2562

1.3.3 การประเมินความเสี่ยงในการเกิดอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง ด้วยวิธีการของ USEPA (1989) มีการประเมินเฉพาะความเสี่ยงจากการรับสัมผัสทางการหายใจ ด้วยวิธีเก็บแบบสอบถามแบบเผชิญหน้า โดยตัวแปรที่นำมาพิจารณาความเสี่ยง คือ ฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยอ้างอิงข้อมูลจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมและรายงานการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ นำมาเปรียบเทียบความเสี่ยงในแต่ละช่วงของฤดูกาลในพื้นที่ศึกษา ด้วยค่าสถิติแบบ Independent Samples t–test และการตรวจวัดปริมาณฝุ่นใยหินในบรรยากาศการทำงาน โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้วยวิธีของ NIOSH Edition 4th Method

1.3.4 การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ พื้นที่หมู่ที่ 3 บ้านคุ้งเขาเขียว เป็นบริเวณพื้นที่หมู่บ้านที่มีโรงโม่หินมากที่สุดในพื้นที่ จำนวน 150 ตัวอย่างและหมู่ที่ 6 บ้านหนองจาน เป็นบริเวณพื้นที่หมู่บ้านที่มีโรงโม่หินน้อยที่สุดในพื้นที่ จำนวน 76 ตัวอย่าง รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 226 ตัวอย่าง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ทราบความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด

1.4.2 ทราบผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ที่ตั้งและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี โดยมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ เอกสาร รายงาน บทความ เว็บไซต์ งานวิจัย เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูล กำหนดกรอบแนวคิดและแนวทางในการศึกษา โดยแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ฝุ่นละออง ความหมายและแหล่งกำเนิด

2.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงโม่หิน

2.3 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฝุ่นละออง ความหมายและแหล่งกำเนิด

ฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศ ประกอบด้วยสารเคมีในรูปต่างๆ สามารถอยู่ได้ทั้งในรูปของแข็งและของเหลว โดยมีขนาดและองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ไม่เกิน 100 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนและฝุ่นละเอียดขนาดเล็กมากไม่เกิน 0.1 ไมครอน ($PM_{0.1}$) ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่จะตกลงสู่พื้นด้วยแรงดึงดูดของโลก ส่วนฝุ่นละอองเล็ก สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานาน สามารถปะปนในอากาศที่มนุษย์หายใจเข้าไปและส่งผลต่อสุขภาพอนามัย (ธัชชา รัมมะศักดิ์, 2559)

ฝุ่นละอองสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของแหล่งกำเนิด (พัชราวดี สุวรรณธาดา, 2557)

1. แหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ (Stationary Sources or Point Sources) ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม สถานประกอบการ อาคารบ้านเรือน เตาเผาขยะ

2. แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources or Line Sources) ได้แก่ ยานพาหนะประเภทต่างๆ ได้แก่ รถยนต์ รถบรรทุก

3. แหล่งกำเนิดแบบฟุ้งกระจายหรือแบบพื้นที่ (Fugitive Sources or Area Sources) ได้แก่ การเผาในที่โล่ง การก่อสร้าง

2.1.1 ประเภทของฝุ่นละออง

ประเภทของฝุ่นละอองในบรรยากาศ สามารถแบ่งประเภทตามองค์ประกอบทางเคมีและแบ่งตามขนาดของฝุ่นละออง ได้แก่ (เจนจิรา มีแสง, 2557)

2.1.1.1 องค์ประกอบทางเคมี

ฝุ่นละอองที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี สามารถแบ่งออกเป็น สารอินทรีย์ (Organic Dust) และสารอนินทรีย์ (Inorganic Dust) โดยมีรายละเอียด ได้แก่

1) ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์

ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ สามารถแบ่งเป็น สารอินทรีย์ที่มีชีวิต ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา จุลินทรีย์ และสารอินทรีย์ที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ ละอองเกสรของพืช

2) ฝุ่นละอองจากสารอนินทรีย์

ฝุ่นละอองจากสารอนินทรีย์ มีองค์ประกอบของไอออนหรือโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว เหล็ก ดีบุก เป็นต้น โดยฝุ่นละอองทั้งสองประเภทนี้เมื่อถูกสะสมในร่างกายจะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและการทำงานของอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกาย โดยสามารถจำแนกตามลักษณะขององค์ประกอบของสารอนินทรีย์ ได้แก่

ฝุ่นใยหิน (Asbestos Dust) เป็นฝุ่นละอองที่มีลักษณะเป็นเส้นใยเส้นยาว ยืดหยุ่น มักรวมกันเป็นมัดตามธรรมชาติ ประกอบด้วยธาตุแมกนีเซียม เหล็ก และซิลิเกต พบในอุตสาหกรรมหลายประเภท ได้แก่ กระเบื้องมุงหลังคา ท่อซีเมนต์ เป็นต้น พบว่า ฝุ่นละอองประเภทนี้มีคุณสมบัติที่เป็นพิษ ถูกจัดเป็นสารก่อมะเร็ง โดยความสามารถในการก่ออันตรายต่อสุขภาพทั้งการได้รับสัมผัสทางการหายใจและการกลืนกิน แต่มักปรากฏชัดเจนในโรคระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคปอดอักเสบ (Asbestosis) มะเร็งปอด (Lung Cancer) เป็นต้น

ฝุ่นโลหะ (Metal Dust) ฝุ่นชนิดนี้แบ่งตามองค์ประกอบของแร่โลหะหนักและความผิดปกติที่เกิดขึ้นตามชนิดของฝุ่นละออง เช่น ฝุ่นอะลูมิเนียม ฝุ่นสังกะสี ฝุ่นเหล็ก เป็นต้น

ฝุ่นหินหรือฝุ่นหินทราย (Silica Dust) เป็นฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบของผลึกซิลิกา โดยแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปสารประกอบซิลิกาเชิงซ้อน (Combined Silica) และรูปอิสระ (Free Silica) ผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ อาการแพ้หรืออาการระคายเคืองต่อจมูก ลำคอ และปอด

2.1.1.2 ขนาดของฝุ่นละออง

ขนาดของฝุ่นละออง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ มีหน่วยวัดเป็นไมครอน ขนาด 10,000 ไมครอน เท่ากับ 1 เซนติเมตร ซึ่งขนาดของฝุ่นละอองมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

1) ฝุ่นละอองรวม

ฝุ่นละอองรวมมีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 0.005 ไมครอนไปจนถึงขนาด 100 ไมครอน มีแหล่งกำหนดจากการเผาไหม้ แหล่งอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า เมื่อเข้าสู่ระบบหายใจ ทำให้เกิดอาการจาม อาการไอ เกิดการสะสมภายในปอด ส่งผลให้การทำงานของปอดเสื่อมลง

2) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก แบ่งได้ 2 ขนาด ได้แก่

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ถึง 10 ไมครอน ได้แก่ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke) ฟูม (Fume) มีแหล่งกำหนดมาจากการจราจรและยานพาหนะบนถนน การเผาไหม้จากกระบวนการผลิต เมื่อเข้าระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการหายใจไม่สะดวก

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ การคมนาคม อุตสาหกรรม เนื่องจากมีขนาดที่เล็กมาก จึงสามารถสู่ระบบทางเดินหายใจได้ง่าย เพิ่มความเสี่ยงให้เกิดโรคปอดหรือการติดเชื้อ

ระดับความรุนแรงของฝุ่นละออง ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของฝุ่นละออง ความหนาแน่นของฝุ่นละอองที่หายใจเข้าไป ระยะเวลาของการได้รับสัมผัสฝุ่นละออง พฤติกรรมส่วนบุคคล ได้แก่ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ พฤติกรรมการป้องกันฝุ่นละออง โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ การใช้หน้ากากกรองฝุ่น เป็นต้น (จิราภรณ์ หลาบคำ, จินตนา ศิริบูรณ์พิพัฒนา และธนาพร ทองสิม, 2560)

2.1.2 กลไกการตกค้างของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ

กลไกการตกค้างของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ เมื่อฝุ่นละอองเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ทำให้ความเร็วของการไหลของอากาศลดลง ทำให้เกิดการตกค้างของฝุ่นละอองในปอด โดยกลไกการตกค้างของฝุ่นละออง ประกอบด้วย (ยศกิต เรืองทวีป, 2552)

2.1.2.1 การปะทะจากความเฉื่อย (Inertial Impaction)

การปะทะจากความเฉื่อย เมื่อฝุ่นละอองเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ บริเวณจมูก ขนจมูก และคอหอย ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่จะมีความเฉื่อย (Inertial) เกิดการหักเหของกระแสอากาศ ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่จะหักเหตามกระแสอากาศไม่ทัน จึงเกิดการปะทะกันของฝุ่นละอองและอากาศบริเวณโพรงจมูก ส่งผลให้ความเร็วของฝุ่นละอองลดลง จึงเกิดการตกค้างในระบบทางเดินหายใจ

2.1.2.2 การตกค้างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (Sedimentation)

การตกค้างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ฝุ่นละอองที่ผ่านการปะทะจากความเฉื่อย จะเคลื่อนที่เข้าสู่หลอดลมและตกค้างที่ระบบทางเดินหายใจในระดับต่างๆ ตามขนาดของฝุ่นละออง โดยที่ฝุ่นละอองขนาด 2-5 ไมครอนจะตกค้างบริเวณหลอดลมส่วนต้น ส่วนฝุ่นละอองขนาด 0.5-2 ไมครอน จะตกค้างบริเวณบริเวณหลอดลมส่วนปลายตามแรงโน้มถ่วงของโลก

2.1.2.3 การแพร่ (Diffusion)

การแพร่เป็นกลไกที่เกิดกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่มีมวลน้อย มีขนาดประมาณ 0.5 ไมครอน สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจบริเวณถุงลมและปอดได้

2.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงโม่หิน

โรงโม่หินหรืออุตสาหกรรมเหมืองหิน เป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ เกี่ยวข้องกับการแปรรูปหิน กรวด ทราย เพื่อนำไปใช้ในการก่อสร้างหรืองานด้านต่างๆ เช่น การสร้างตึก การสร้างถนน การผลิตปูนซีเมนต์ (กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี , 2539)

2.2.1 ความเป็นมาของโรงโม่หิน

ในอดีต อุตสาหกรรมเหมืองหินยังไม่ได้รับความนิยมเท่าในปัจจุบัน เนื่องจากการความก้าวหน้าของเทคโนโลยี การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและระบบสาธารณูปโภคยังไม่เจริญเทียบเท่าปัจจุบัน การผลิตหินเพื่อใช้ในการก่อสร้างหรือดำเนินการส่วนใหญ่จะเป็นที่อยู่อาศัยหรือโครงการที่มีขนาดเล็ก ส่วนโครงการขนาดใหญ่จะยังมีไม่มาก ซึ่งจะนิยมใช้หินปูนหรือหินชั้นที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เนื่องจากมีราคาถูกและหาได้ง่าย วิธีการผลิตหินก่อสร้างส่วนใหญ่จะเจาะระเบิดจากภูเขา ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการก่อสร้างและผลิตปูนซีเมนต์ โดยการผลิตหินก่อสร้างอยู่ภายใต้การดูแลของกรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย

ต่อมา การขยายตัวของเศรษฐกิจในประเทศ ทำให้ความต้องการในการใช้หินปูนเพื่อใช้ในการก่อสร้าง ระบบสาธารณูปโภค การสร้างถนน การก่อสร้างอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมมีมากยิ่งขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมเหมืองหินได้มีการขยายตัวมากยิ่งขึ้น โดยมีการกำหนดหน่วยงานความรับผิดชอบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการควบคุมและจัดการอุตสาหกรรม ได้แก่ กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กำหนดพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 เกี่ยวข้องกับการกำกับการใช้ทรัพยากรหินภายในประเทศ การแก้ปัญหา ความปลอดภัยในการทำงาน ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและกระทรวงอุตสาหกรรม ได้ประกาศกฎกระทรวง ฉบับที่ 77 (พ.ศ. 2539) มีการกำหนดให้หินทุกชนิดเป็นแร่ชนิดหินประดับหรือชนิดหินอุตสาหกรรม ซึ่งมีผลให้การประกอบกิจการผลิตหินเพื่อการก่อสร้างทั้งหมดมาอยู่ภายใต้พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 จากการขยายตัวของกิจการเหมืองหินที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ เช่น การเกิดฝุ่นละออง การเกิดเสียง สภาพภูมิทัศน์ การใช้พื้นที่ การใช้วัตถุระเบิดจากการระเบิด การเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

2.2.2 ตำแหน่งสถานที่ตั้งของโรงโม่หิน

กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดให้กิจการโรงโม่หิน เกี่ยวข้องกับ “การระเบิด การโม่ การปั่นหินด้วยเครื่องจักร” ซึ่งเป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตามมาตรา 31 แห่งพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 โดยคณะกรรมการสาธารณสุขได้ลงมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 ได้กำหนดเกณฑ์ลักษณะที่ตั้งของโรงโม่หิน มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันและควบคุมผลกระทบที่เกิดขึ้นจากโรงโม่หินและเหมืองหิน ได้แก่ (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

1) ห้ามตั้งโรงโม่หินที่ใช้เครื่องจักรในการผลิต ในบริเวณบ้านจัดสรรเพื่อการพักอาศัย อาคารชุดพักอาศัยและบ้านแถวเพื่อการพักอาศัย

2) ห้ามตั้งโรงโม่หินที่ใช้เครื่องจักรในการผลิตขนาดน้อยกว่า 50 แรงม้า ภายในระยะ 50 เมตร หรือตั้งแต่ 50 แรงม้าขึ้นไป ภายในระยะ 1000 เมตร จากเขตชุมชน วัด ศาสนสถาน โรงเรียน โรงพยาบาล สถาบันการศึกษาหรือสถานที่อื่นๆ ตามกฎหมายว่าโรงงานและกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง

3) ที่ตั้งโรงโม่หินต้องมีเขตกันชน (Buffer Zone) โดยรอบไม่น้อยกว่า 10 เมตร อยู่ห่างจากทางหลวงแผ่นดินและแหล่งน้ำสาธารณะไม่น้อยกว่า 50 เมตร

2.2.3 ขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิตของโรงโม่หิน มีขั้นตอนประกอบด้วย (สำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาคที่ 7, 2555)

การระเบิดหินบริเวณภูเขา โดยใช้เครื่องเจาะ การขุดตัก โดยใช้รถในการตักหินลงรถบรรทุก เพื่อการขนย้าย โดยการนำเอาหินแร่ออกจากแหล่งธรรมชาติเดิมไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณพื้นที่ภายในโรงงานและบริเวณใกล้เคียงเพื่อความสะดวกในการขนส่งและค่าใช้จ่าย

การนำหินลงเครื่องย่อย โดยใช้รถบรรทุกที่ลำเลียงหินที่ได้ เพื่อเข้าสู่กระบวนการย่อยหิน โดยอาศัยแรงทางกายภาพ เพื่อให้หินมีขนาดเล็กลง โดยมีขั้นตอนการย่อยตามขนาดของหิน ประกอบด้วย การย่อยขั้นต้น (Primary Crushing) เป็นขั้นตอนแรก เพื่อให้หินมีขนาดเล็กลง การย่อยขั้นที่สอง (Secondary Crushing) และการย่อยขั้นที่สาม (Tertiary Crushing) ซึ่งทุกขั้นตอนล้วนเป็นการย่อยหินให้มีขนาดเล็กลง โดยหินที่ถูกย่อยจนมีขนาดที่ต้องการแล้ว โดยอาศัยตะแกรงคัดขนาดหิน (Screening) จะถูกรวบรวมเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ขั้นตอนการย่อยหินในแต่ละขั้นตอน จะมีเครื่องย่อยหินเพื่อทำให้หินมีขนาดเล็กลง ในการย่อยขั้นต้น นิยมใช้เครื่องย่อยประเภทจอว์ (Jaw Crusher) ที่มีอัตราการผลิตไม่สูงมากและอีกประเภทหนึ่งคือ เครื่องบดแบบไจเรเตอร์ครัชเชอร์ (Gyratory Crusher) ใช้ในกรณีที่มีอัตราการผลิตสูง การย่อยขั้นที่สอง จะใช้เครื่องย่อยหินที่มีน้ำหนักเบา เนื่องจากหินมีขนาดเล็กลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแข็งของหิน ขนาดของหิน และขั้นตอนการย่อยหินขั้นที่สาม นิยมใช้เครื่องบดแร่ระบบไฮดรอลิค (Cone Crusher) เพื่อทำให้หินมีขนาดเล็กลงมากยิ่งขึ้น

2.2.4 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโรงโม่หิน

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโรงโม่หิน เป็นกฎหมายที่กำหนดขึ้นเพื่อควบคุม กำกับดูแล และกำหนดแนวทางในภาพรวมของอุตสาหกรรมโรงโม่หินและเหมืองแร่เพื่อสามารถทำงานและสามารถติดตามตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งควบคุมไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันกฎหมายที่เกี่ยวข้องมีอยู่ 3 ฉบับ ได้แก่ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2563)

2.2.4.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2561

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เป็นกฎหมายที่กำหนดขึ้นเพื่อส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำเสีย ดินเสื่อมโทรม ป่าไม้ ที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของประชากร การใช้ทรัพยากรที่ไม่เหมาะสม โรงงานอุตสาหกรรม โดยกำหนดอำนาจ หน้าที่แก่หน่วยงานราชการ องค์กรเอกชนที่เกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบโดยตรง

2.2.4.2 พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560

พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 เป็นกฎหมายเกี่ยวกับการอนุญาตการทำเหมืองแร่ การสำรวจแร่ การกำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขเกี่ยวกับการทำเหมืองแร่ การได้รับอาชญาบัตร ประทานบัตร หรือใบอนุญาต ซึ่งเป็นกฎหมายที่พัฒนามาจากพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 โดยกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ โดยผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติตามที่กฎหมายกำหนด

2.2.4.3 ประกาศ กฎกระทรวง คำสั่งที่เกี่ยวข้อง

ประกาศ กฎกระทรวง คำสั่งที่เกี่ยวข้อง เช่น ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภท ขนาด และวิธีปฏิบัติสำหรับโครงการหรือกิจการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรงทั้งด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยเป็นกฎหมายที่กำหนดขึ้นเพื่อกำหนดแนวทางของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน เป็นต้น

2.2.5 ข้อมูลโรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา

โรงโม่หินที่ทำการศึกษา มีทั้งโรงโม่หินที่เปิดดำเนินการ รอแจ้งประกอบกิจการและจำหน่ายทะเบียน รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อโรงโม่หินที่ศึกษา

หมู่ที่	จำนวน (แห่ง)	รายชื่อโรงโม่หิน
หมู่ 1 เขาขาว	1	บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด
หมู่ 2 เขางอบ	1	บริษัท หินอ่อน จำกัด
หมู่ 3 บ้านคุ้งเขาเขียว	6	บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล
หมู่ 5 เขายอดเอียง	5	บริษัท ไกรสิน จำกัด บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท สินชัย 1992 จำกัด โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่
หมู่ 6 บ้านหนองจาน	1	บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด
หมู่ 7 เขาพระลาน	1	ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่

2.3 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการใช้ข้อมูลที่มีอยู่หรือนำข้อมูลจากแหล่งอื่นมาเพื่อใช้ในการจัดเตรียม ปรับแต่ง วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การใช้งาน เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ประกอบด้วย (ปฏิญาณ มณีพรรณ, 2555)

2.3.1 การวิเคราะห์แบบ Sieve Mapping

การวิเคราะห์แบบ Sieve Mapping เป็นเทคนิคในการแปลงข้อมูล เช่น ตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ตำแหน่งของหมู่บ้าน ถนน แหล่งน้ำ หรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับบริเวณพื้นที่ของโครงการหรือพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการแปลงข้อมูลที่เป็นตัวเลขไปทำภาพ โดยทำการคัดเลือกบริเวณที่มีปัญหาหรือมีข้อจำกัดในการพัฒนาออกและกำหนดขอบเขตของบริเวณที่ต้องการวิเคราะห์และนำข้อมูลดังกล่าวมาซ้อนทับกัน เพื่อแสดงเป็นภาพหรือแผนที่ได้

2.3.2 การวิเคราะห์แบบ McHarg's Technique

การวิเคราะห์แบบ McHarg's Technique เป็นเทคนิคในการแปลงข้อมูลคล้ายกับการวิเคราะห์แบบ Sieve Mapping นอกจากการซ้อนทับข้อมูลแล้ว จะมีการแสดงข้อมูลแต่ละประเภทโดยการใช้ระดับสีที่แตกต่างกัน ทำให้มองเห็นขอบเขตของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.3.3 การวิเคราะห์แบบ Threshold Analysis

การวิเคราะห์แบบ Threshold Analysis เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาพื้นที่ โครงการและการขยายตัวของเมือง การพิจารณาสภาพพื้นที่ในแง่ของสภาพการณ์และข้อจำกัด เช่น ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์วิธีการที่เหมาะสมในการพัฒนาพื้นที่ เช่น พื้นที่ที่เหมาะแก่การพัฒนาและพื้นที่ที่ไม่เหมาะแก่การพัฒนา เป็นต้น

2.3.4 การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis)

การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ เป็นเทคนิคในการประเมินและวิเคราะห์ศักยภาพหรือทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมในเชิงที่อยู่อาศัย นิคมอุตสาหกรรม เกษตรกรรม อย่างเหมาะสมในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลเชิงปริมาณหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กระบวนการการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ประกอบด้วย

1) การกำหนดพื้นที่ที่จะศึกษาและการคัดเลือกปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ขอบเขตพื้นที่ ความลาดชัน กลุ่มดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

2) การเตรียมชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นขั้นตอนการเตรียมชั้นข้อมูล เช่น ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลรายละเอียด (Attribute Data) ที่เหมาะสม

3) การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบ หลังจากการเตรียมชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่แล้ว ต้องตรวจสอบรูปแบบและความถูกต้องของข้อมูลให้เหมาะก่อนนำไปใช้ในระบบ

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ สามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ พื้นที่ที่ตั้ง ประเภทและลักษณะของแหล่งกำเนิดที่ปลดปล่อย สภาพทางอุตุนิยมวิทยา โดยมีรายละเอียด ประกอบด้วย (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษ, 2563)

2.4.1 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ สามารถเป็นได้ทั้งแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่เคลื่อนที่ได้หรือแบบฟุ้งกระจาย ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ยานพาหนะประเภทต่างๆ การเผาในที่โล่ง การก่อสร้าง เป็นต้น

2.4.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศมีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในบริเวณพื้นที่นั้นๆ เช่น บริเวณชายฝั่งทะเล ก่อให้เกิดลมบก-ลมทะเล บริเวณภูเขา ก่อให้เกิดลมภูเขา-ลมหุบเขา เป็นต้น

2.4.3 กระบวนการเผาชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) หมายถึง สารอินทรีย์ที่กักเก็บพลังงานจากธรรมชาติหรือจากพืชและสัตว์ สามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงาน ของเหลือใช้จากการเกษตรและป่าไม้ ได้แก่ เศษไม้ กากอ้อย ฟืน แกลบ ของเสียจากการแปรรูปทางการเกษตร เป็นต้น แหล่งผลิตชีวมวลที่พบเห็นได้ทั่วไป ได้แก่ ฟางข้าว (Rice Straw) กากอ้อย (Sugar Cane Bagasse) ใบอ้อยและยอดอ้อย (Sugar Cane Trash) โดยการแปลงชีวมวลให้เป็นพลังงาน โดยทั่วไปมี 3 วิธี ได้แก่ การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) กระบวนการเคมีความร้อน (Thermochemical Conversion) และกระบวนการชีวเคมี (Biochemical Conversion) โดยกระบวนการที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จะก่อให้เกิดก๊าซชีวมวล (Gasification) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติสามารถเผาไหม้ได้ โดยมีองค์ประกอบของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) มีเทน (CH_4) รวมทั้งสารระเหยชนิดต่างๆ ขึ้นกับชนิดของกระบวนการผลิต (ดวงกมล ดังโพนทอง, 2560)

2.4.4 มลพิษข้ามพรมแดน

มลพิษข้ามพรมแดน (Transboundary Pollution) หมายถึง มลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่หนึ่งหรือในประเทศหนึ่ง แต่สามารถเกิดผลกระทบและสร้างความเสียหายต่อพื้นที่หนึ่งหรือในอีกประเทศหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางน้ำ ทางอากาศ ทางพื้นดิน เป็นต้น โดยสามารถส่งทอดผ่านระยะทางได้กว่าหลายร้อยพันกิโลเมตร ลักษณะสำคัญของปัญหานี้คือ สารมลพิษสามารถแพร่กระจายตัวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งสามารถก่อให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบ (พัชราพร ทิมวัฒน์, 2558) ตัวอย่างมลพิษข้ามพรมแดนในประเทศไทย ได้แก่ ผลกระทบจากมลพิษจากหมอกควันข้ามแดนในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เป็นต้น (วิจารย์ สิมาฉายา, 2554)

2.4.5 อุตุนิยมวิทยา

อุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษ ได้แก่

2.4.5.1 ความเร็วและทิศทางของลม (Wind Speed and Wind Vane)

ความเร็วลม มีผลต่อการกระจายตัวของมลสารที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด เนื่องจากลมหรืออากาศจะมีการเคลื่อนที่จากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำ การเคลื่อนตัวของอากาศทำให้ฝุ่นละอองในบรรยากาศเกิดการเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ โดยการกระจายตัวของฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางของลม ยิ่งมีความเร็วมาก ฝุ่นละอองย่อมสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกล ส่วนที่ความเร็วลมต่ำ จะมีการสะสมตัวของมลสารทำให้มีความเข้มข้นของมลสารที่มีค่าสูง เช่น บริเวณพื้นที่โล่งที่ไม่มีสิ่งกีดขวางทำให้ฝุ่นละอองสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกล

ทิศทางของลม ลมสามารถเคลื่อนที่ไปได้ในหลายทิศทาง ซึ่งทิศทางของลมเป็นตัวกำหนดว่ามลสารถูกพัดไปในทิศทางใด ตัวอย่างในประเทศไทยที่เป็นประเทศในเขตร้อน มีความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นดิน พื้นน้ำและอากาศ การยกตัวของอากาศบริเวณพื้นผิวดินเคลื่อนที่เข้าไปแทนที่อากาศที่เย็นกว่า อิทธิพลของลมท้องถิ่น เช่น ลมบกลมทะเล ลมภูมิภาค เช่น ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ เป็นต้น มีรายละเอียดดังนี้ (วรวุฒิ คะมนตรี, 2560)

2.4.5.1.1 ลมบก-ลมทะเล (Land Breeze and Sea Breeze)

ลมบก-ลมทะเล เป็นลมที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินและอากาศเหนือพื้นน้ำ ลมทะเลจะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวันตามชายฝั่งทะเล อากาศเหนือพื้นดินได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ทำให้ยกตัวลอยขึ้นและอากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งเย็นกว่าจะเข้ามาแทนที่ ส่วนลมบกจะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืน อากาศเหนือพื้นน้ำมีอุณหภูมิร้อนกว่า เนื่องจากพื้นดินเกิดจากคายความร้อน ทำให้อากาศเหนือพื้นน้ำยกตัวลอยขึ้นและอากาศเหนือพื้นดินซึ่งเย็นกว่าจะเข้ามาแทนที่

2.4.5.1.2 ลมหุบเขา-ลมภูเขา (Valley Breeze and Mountain Breeze)

ลมหุบเขาและลมภูเขาเป็นลมที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของบริเวณลาดเขาที่อยู่ส่วนบกและบริเวณหุบเขาที่อยู่ส่วนล่าง ลมหุบเขาเป็นลมที่เกิดในช่วงเวลากลางวัน บริเวณลาดเขาเนื่องจากอยู่ข้างบกจึงได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่า ทำให้อากาศบริเวณลาดเขาลอยตัวขึ้น อากาศบริเวณหุบเขาซึ่งเย็นกว่าจึงเข้ามาแทนที่ ส่วนลมภูเขา เป็นลมที่เกิดในช่วงเวลากลางคืน บริเวณลาดเขาจะคายความร้อน อากาศบริเวณหุบเขาจะเข้ามาแทนที่

2.4.5.1.3 ลมมรสุม (Monsoon)

ลมมรสุม หมายถึง ลมที่มีการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศที่เกิดขึ้นตามช่วงฤดูกาล โดยมีทิศทางที่แน่นอนและสม่ำเสมอ ลมจะพัดเปลี่ยนทิศทางเมื่อมีการเปลี่ยนฤดู คือ ช่วงฤดูร้อนจะพัดในอีกทิศทางหนึ่งและในฤดูหนาวจะพัดในอีกทิศทางหนึ่ง ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นมหาสมุทร โดยในฤดูร้อนได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ทำให้พื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นมหาสมุทร ทำให้อากาศเหนือพื้นดินเกิดการยกตัวและทำให้อากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งเย็นกว่าเข้าไปแทนที่ ทำให้ลมพัดเข้าไปพื้นดิน ส่วนในฤดูหนาวอากาศพื้นมหาสมุทรจะมีความเย็นมากกว่า ลมจึงพัดออกจากพื้นดิน โดยประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม 2 ชนิด ได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เกิดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ได้รับอิทธิพลจากบริเวณมหาสมุทรอินเดีย ช่วงเวลาดังกล่าวอุณหภูมิภาคพื้นดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นมหาสมุทรอินเดีย ทำให้อากาศเหนือพื้นดินเกิดการยกตัวและทำให้อากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งเย็นกว่าเข้าไปแทนที่ ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนของประเทศไทย ทำให้มีสภาพอากาศชื้น มีเมฆมาก มีฝนตกชุก

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เกิดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ได้รับอิทธิพลจากประเทศมองโกเลียและประเทศจีนที่มีความกดอากาศสูง พัดนำอากาศเย็นและแห้งเข้ามาสู่ประเทศไทย ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ทำให้มีสภาพอากาศแห้งแล้งและหนาวเย็น

2.4.5.2 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของอากาศ เกิดจากการแผ่รังสีซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิเหนือพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลง รังสีคลื่นสั้นที่เกิดจากดวงอาทิตย์จะแผ่ลงมาในช่วงเวลากลางวันและผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศโลก ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส รังสีคลื่นสั้นที่เดินทางมาถึงโลกจะมีปริมาณมากกว่ารังสีคลื่นยาวที่ถูกส่งออกไป ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มมากขึ้น ส่วนในช่วงเวลากลางคืนพื้นผิวดินมีการปล่อยรังสีคลื่นยาวออกไปสู่ชั้นบรรยากาศทำให้อากาศซึ่งสัมผัสกับพื้นดินเย็นลงและทำให้อุณหภูมิลดลง (Wallace and Hobbs, 2006)

อุณหภูมิของอากาศที่ระดับความสูงต่างๆ จะไม่เท่ากัน ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ระดับความสูง ตามปกติ อุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูง ซึ่งเป็นตัวกำหนดความสามารถในการกระจายตัวของฝุ่นละออง โดยที่ระดับความสูงจากพื้นดินในช่วง 0-10 กิโลเมตร ฝุ่นละอองจะสามารถกระจายตัวได้ดี แต่เมื่อระดับความสูงเพิ่มมากยิ่งขึ้น ความกดอากาศจะลดลงทำให้ฝุ่นละอองกระจายตัวได้น้อยลง แต่ในกรณีที่ระดับความสูงแปรผันตรงกับอุณหภูมิหรือในบริเวณที่มีระดับความสูงอุณหภูมิจะสูงขึ้น เช่น บริเวณภูเขา ทำให้ฝุ่นละอองกระจายตัว ตกค้างในชั้นบรรยากาศได้ดี

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายวันเกิดจากการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์และการแผ่พลังงานจากพื้นผิวโลกออกสู่บรรยากาศ โดยในช่วงเวลากลางวัน โลกจะได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในช่วงเช้าและจะเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากที่สุด จากนั้นปริมาณพลังงานที่ได้รับจะลดน้อยลง จนถึงช่วงเวลาที่แสงหมด การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรายวันจะสัมพันธ์กับปริมาณรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบถึงพื้นผิวโลก เมื่อพื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้สามารถแผ่รังสีคลื่นยาวออกสู่บรรยากาศได้มากขึ้น ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น หลังจากนั้นก็จะลดลงตามปริมาณพลังงานที่ผิวโลกได้รับจากดวงอาทิตย์ (Wallace and Hobbs, 2006)

2.4.5.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้น หมายถึง จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ โดยมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามความดันและอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในบรรยากาศต่อปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกันหรือที่ความดันไอน้ำอิ่มตัว โดยความผันแปรของความชื้นสัมพันธ์ของอากาศในช่วงฤดูร้อนจะสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว ในเขตอากาศแบบมรสุมความชื้นสัมพันธ์จะสูงในช่วงฤดูฝน ในภูมิประเทศที่เป็นภูเขา ความชื้นสัมพันธ์จะสูงในช่วงฤดูร้อนและต่ำลงในช่วงฤดูหนาว (Miller, 1961)

2.4.5.4 ความกดอากาศ (Air Pressure)

ความกดอากาศหรือความดันอากาศ หมายถึง น้ำหนักของอากาศที่อยู่เหนือระนาบใดๆ หารด้วยพื้นที่ของระนาบนั้น โดยความดันอากาศจะมีค่าลดลง เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น

ความหนาแน่นของอากาศ หมายถึง มวลของอากาศต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศ ความหนาแน่นของอากาศจะมีค่ามากที่สุด บริเวณใกล้พื้นผิวและจะลดลงตามระดับความสูงเช่นเดียวกับความดันอากาศ โดยความดันอากาศมีค่าแปรผันตรงกับความหนาแน่นของอากาศ ยิ่งมีความดันอากาศสูง ความหนาแน่นของอากาศจะมีค่าสูงเช่นกัน (ชัยณรงค์ รักธรรม, 2552)

2.4.5.5 การเกิดฝน (Rain)

การเกิดฝนมีผลต่อการกระจายตัวของฝุ่นละออง ในวันที่ฝนตกอนุภาคของน้ำจากฝนจะเกิดการรวมตัวกับฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศ ทำให้ตกลงสู่บริเวณพื้นดิน ซึ่งช่วยลดการกระจายตัวและปริมาณฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศ

2.4.5.6 ปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน (Inversion)

ภาวะปกติของอุณหภูมิของบรรยากาศ จะมีอุณหภูมิด้านบนจะเย็นกว่าด้านล่างหรือยิ่งสูงยิ่งหนาว โดยปกติอุณหภูมิของอากาศจะลดลง 6.4 ถึง 6.5 องศาเซลเซียสต่อความสูง 1 กิโลเมตร เมื่อเกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผันเกิดขึ้น จะมีอากาศอุ่นไปแทรกอยู่ระหว่างกลางอากาศที่เย็นกว่าทั้งด้านบนและด้านล่าง มีบทบาทสำคัญในการขัดขวางการพาความร้อน (Convection) ส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาตัวของเมฆ การเกิดฝน รวมทั้งก่อให้เกิดลักษณะคล้ายเพดานห้องที่กักฝุ่นละอองที่ก่อตัวในระดับพื้นผิวโลกไม่ให้ลอยขึ้นสู่เบื้องบน (Science, 2019) โดยปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ (ชลทิศ อุไรฤกษ์, 2562)

1) ความผกผันที่เกิดจากการทำให้เย็น (Inversion Due To Cooling) เป็นความผกผันของอุณหภูมิ ในสภาวะตอนกลางคืนที่อากาศเย็น พื้นดินเย็นทำให้ชั้นบรรยากาศที่ติดกับพื้นดินเย็นกว่าชั้นบนที่ถัดขึ้นไป (Inversion By Cooling) แต่เมื่อพระอาทิตย์ขึ้น ความร้อนที่ผิวดินจะค่อยๆ ร้อนขึ้นและลอยขึ้นไปผสมกับชั้นที่เย็น จนทำให้ชั้นนี้บางลงจนหมดไป (Erode) แต่ในบางพื้นที่ที่อากาศหนาวเย็นและมีเมฆมาก อากาศปิดลมไม่แรง ชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิผกผันจะไม่หมดไปและอยู่ได้เป็นสัปดาห์ถึงจะหมดไป ทำให้มลพิษทางอากาศก็จะถูกกักไว้ในพื้นที่ไม่ถ่ายเทไปไหน เนื่องจากชั้นอากาศร้อนที่อยู่ด้านบนจะทำหน้าที่ปิดกันไม่ให้มวลอากาศที่อยู่ด้านล่างขึ้นแทรกหรือไป

ผสมกับมวลอากาศที่อยู่ด้านบนทั้งในแนวราบและแนวนิ่ง โดยมีผลมากในช่วงฤดูหนาวร่วมกับการเผาไหม้ของยานยนต์และการเผาไร่ทางการเกษตร

2) ความผกผันที่เกิดจากถูกทำให้ร้อน (Inversion Due To Warming) ในชั้นบรรยากาศระดับชั้นโทรโพสเฟียร์ เมื่อมวลอากาศเย็นที่อยู่ด้านบนจมตัวลงสู่บรรยากาศด้านล่าง บรรยากาศด้านล่าง จะมีความกดอากาศสูงกว่าบีบให้มวลอากาศที่ลงจากด้านบนลงสู่ด้านล่างมีปริมาตรเล็กลง ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น ในบรรยากาศที่ไม่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ (Unsaturated) เมื่อเคลื่อนตัวลงมาด้านล่างอุณหภูมิจะสูงขึ้นในอัตรา 9.8 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร ถ้าอากาศเคลื่อนตัวต่ำลงวันละ 1 กิโลเมตร จะทำให้อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 9.8 องศาเซลเซียสต่อวัน ทำให้ด้านล่างสุดมีชั้นของอากาศร้อน เกิดบรรยากาศผกผันเนื่องจากการเคลื่อนของมวลอากาศลงด้านล่าง (Subsidence Inversion) ซึ่งมีคุณสมบัติปิดกั้นมวลอากาศด้านล่าง ไม่ให้ไปผสมกับมวลอากาศด้านบน โดยความผกผันประเภทนี้มักเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่หุบเขา บริเวณด้านที่เป็นที่ร่มเนื่องจากถูกเงาของภูเขาบังและอยู่ใต้ลม ในช่วงฤดูหนาวทำให้พื้นดินบริเวณหุบเขาเย็นกว่าอีกด้านที่ถูกแสงอาทิตย์ บรรยากาศบริเวณหุบเขาจะเย็นกว่า ทำให้อากาศร้อนที่อยู่ด้านบนเคลื่อนลงมาด้านล่างเกิดชั้นอุณหภูมิผกผันขึ้น

3) ความผกผันที่เกิดจากการปะทะกันของมวลอากาศในแนวราบ (Inversion Due To Advection) เป็นลักษณะการเคลื่อนตัวมาปะทะกันของมวลอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ในกรณีที่มวลอากาศเย็นเคลื่อนที่มาปะทะอากาศร้อนและเข้ามาแทนที่อากาศร้อน อากาศเย็นที่หนักกว่าจะอยู่ด้านล่าง ส่วนอากาศร้อนที่เบากว่าจะอยู่ด้านบน เรียกว่าแนวปะทะอากาศเย็น (Cold Front) จะเกิดอุณหภูมิผกผัน ในกรณีที่มวลอากาศร้อนมาปะทะอากาศเย็น มวลอากาศร้อนจะนอนอยู่ด้านบนมวลอากาศเย็น เรียกแนวปะทะอากาศร้อน (Warm Front) โดยปกติ มักไม่ส่งผลต่อมลพิษในอากาศมาก แต่ในกรณีของแนวปะทะอากาศร้อนที่เคลื่อนที่ช้าและอยู่สูงจากพื้นดินไม่มาก ส่งผลทำให้การกระจายตัวของมลพิษเกิดขึ้นได้น้อย จนกว่าแนวปะทะอากาศร้อนจะเคลื่อนผ่านไป

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยของไทย

จุฑาทิพย์ จริยาเอกภาส (2557) ได้ศึกษาผลกระทบของโรงโม่หินที่มีต่อชุมชนที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยใช้แบบสอบถาม พบว่า ผลจากการดำเนินงานของโรงโม่หิน ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในด้านต่างๆ เช่น ก่อให้เกิดการระคายเคืองจากฝุ่นละออง ก่อให้เกิดโรคปอด โรคภูมิแพ้ เกิดอาการเจ็บป่วยทางระบบหายใจ มีน้ำมูก เป็นหวัด ผื่นคันตามผิวหนัง เกิดเสียงดังทำให้เกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากพักผ่อนไม่เพียงพอ โดยปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพของชุมชนอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครอบครัว อาชีพ ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในเขตชุมชนและระยะห่างของที่พักอาศัยจากโรงโม่หิน

ณัฐพล บุญมี (2562) ได้ศึกษาปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณพื้นที่โรงโม่หิน โดยวิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละออง โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองปริมาตรสูง (High Volume Air Sampler) และการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองแบบเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal Air Sampling Pump) ติดตั้งที่ตัวผู้ปฏิบัติงานขณะทำงาน การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองของผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 4 จุด ได้แก่ ส่วนสำนักงาน ส่วนปากโม่รับหินใหญ่ ส่วนเครื่องโม่หินแบบ Jaw Crusher และส่วนเครื่องโม่หินแบบ Cone Crusher พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศบริเวณพื้นที่โรงโม่หินที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1976 ± 0.04 มก./ลบ.ม. ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในสถานที่ทำงานในแต่ละจุด ได้แก่ ส่วนสำนักงาน ส่วนปากโม่รับหินใหญ่ ส่วนเครื่องโม่หินแบบ Jaw crusher และส่วนเครื่องโม่หินแบบ Cone crusher มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2333±0.15 มก./ลบ.ม. 0.2667±0.15 มก./ลบ.ม. 0.3500±0.23 มก./ลบ.ม. และ 0.4500 ±0.24 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ ผลการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง พบว่า มีค่าความเสี่ยงน้อยกว่า 1 จึงอยู่ในระดับที่ยอดรับได้ต่อการรับสัมผัสฝุ่นละออง

นพมาศ หริมเทพาธิป (2541) ได้ศึกษาการเสื่อมสมรรถภาพปอดของประชากรและปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ โดยทำการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองปริมาตรสูง บริเวณพื้นที่ที่มีกิจกรรมการระเบิดและย่อยหิน ได้แก่ บริเวณตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติและพื้นที่ที่ไม่มีกิจกรรมการระเบิดและย่อยหิน ได้แก่ บริเวณตำบลหนองบัว อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี พบว่า ประชาชนที่อาศัยในตำบลหน้าพระลานและหนองบัว มีการเสื่อมสมรรถภาพปอดจำนวน 49 คน และ 8 คน ตามลำดับ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเสื่อม

สมรรถภาพปอดของประชาชนที่อาศัยในตำบลหน้าพระลาน ได้แก่ ระยะเวลาที่สัมผัสฝุ่นละอองและระยะทางระหว่างที่พักอาศัยกับพื้นที่ที่มีกิจกรรมการระเบิดและย่อยหิน

มินตรา ผาระสิทธิ์ และธัญญรัตน์ ไชยคราม (2562) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) พบว่า สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่ความเข้มข้นสะสมรวมรายปีสูงสุด ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) โอโซน (O_3) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ตามลำดับ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ปัจจัยด้านการจราจรที่แออัดโดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้าที่เดินทางไปทำงานและช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็นที่เดินทางกลับที่พักอาศัย รวมทั้ง มลพิษทางอากาศที่พบจากโรงงานอุตสาหกรรม

ยศกิต เรืองทวีป (2552) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากโรงโม่หินที่มีผลต่อสุขภาพของเด็กนักเรียน กรณีศึกษา โรงเรียนในตำบลทุ่งหลวง อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี พื้นที่ศึกษา ได้แก่ โรงเรียนชุมชนวัดทุ่งหลวงและโรงเรียนวัดสนามสุทธาวาส พบว่า โรงเรียนชุมชนวัดทุ่งหลวง มีปริมาณฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เท่ากับ 0.5307±0.3009 มก./ลบ.ม. และ 0.3023±0.2499 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนวัดสนามสุทธาวาส มีปริมาณฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เท่ากับ 0.2433±0.1068 มก./ลบ.ม. และ 0.1212±0.4330 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพ พบว่า ช่วงฤดูฝน เด็กนักเรียนโรงเรียนชุมชนวัดทุ่งหลวงและโรงเรียนวัดสนามสุทธาวาส มีอาการแสดงระบบทางเดินหายใจไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$)

รัฐพล อ้นแฉ่ง และปรียาภรณ์ เหมวัตร (2559) ได้ศึกษาการรับรู้สภาวะสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมของนักเรียน กรณีสิ่งเร้าที่เป็นฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อุตสาหกรรม พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองของโรงเรียนที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมมีค่าเฉลี่ย 174±87 มคก./ลบ.ม. ซึ่งมีค่ามากกว่าโรงเรียนที่อยู่ไกลจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 136±51 มคก./ลบ.ม. ส่วนการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองเฉลี่ยรายวัน (Average Daily Intake) ของนักเรียนในโรงเรียนใกล้โรงงานอุตสาหกรรม พบว่า มีค่า ADI เฉลี่ย 10±2 มคก./กก.ของน้ำหนักร่างกาย/วัน ซึ่งสูงกว่าโรงเรียนที่อยู่ไกลโรงงานอุตสาหกรรมที่มีค่าเฉลี่ย 5±1 มคก./กก.ของน้ำหนักร่างกาย/วัน ตามลำดับ ผลจากแบบสอบถาม พบว่า นักเรียนในโรงเรียนมีความรู้สึกหายใจติดขัด ภูมิแพ้ แสบคอ แสบจมูก เป็นหวัด ระคายเคืองตา ได้รับความเครียดและความกังวลจากฝุ่นละออง

ปราณี บุญเปล่ง และคณะ (2544) ได้ศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อการเกิดอาการของโรคระบบทางเดินหายใจของประชากรที่อาศัยอยู่ใกล้โรงโม่หิน จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ชุมชนที่อยู่ใกล้โรงโม่หินในพื้นที่ ได้แก่ บ้านหนองกระทม และชุมชนที่อยู่ไกลโรงโม่หิน ได้แก่ บ้านระโยง จำนวนกลุ่มตัวอย่างชุมชนละ 50 คน พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองของบ้านหนองกระทม มีค่า 0.24-509.62 มคก./ลบ.ม. และบ้านระโยง มีค่า 0.05-136.71 มคก./ลบ.ม. พบว่าปริมาณฝุ่นละอองของชุมชนที่อยู่ใกล้โรงโม่หินปริมาณสูงกว่า ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของโรคระบบทางเดินหายใจ

ปรียาภรณ์ เหมวัตร (2557) ได้ศึกษาปริมาณและการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในโรงเรียนที่อยู่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรม อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี โดยเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนที่อยู่ใกล้และไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อุตสาหกรรมปูนขาว อุตสาหกรรมผสม คอนกรีตและอุตสาหกรรมเผาอิฐ โดยได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Personal Air Sampler) และเก็บแบบสอบถามประเมินความเสี่ยงผลกระทบต่อสุขภาพ พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองของโรงเรียนที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม มีค่าเท่ากับ 0.174± 0.087 มก./ลบ.ม. มีค่า ADI เฉลี่ยเท่ากับ 0.0135 ซึ่งสูงกว่าโรงเรียนที่อยู่ไกลจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.135 ± 0.050 มก./ลบ.ม. มีค่า ADI เฉลี่ยเท่ากับ 0.0129 มก./กก.ของน้ำหนักร่างกาย/วัน

สิทธิชัย มุ่งดี (2549) ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอด บริเวณโรงเรียนที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมโม่หิน ได้แก่ โรงเรียนหน้าพระลานและโรงเรียนที่อยู่ไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมโม่หิน ได้แก่ โรงเรียนโคกตูม พบว่า โรงเรียนหน้าพระลานและโรงเรียนโคกตูม มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมอยู่ในช่วง 262.5-778.4 มก./ลบ.ม. และ 77.7-393.7 มก./ลบ.ม. ส่วนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนภายนอกอาคารอยู่ในช่วง 48.7-126.4 มก./ลบ.ม. และ 35.9-100.5 มก./ลบ.ม. ส่วนความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนภายในอาคารอยู่ในช่วง 496.3-1,226.7 มก./ลบ.ม. และ 322.8-691.3 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ โดยปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เพศ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ระยะห่างของที่พักอาศัยจากโรงโม่หิน

เสาวลักษณ์ ขจรพบ และธัญญรัตน์ ไชยครม (2563) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษามลพิษทางอากาศ จังหวัดขอนแก่น เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณความเข้มข้นของมลสารที่ก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ รวมถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสาร โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณค่าในช่วง พบว่า สามารถตรวจพบ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ปัจจัยที่

ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ การเผาในที่โล่งของเกษตรกร การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของรถยนต์ และการก่อสร้างโครงการรถไฟทางคู่

สายจิตร จะวะนะ (2541) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองจากโรงโม่หินต่อชุมชนในอำเภอหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี พบว่า ปัญหาด้านฝุ่นละอองจากการดำเนินการของโรงโม่หินบริเวณพื้นที่ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยนักเรียนและเจ้าหน้าที่ของโรงเรียนหน้าพระลาน มีปัญหาด้านระบบทางเดินหายใจ ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระยะห่างของที่พักอาศัยจากโรงโม่หิน

2.5.2 งานวิจัยของต่างประเทศ

De la Campa et al. (2011) ได้ศึกษาองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในเหมืองแร่ริโอ ทินโต (Rio Tinto) ประเทศสเปน เพื่อวิเคราะห์แหล่งที่มาของแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง โดยติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองปริมาตรสูง โดยระยะเวลาในเก็บตัวอย่าง ครั้งละ 24 ชั่วโมง ทุก 4 วัน ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 12 เดือน รวมทั้งตรวจวัดทิศทางเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่ผ่านจุดเก็บตัวอย่างด้วยแบบจำลอง HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) พบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีการปนเปื้อนของโลหะจากการพัดพาของลม มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและสารอินทรีย์ในพื้นที่

Gupta et al. (2007) ได้ศึกษาฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่อุตสาหกรรมในเขตเมืองโกลกาตา (Kolkata) ประเทศอินเดีย เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและแหล่งที่มา พบว่า แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองรวมในพื้นที่อยู่อาศัยและแหล่งอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้ของถ่านหิน ฝุ่นดิน ฝุ่นหิน ส่วนแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในพื้นที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้ของถ่านหิน ถนนที่ลาดยางและการเผาในที่โล่งและบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมมาจากยานพาหนะและการเผาไหม้ของถ่านหิน

Mathes and Karunasinghe (1993) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในเขตเมืองและเขตนอกเมือง พบว่า แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองมาจากกิจกรรมของมนุษย์ การอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การเผาไหม้ของเครื่องยนต์บนท้องถนน ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ประเภทดีเซล ประเภทของฝุ่นละอองที่ปลดปล่อยออกมา คือ ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่นละอองในเขตเมืองและเขตนอกเมือง พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองในเขตเมืองมีปริมาณมากกว่าเขตนอกเมือง เนื่องจากในเขตเมืองมีแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง เช่น การคมนาคมขนส่งมีจำนวนมากกว่าภายนอกเมือง

Rachid (1993) ได้ศึกษาแหล่งกำเนิดและปริมาณของฝุ่นละอองประเภทฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิด ได้แก่ บริเวณที่อยู่อาศัยและย่านพาณิชย์ของกรุงกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากการเก็บตัวอย่าง ปริมาณอนุภาคที่เก็บได้จากแหล่งกำเนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบว่า ย่านพาณิชย์ ที่มีแหล่งอุตสาหกรรมจะมีปริมาณฝุ่นละอองทั้งสองประเภทสูงกว่าบริเวณที่อยู่อาศัย

Roy et al. (2016) ได้ศึกษาแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในพื้นที่ลานถ่านหินจาเรีย (Jharia Coalfield) ประเทศอินเดีย โดยใช้แบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศแบบ AERMOD เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่เหมือง พื้นที่เหมืองที่ได้รับผลกระทบจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนและพื้นที่เขตเมือง พบว่า มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองมาจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนมากที่สุด

Lee and Chang (2000) ได้ศึกษาคุณภาพอากาศของโรงเรียนในเขตฮ่องกง ประเทศจีน โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บริเวณภายในและภายนอกห้องเรียน จำนวน 5 ห้อง โดยมีการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่าสูงสุด 1,000 มก./ลบ.ม. ทำให้ปัญหาด้านคุณภาพอากาศในฮ่องกงส่วนใหญ่มาจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Fromme et al. (2007) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองภายในห้องเรียนของโรงเรียนในเมืองมิวนิค (Munich) และบริเวณใกล้เคียงโดยรอบ ประเทศเยอรมนี โดยแบ่งออกเป็น 2 ฤดู ได้แก่ ช่วงฤดูร้อนและช่วงฤดูหนาว เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูหนาว จำนวน 92 ห้อง และช่วงฤดูร้อน จำนวน 75 ห้อง โดยทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน พบว่า ช่วงฤดูหนาวในห้องเรียนมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เท่ากับ 91.5 มคก./ลบ.ม. และปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เท่ากับ 19.8 มคก./ลบ.ม. ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เท่ากับ 64.9 มคก./ลบ.ม. และปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เท่ากับ 12.7 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ พบว่า ช่วงฤดูหนาวมีปริมาณฝุ่นละอองที่พบในบรรยากาศมากกว่าในช่วงฤดูร้อน ทำให้นักเรียนในห้องเรียนและบริเวณใกล้เคียง มีโอกาสได้รับสัมผัสฝุ่นละอองมากกว่าในช่วงฤดูหนาว

Nkosi et al. (2017) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของโรงเรียนที่ตั้งอยู่ใกล้เหมืองแร่ในจังหวัดเคาเต็ง (Gauteng) ประเทศแอฟริกาใต้ โดยศึกษาในช่วงปี ค.ศ. 2009 กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 5 โรงเรียนที่อยู่ใกล้เหมืองแร่ในระยะทาง 1-2 กิโลเมตรและโรงเรียนที่อยู่ห่างจากเหมืองแร่ในระยะทางตั้งแต่ 5 กิโลเมตรขึ้นไป โดยการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า โรงเรียนที่ตั้งอยู่ใกล้เหมืองแร่และโรงเรียนที่อยู่ห่างจากเหมืองแร่ มีปริมาณฝุ่นละอองเท่ากับ 16.42 มก./ลบ.ม. และ 11.47 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ ทำให้โรงเรียนที่อยู่ใกล้เหมืองแร่ตรวจวัดมีโอกาสสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมากกว่า

Slini et al. (2006) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดในเขตเมืองที่มีแหล่งอุตสาหกรรมและมีการจราจรหนาแน่นในประเทศกรีซ พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วลมและอุณหภูมิ โดยช่วงที่มีความเร็วลมที่สูงและมีอุณหภูมิที่ต่ำลง จะมีปริมาณของฝุ่นละอองเพิ่มมากขึ้น

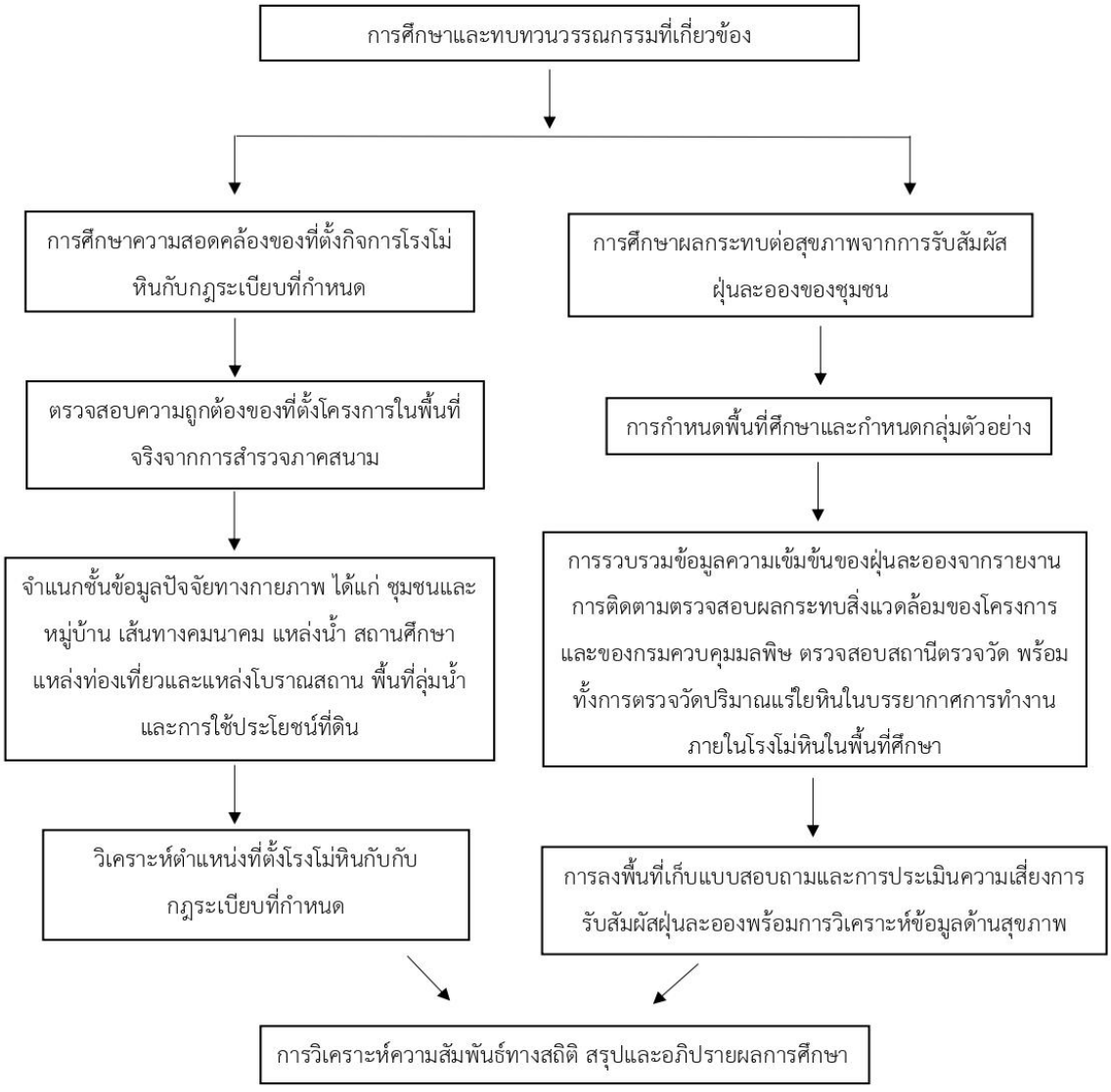
Thongsanit et al. (2003) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พบว่า ช่วงฤดูหนาว มีปริมาณฝุ่นละอองที่สูงขึ้น โดยสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรและช่วงฤดูกาล ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ปริมาณฝุ่นละอองจะสัมพันธ์กับสภาพอุณหภูมิที่ต่ำลงและมีความเร็วลมสูง

Vardoulakis and Kassomenos (2007) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในเมืองเอเธนส์ (Athens) ประเทศกรีซ เมืองเบอร์มิงแฮม (Birmingham) ประเทศอังกฤษ พบว่า ในช่วงฤดูหนาว ปริมาณของฝุ่นละอองมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับปริมาณของออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ในขณะที่ช่วงฤดูร้อน ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่าลดลง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาที่ตั้งและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การดำเนินการวิจัย

วิธีการศึกษา

3.1 การศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด

3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2563 ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูล คือ ชั้นข้อมูลโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ ชุมชนและหมู่บ้าน เส้นทางคมนาคม สถานศึกษา แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน ชั้นข้อมูลสิ่งแวดล้อม ภูมิศาสตร์ ได้แก่ แหล่งน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำ

2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและผังเมืองในรูปแบบเวกเตอร์ ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักโยธาธิการและผังเมืองสระบุรี พ.ศ. 2563

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง พร้อมระบบปฏิบัติการ Window 10

2) ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.1

3.1.3 ขั้นตอนการศึกษา

1) รวบรวมข้อมูลโรงโม่หินในบริเวณพื้นที่ศึกษา บริเวณตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี โดยทำการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ปี พ.ศ. 2563

2) สำรวจบริเวณพื้นที่ศึกษาโรงโม่หิน ด้วยการกำหนดตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งโรงโม่หินที่ปรากฏในฐานข้อมูล ก่อนนำข้อมูลตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของโรงโม่หิน เข้าสู่ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.1

3) จำแนกชั้นข้อมูล (Classification) ในซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.1 โดยแบ่งเป็นปัจจัยหลัก (Criteria) และปัจจัยย่อย (Sub-Criteria) การซ้อนทับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ในแต่ละข้อมูลของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	แหล่งที่มา
ชุมชนและหมู่บ้าน	ระยะห่าง 0-1000 เมตร ระยะห่าง 1001-2000 เมตร ระยะห่าง 2001-3000 เมตร ระยะห่างมากกว่า 3000 เมตร	พระราชกิจจานุเบกษา ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่องการควบคุมการประกอบกิจการการระเบิด การโม่ การปั่นหินด้วยเครื่องจักร พ.ศ. 2547
เส้นทางคมนาคม	ระยะห่าง 0-50 เมตร ระยะห่าง 51-300 เมตร ระยะห่าง 301-600 เมตร ระยะห่างมากกว่า 600 เมตร	
แหล่งน้ำ	ระยะห่าง 0-50 เมตร ระยะห่าง 51-300 เมตร ระยะห่าง 301-600 เมตร ระยะห่างมากกว่า 600 เมตร	
สถานศึกษา	ระยะห่าง 0-1000 เมตร ระยะห่าง 1001-2000 เมตร ระยะห่าง 2001-3000 เมตร ระยะห่างมากกว่า 3000 เมตร	
แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน	ระยะห่าง 0-1000 เมตร ระยะห่าง 1001-2000 เมตร ระยะห่าง 2001-3000 เมตร ระยะห่างมากกว่า 3000 เมตร	
พื้นที่ลุ่มน้ำ	ชั้นลุ่มน้ำ 1A,1B,2 ชั้นลุ่มน้ำ 3 ชั้นลุ่มน้ำ 4, 5	มติคณะรัฐมนตรี เรื่องโครงการศึกษาเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2525
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่ป่าไม้และเกษตรกรรม พื้นที่แหล่งน้ำ	(กฎกระทรวง, 2562)

3.1.4 การเตรียมชั้นข้อมูล

การเตรียมชั้นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1) ทำการรวบรวมชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลชุมชนและหมู่บ้าน เส้นทางคมนาคม การกำหนดขอบเขตจากข้อมูลการปกครองและที่ตั้งชุมชนของพื้นที่ศึกษา

2) ชั้นข้อมูลที่มีการวิเคราะห์ระยะห่างจากพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลชุมชนและหมู่บ้าน เส้นทางคมนาคม สถานศึกษา แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน และแหล่งน้ำ การวิเคราะห์ระยะทางจากพื้นที่ที่กำหนดทำการศึกษาโดยการใช้ฟังก์ชัน Euclidean Distance ที่อยู่ในชุดคำสั่งการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analyst) ในซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.1 เมื่อได้ระยะทางหรือระยะห่างจากชั้นข้อมูลที่ต้องทำการวิเคราะห์ ชั้นข้อมูลระยะห่างนี้จะต้องทำการจำแนกชั้นข้อมูลใหม่ (Reclassify) เพื่อกำหนดค่าระดับความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย (ตารางที่ 2)

3) ชั้นข้อมูลที่ไม่มีการวิเคราะห์ระยะห่างจากพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลทั้งสองนี้ต้องทำการเปลี่ยนรูปแบบให้อยู่ในรูปราสเตอร์เพื่อสามารถวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลระยะทางจากพื้นที่ที่กำหนดในขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้คำสั่ง Conversion >To Raster >Polygon to Raster ในชุดคำสั่ง ArcToolbox หลังจากที่ได้ข้อมูลทั้งหมดครบถ้วนแล้ว จึงนำไปวิเคราะห์ความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนดต่อไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.2 การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน

3.2.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

1) ข้อมูลของพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี มีพื้นที่ทั้งหมด 9.740 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับอำเภอพระพุทธบาท สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบและภูเขา มีสภาพอากาศแบบฝนเมืองร้อน ฝนตกมากในช่วงฤดูฝน มีน้ำน้อยในฤดูแล้ง การสาธารณสุข ประกอบด้วย สถานพยาบาล 1 แห่งในพื้นที่ คือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหน้าพระลาน และคลินิกเอกชน จำนวน 2 แห่ง (เทศบาลตำบลพระลาน, 2563)

สภาพสังคม บริเวณชุมชนหมู่ที่ 3 บ้านคุ้งเขาเขียว เป็นพื้นที่แหล่งอุตสาหกรรมเกี่ยวข้องกับหินแร่ หินปูน บริเวณที่ราบเป็นที่ของชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม โรงเรียน อาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ชุมชนหมู่ที่ 6 บ้านหนองจาน เป็นพื้นที่เนินเขา พื้นที่ป่าไม้ เป็นที่อยู่อาศัยของชุมชนและพื้นที่ทางเกษตรกรรม ทั้งสองชุมชนส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป

2) ข้อมูลด้านสุขภาพของประชากรในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลด้านสุขภาพของประชากรในพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลทางสถิติสาเหตุการเจ็บป่วยของผู้ป่วยในช่วงปี พ.ศ. 2551-2560 พบว่า ประชากรในพื้นที่จะมีอาการของโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน ความดันโลหิตสูงและโรคเบาหวาน ตามลำดับ รายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเจ็บป่วยของประชากรในพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2551-2560

สาเหตุการเจ็บป่วย	ปี พ.ศ.2551		ปี พ.ศ.2552		ปี พ.ศ.2553		ปี พ.ศ.2554		ปี พ.ศ.2555	
	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ
โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	321	1	2025	1	2152	1	1958	2	1655	2
ความดันโลหิตสูง	227	2	1791	2	1940	2	1993	1	2399	1
โรคเบาหวาน	186	3	1436	3	1541	3	1591	3	1637	3
หลอดลมอักเสบ	138	4	590	5	522	9	-	-	509	9
คออักเสบ	91	5	1069	4	837	4	587	5	522	8
โรคหืดหอบ	82	6	562	6	544	8	576	6	-	-
ท้องเดิน/อุจจาระร่วง	80	7	533	7	582	5	662	4	556	6
เวียนศีรษะ	69	8	501	8	544	7	-	-	593	5
อาการปวดหลังส่วนล่าง	64	9	-	-	-	-	-	-	-	-
จมูกอักเสบจากภูมิแพ้	56	10	491	9	504	10	487	7	534	7
โรคไขมันในเลือดสูง	-	-	400	10	578	6	477	9	614	4
โรคติดเชื้อเอชไอวี	-	-	-	-	-	-	483	8	442	10
ไตวาย	-	-	-	-	-	-	416	10	-	-

ที่มา : รายงานสถิติการเจ็บป่วยของผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลหน้าพระลาน (2561)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สาเหตุการป่วย	ปี พ.ศ.2556		ปี พ.ศ.2557		ปี พ.ศ.2558		ปี พ.ศ.2559		ปี พ.ศ.2560	
	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ	จำนวน	ลำดับ
โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	1471	3	1754	3	1554	3	1945	3	839	5
ความดันโลหิตสูง	2863	1	3428	1	3176	1	3738	1	3634	1
โรคเบาหวาน	1771	2	1928	2	2008	2	2205	2	2286	2
โรคไขมันในเลือดสูง	898	4	1037	4	971	4	1066	4	1271	3
กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ	773	5	777	5	878	5	904	5	803	6
การส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรค	-	-	-	-	-	-	-	-	1169	4
ไตวาย	645	6	709	6	465	10	439	10	-	-
เวียนศีรษะ	627	7	652	7	726	6	742	6	750	7
จมูกอักเสบจากภูมิแพ้	461	8	518	8	510	8	464	9	504	10
คออักเสบ	425	9	466	10	-	-	-	-	-	-
ไข้	393	10	-	-	483	9	662	7	-	-
โรคบิด	-	-	483	9	628	7	-	-	-	-
โรคอาหารไม่ย่อย	-	-	-	-	-	-	635	8	635	9
โรคติดเชื้อเฉียบพลันของระบบหายใจส่วนต้น	-	-	-	-	-	-	-	-	719	8

ที่มา : รายงานสถิติการเจ็บป่วยของผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลหน้าพระลาน (2561)

3.2.2 ขั้นตอนการศึกษา

3.2.2.1 กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ศึกษา คือ ประชากรที่เป็นตัวแทนครัวเรือนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้โรงโม่หิน บริเวณตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี โดยกำหนดเป็นประชากร ได้แก่ ชุมชนหมู่ที่ 3 ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ที่มีโรงโม่หินมากที่สุดและชุมชนหมู่ที่ 6 เป็นพื้นที่ที่มีโรงโม่หินน้อยที่สุดในบริเวณพื้นที่ศึกษา

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ Krejcie and Morgan (1970) กำหนดความคลาดเคลื่อนในการสุ่ม (Sampling Error) เท่ากับ 0.05 หรือเท่ากับร้อยละ 5 กำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 จากจำนวนประชากรทั้งหมด มีจำนวน 542 ครัวเรือน คำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$n = \frac{\chi^2 Np(1-p)}{e^2(N-1) + \chi^2 p(1-p)}$$ ---------- สมการที่ 1

โดยที่

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

χ^2 = ค่าไคสแควร์ที่ df เท่ากับ 1 และระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดย χ^2 = 3.841

P = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชาชน โดย P = 0.5

แสดงตัวอย่างการคำนวณ

$$n = \frac{\chi^2 Np(1-p)}{e^2(N-1) + \chi^2 p(1-p)}$$

$$= \frac{3.841 \times 542 \times 0.5 \times (1-0.5)}{0.05^2 \times (542-1) + 3.841 \times 0.5 \times (1-0.5)}$$

n = 225 ครัวเรือน

จากการคำนวณที่ได้ จึงกำหนดจำนวนครัวเรือนที่ใช้ในการวิจัยเท่ากับ 225 ครัวเรือน

หลังจากได้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างแล้ว จะคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาใช้ในการศึกษา โดยใช้หลักการสุ่มตัวอย่างอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ซึ่งจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามหมู่บ้าน รวม 2 หมู่บ้าน ดังนี้

$$\text{จำนวนตัวอย่าง} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือน} \times \text{ขนาดกลุ่มตัวอย่าง}}{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมด}}$$

แสดงวิธีคำนวณ

$$\text{จำนวนตัวอย่างหมู่ที่ 3} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือน} \times \text{ขนาดกลุ่มตัวอย่าง}}{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมด}}$$

$$= \frac{360 \times 225}{542} = 150 \text{ ตัวอย่าง}$$

$$\text{จำนวนตัวอย่างหมู่ที่ 6} = \frac{\text{จำนวนครัวเรือน} \times \text{ขนาดกลุ่มตัวอย่าง}}{\text{จำนวนครัวเรือนทั้งหมด}}$$

$$= \frac{182 \times 225}{542} = 76 \text{ ตัวอย่าง}$$

ตารางที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

หมู่บ้าน	จำนวนครัวเรือน	กลุ่มตัวอย่าง (ครัวเรือน)
หมู่ที่ 3 บ้านคุ้งเขาเขียว	360	150
หมู่ที่ 6 บ้านหนองจาน	182	76
รวม	542	226

3.2.2.2 การรวบรวมข้อมูล

1) ข้อมูลความเข้มข้นที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจ การเก็บตัวอย่าง การสัมภาษณ์ และการเก็บแบบสอบถาม ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัด หลักเกณฑ์การคัดเลือกสถานีตรวจวัดเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยง รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 หลักเกณฑ์การเลือกสถานีตรวจวัดที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

กรณีที่	หลักเกณฑ์ที่ใช้
1	ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่มีปริมาณฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่มีค่าสูงสุด โดยแบ่งตามช่วงฤดูกาลของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ช่วงฤดูหนาว (ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) ช่วงฤดูร้อน (ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) และช่วงฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) ตามลำดับ
2	ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่มีปริมาณฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่มีค่าต่ำสุด โดยแบ่งตามช่วงฤดูกาลของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ช่วงฤดูหนาว (ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) ช่วงฤดูร้อน (ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) และช่วงฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) ตามลำดับ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดของแบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย

ข้อมูลทั่วไป	**เลขที่ข้อแบบสอบถาม**	**หลักเกณฑ์**
เพศ อายุ น้ำหนักตัว อาชีพ ระยะเวลาที่อาศัยในชุมชน โรคประจำตัว	ข้อ 1-5	(กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมด้านสุขภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 3 ข้อ ประกอบด้วย

ข้อมูลพฤติกรรม	**เลขที่ข้อแบบสอบถาม**	**หลักเกณฑ์**
พฤติกรรมด้านสุขภาพ	ข้อ 6-8	(กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วย

ข้อมูลด้านสภาพแวดล้อม	**เลขที่ข้อแบบสอบถาม**	**หลักเกณฑ์**
ลักษณะที่อยู่อาศัย แหล่งคมนาคม ที่ตั้งสถานประกอบการที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง	ข้อ 9-12	(กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามโดยใช้วิธีสัมภาษณ์โดยตรง โดย 1 ครัวเรือน เท่ากับ 1 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นหมู่ที่ 3 จำนวน 150 ตัวอย่างและหมู่ที่ 6 จำนวน 76 ตัวอย่าง รวมเป็น 226 ตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผล

4) การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง

สิ่งคุกคามที่พิจารณา คือ ฝุ่นละอองที่เกิดจากโรงโม่หินในพื้นที่ ได้แก่ ฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ก่อมะเร็ง ซึ่งเป็นข้อมูลจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมและข้อมูลตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ เนื่องจากการดำเนินการของโรงโม่หิน ก่อให้เกิดฝุ่นละอองจำนวนมาก ได้แก่ ขั้นตอนการโม่หิน ขั้นตอนการระเบิดหิน ขั้นตอนการขนส่ง รวมทั้งฝุ่นละอองที่เกิดจากการตกสะสมภายในพื้นที่ พบว่า เกิดจากการใช้เครื่องจักรโดยอาศัยแรงกด (Compression) แรงกระแทก (Impact) และแรงระเบิด (Blast) เพื่อให้หินมีขนาดเล็กลง ก่อนจะเก็บรวบรวมและนำไปจำหน่ายต่อไป ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้ จึงไม่นำฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มาใช้ในการประเมินความเสี่ยง เนื่องจากส่วนใหญ่ พบว่า ฝุ่นละอองประเภทนี้มักเกิดจากเผาไหม้ของน้ำมันและถ่านหิน กระบวนการที่ใช้ความร้อนสูงหรือกระบวนการทางเคมี (กรมอนามัย และ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง (สมการที่ 2) โดยการหาค่าความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อมะเร็งในฝุ่นละอองแต่ละประเภทที่ทำการศึกษา สามารถหาได้จากอัตราส่วนของขนาดของฝุ่นละอองที่ร่างกายรับเข้าไป (ตารางที่ 6) ต่อค่าความเข้มข้นอ้างอิงของสารมลพิษที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ (ตารางที่ 7) หาได้จากสมการ ดังนี้ (US EPA, 1989)

$$\text{Hazard Quotient (HQ)} = \frac{\mathbf{CDI}}{\mathbf{RfC}} \quad \text{---------- สมการที่ 2}$$

โดยที่ HQ = ค่าสัดส่วนความเสี่ยง

CDI = ปริมาณการได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวัน (มก./กก./น้ำหนักร่างกาย/วัน)

Reference Concentration = ค่าความเข้มข้นอ้างอิงของสารมลพิษที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ (มก./ลบ.ม.)

การคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวันนั้นจะพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างของประชากรในพื้นที่ เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเสี่ยง โดยพิจารณาเฉพาะเส้นทางสัมผัสทางการหายใจ (Inhalation) โดยใช้การประเมินวิธีของ US EPA (1989) ค่าของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงเป็นค่าคงที่ของประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะกำหนดให้บางค่าเป็นค่าที่ได้จากข้อมูลจากแบบสอบถาม เช่น น้ำหนักตัว ระยะเวลาที่สัมผัส เป็นต้น คำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$CDI = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$ ---------- สมการที่ 3

โดยที่

ADI = ปริมาณการได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวัน (มก./กก./น้ำหนักร่างกาย/วัน)

CA = ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.)

IR = อัตราการหายใจ (ลบ.ม./ชั่วโมง)

ET = เวลาในการสัมผัส (ชม./วัน)

EF = ความถี่ในการได้รับสัมผัส (วัน/ปี)

ED = ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี)

BW = น้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (กิโลกรัม)

AT = ช่วงเวลาในการได้รับสัมผัส (วัน)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 6 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

ตัวแปร	หน่วย	ค่า	วิธีการศึกษา	แหล่งอ้างอิง
ความเข้มข้นเฉลี่ยของสิ่งคุกคามในอากาศ (C)	มก./ลบ.ม.	-	ข้อมูลรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม	กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (2563)
ความเข้มข้นเฉลี่ยของสิ่งคุกคามในอากาศ (C)	มก./ลบ.ม.	-	ข้อมูลตรวจวัดจากกรมควบคุมมลพิษ	รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย (2564)
อัตราการหายใจ (IR)	ลบ.ม./ชั่วโมง	0.83 0.208	สำหรับผู้ใหญ่ สำหรับเด็ก	US EPA (1989)
เวลาในการสัมผัส (ET)	ชม./วัน	-	เวลาในการสัมผัส โดยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม	-
ความถี่ในการได้รับสัมผัส (EF)	วัน/ปี	-	ความถี่ในการได้รับสัมผัส โดยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม	-
ระยะเวลาที่สัมผัส (ED)	ปี	-	ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา โดยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม	-
น้ำหนักตัว (BW)	กิโลกรัม	-	น้ำหนักตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม	-
ระยะเวลาในการได้รับสัมผัส (AT) สำหรับสารไม่ก่อมะเร็ง	วัน	ED × 365 วัน/ปี	ระยะเวลาการสัมผัส โดยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม	US EPA (1989)

ตารางที่ 7 ค่าความเข้มข้นอ้างอิงของสารมลพิษที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ

ค่ามาตรฐาน	ค่า	หน่วย	แหล่งที่มา
ฝุ่นละอองรวม	0.33	มก./ลบ.ม.	ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.05	มก./ลบ.ม.	World Health Organization (2018)

การประเมินจากค่าความเสี่ยง โดยแปลผล ดังนี้

ค่าความเสี่ยงรวม ≥1หมายถึง เกิดภาวะเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสาร

ค่าความเสี่ยงรวม <1หมายถึง ค่าที่ยอมรับได้ต่อการรับสัมผัสสาร

5) การตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน

การตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน ซึ่งเป็นหนึ่งในสารที่สามารถพบได้จากฝุ่นละอองที่เกิดจากโรงโม่หินและมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน การตรวจวัดภายในโรงโม่หิน เพื่อมาประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสใยหิน โดยทำการว่าจ้างกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค (2564) ในการตรวจวัดในแผนกที่มีการรับสัมผัสแร่ใยหินภายในกระบวนการโม่หิน ประกอบด้วย แผนกโม่หรือย่อยหิน (ภาพที่ 2 ก) แผนกลำเลียงหิน (ภาพที่ 2 ข) และห้องควบคุมระบบ (ภาพที่ 2 ค) ซึ่งในแต่ละแผนกจะเก็บตัวอย่างแผนกละ 2 ตัวอย่างและหาค่าเฉลี่ยปริมาณแร่ใยหินของแต่ละแผนก จึงนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของแร่ใยหิน โดยกำหนดไว้ที่ 0.1 เส้นใย/ลบ.ซม. ตามมาตรฐานความปลอดภัยแนะนำของเอซีจีไอเอช (American of Conference of Governmental Industrial Hygienists) ปี ค.ศ. 2009 โดยวิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณแร่ใยหิน มีรายละเอียดในภาคผนวก ฉ

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 2 การตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน

3.2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

ผลลัพธ์การศึกษาจะนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) เวอร์ชัน 25 โดยแบ่งเป็น

1) การศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด โดยใช้สถิติพื้นฐาน

2) ข้อมูลแบบสอบถาม ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพฤติกรรมด้านสุขภาพ ข้อมูลสภาพแวดล้อม โดยใช้สถิติพื้นฐานและทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน โดยใช้สถิติทดสอบ Independent t-test

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

4.1 ที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หิน โดยพิจารณาจากปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยที่ประกอบไปด้วย ปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน เส้นทางคมนาคม แหล่งน้ำ สถานศึกษา แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน พื้นที่ลุ่มน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินกับผังเมือง ผลการศึกษาในแต่ละประเด็น มีดังนี้

4.1.1 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน

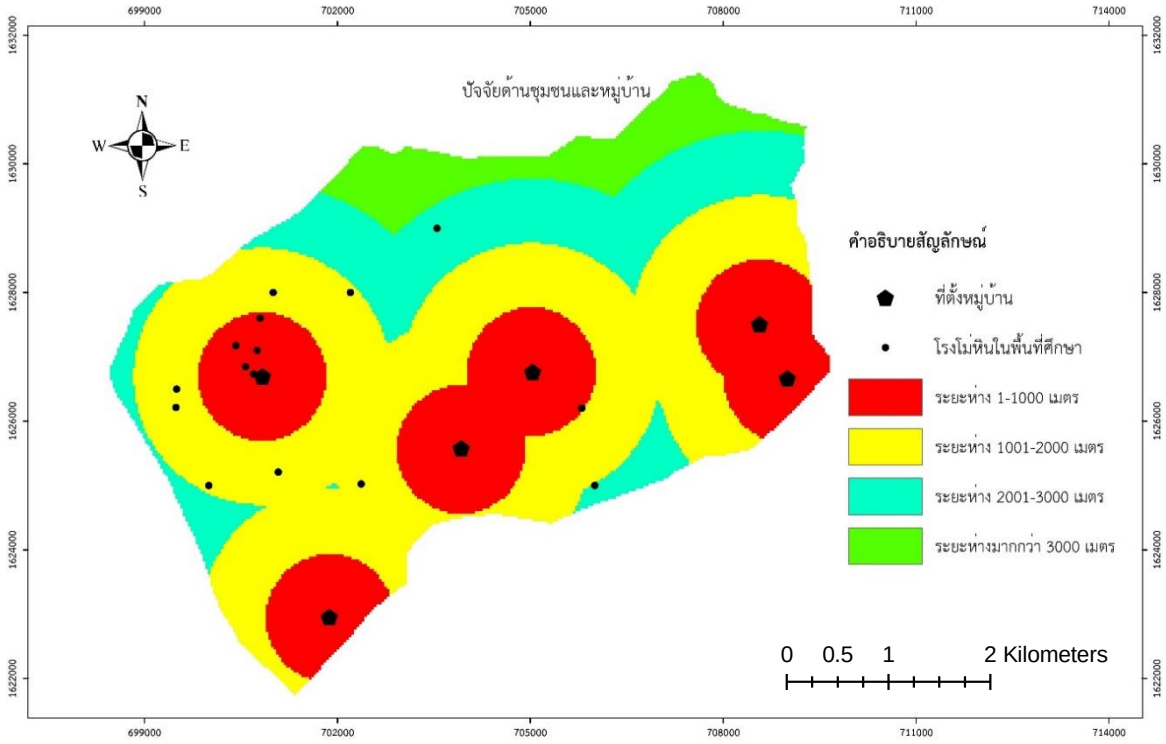
ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน เมื่อพิจารณาจากปัจจัยย่อย พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระยะห่าง 0-1000 เมตร มีจำนวน 6 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 40 ระยะห่าง 1001-2000 เมตร มีจำนวน 7 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 46.67 และระยะห่าง 2001-3000 เมตร มีจำนวน 2 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 8 และภาพที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 8 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
ชุมชนและหมู่บ้าน	ระยะห่าง 0-1000 เมตร	บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด
	ระยะห่าง 1001-2000 เมตร	บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด บริษัท หินอ่อน จำกัด บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
ชุมชนและหมู่บ้าน	ระยะห่าง 1001-2000 เมตร	ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่ บริษัท ไกรสิน จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่
	ระยะห่าง 2001-3000 เมตร	บริษัท สินชัย 1992 จำกัด บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด
	ระยะห่างมากกว่า 3000 เมตร	-



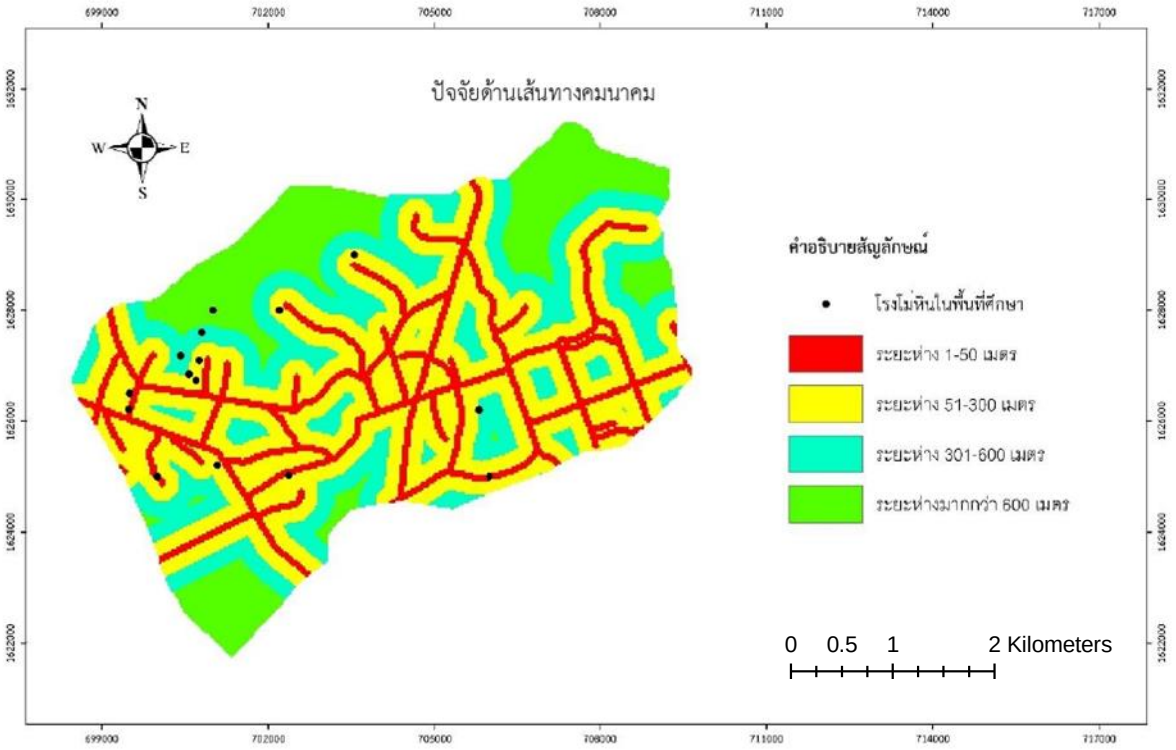
ภาพที่ 3 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน

4.1.2 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม

ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม เมื่อพิจารณาจากปัจจัยย่อย พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระยะห่าง 0-50 เมตร มีจำนวน 3 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 20 ระยะห่าง 51-300 เมตร มีจำนวน 8 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ระยะห่าง 301-600 เมตร มีจำนวน 3 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 20 และระยะห่างมากกว่า 600 เมตร มีจำนวน 1 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 9 และภาพที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 9 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
เส้นทางคมนาคม	ระยะห่าง 0-50 เมตร	บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่ บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด
	ระยะห่าง 51-300 เมตร	บริษัท หินอ่อน จำกัด บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม บริษัท ไกรสิน จำกัด บริษัท สินชัย 1992 จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่
	ระยะห่าง 301-600 เมตร	ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด
	ระยะห่างมากกว่า 600 เมตร	โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ



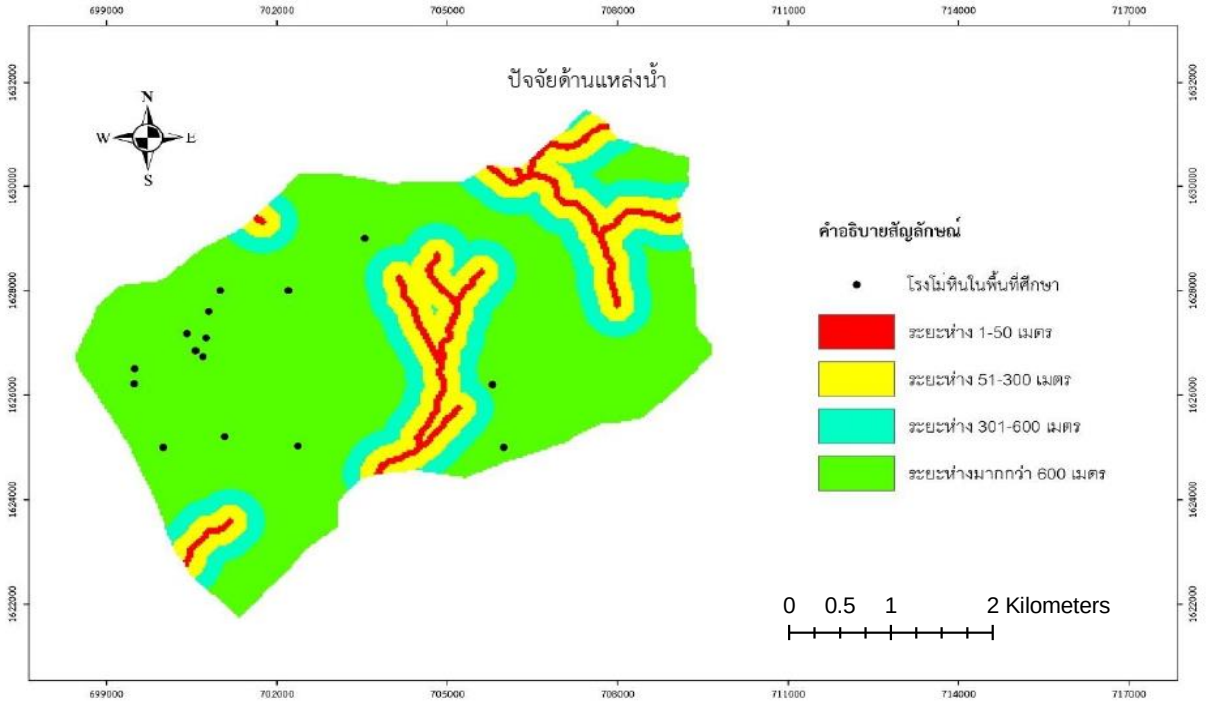
ภาพที่ 4 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม

4.1.3 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งน้ำ เมื่อพิจารณาจากปัจจัยย่อย พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระยะห่างมากกว่า 600 เมตร มีจำนวน 15 โรงงาน คิดเป็นหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 10 และภาพที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 10 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านแหล่งน้ำ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
แหล่งน้ำ	ระยะห่าง 0-50 เมตร	-
	ระยะห่าง 51-300 เมตร	-
	ระยะห่าง 301-600 เมตร	-
	ระยะห่างมากกว่า 600 เมตร	บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด บริษัท หินอ่อน จำกัด บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล บริษัท ไกรสิน จำกัด บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท สินชัย 1992 จำกัด โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่ บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่



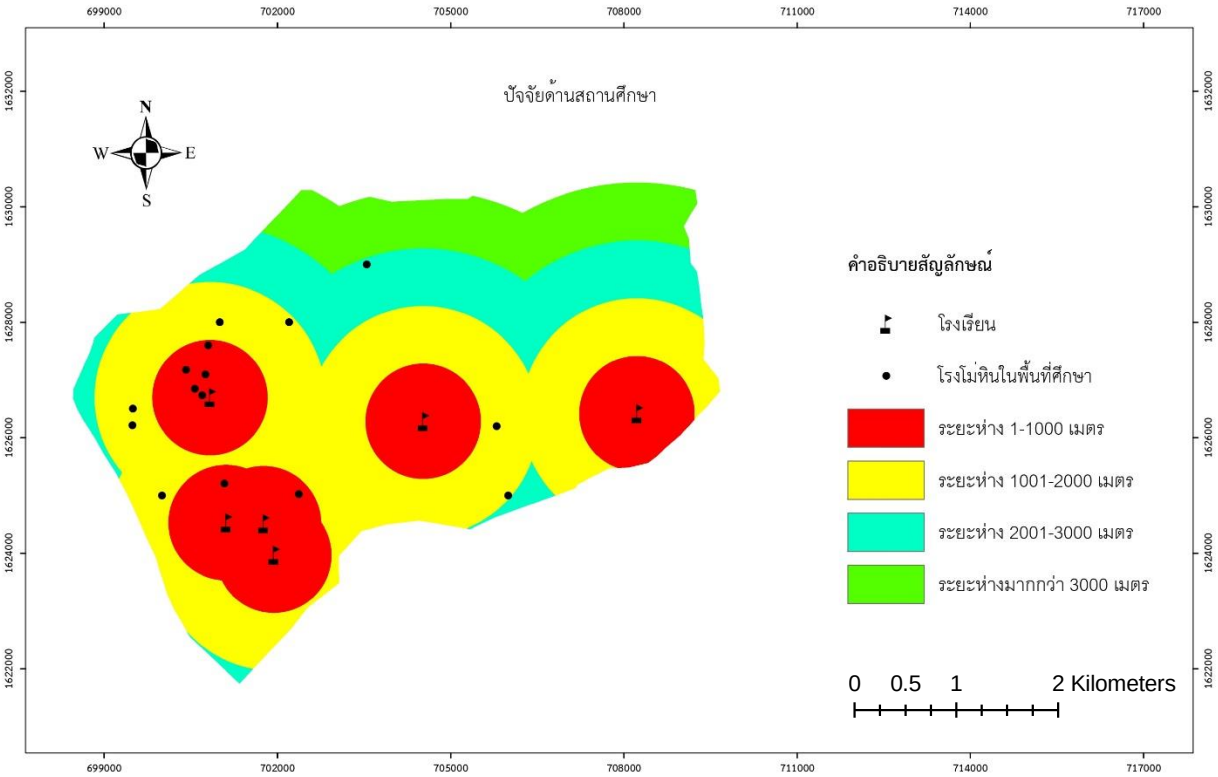
ภาพที่ 5 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งน้ำ

4.1.4 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านสถานศึกษา

ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านสถานศึกษา เมื่อพิจารณาจากปัจจัยย่อย พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระยะห่าง 0-1000 เมตร มีจำนวน 7 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ระยะห่าง 1001-2000 เมตร มีจำนวน 7 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 46.66 และระยะห่าง 2001-3000 เมตร มีจำนวน 1 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 6.68 ตามลำดับ ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 11 และภาพที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 11 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านสถานศึกษา

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
สถานศึกษา	ระยะห่าง 0-1000 เมตร	บริษัท หินอ่อน จำกัด บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรม เหมืองแร่
	ระยะห่าง 1001-2000 เมตร	บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด บริษัท ไกรสิน จำกัด โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่ บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด
	ระยะห่าง 2001-3000 เมตร	บริษัท สินชัย 1992 จำกัด
	ระยะห่างมากกว่า 3000 เมตร	-



ภาพที่ 6 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านสถานศึกษา

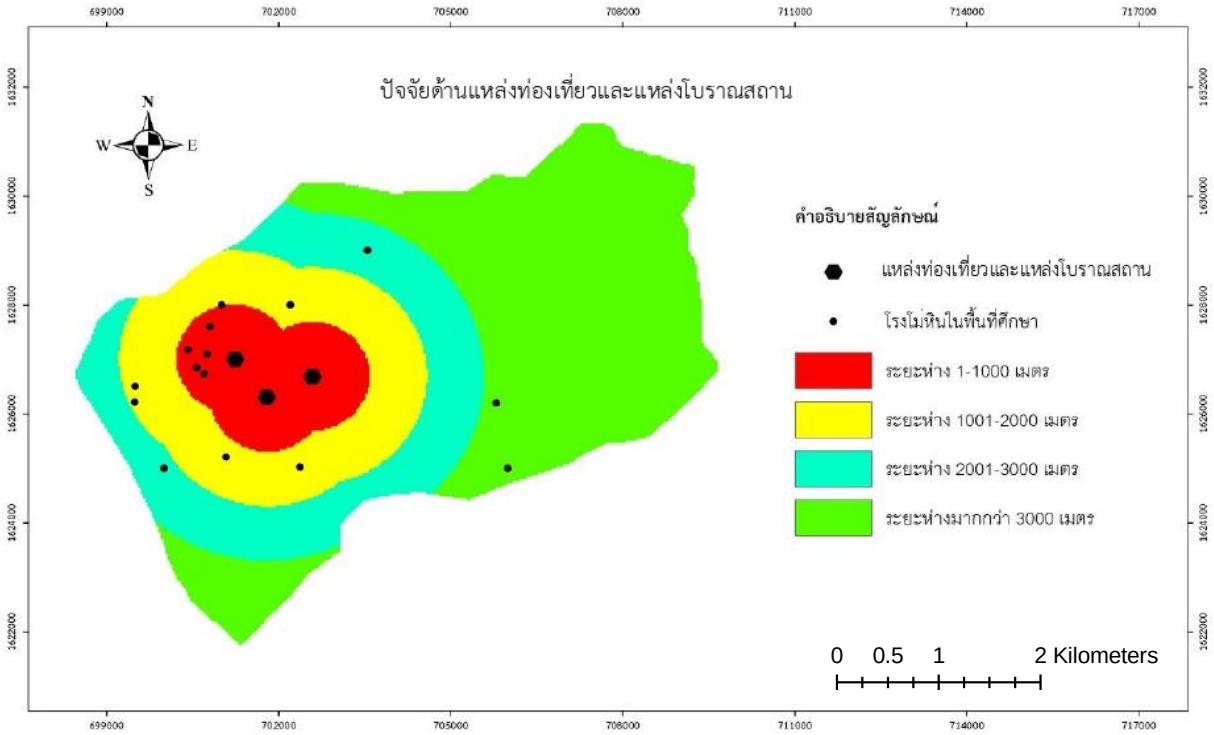
4.1.5 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน

ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน เมื่อพิจารณาจากปัจจัยย่อย พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระยะห่าง 0-1000 เมตร มีจำนวน 5 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ระยะห่าง 1001-2000 เมตร มีจำนวน 6 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 40 ระยะห่าง 2001-3000 เมตร มีจำนวน 2 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.33 และระยะห่างมากกว่า 3000 เมตร มีจำนวน 2 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ตามลำดับ ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 12 และภาพที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 12 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
แหล่งท่องเที่ยว แหล่งโบราณสถาน	ระยะห่าง 0-1000 เมตร	บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา
	ระยะห่าง 1001-2000 เมตร	บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด บริษัท หินอ่อน จำกัด โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด บริษัท ไกรสิน จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่
	ระยะห่าง 2001-3000 เมตร	บริษัท สินชัย 1992 จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่
	ระยะห่างมากกว่า 3000 เมตร	บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 7 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน

4.1.6 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อพิจารณาจากปัจจัยย่อย พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำประเภท 1A 1B 2 มีจำนวน 1 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 6.67 พื้นที่ลุ่มน้ำประเภท 3 มีจำนวน 14 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 93.33 ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 13 และภาพที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 13 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
พื้นที่ลุ่มน้ำ	ชั้นลุ่มน้ำ 1A 1B 2	โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ
	ชั้นลุ่มน้ำ 3	บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด บริษัท สินชัย 1992 จำกัด บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด บริษัท หินอ่อน จำกัด บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน ห้างหุ้นสวนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่ บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ไกรสิน จำกัด
	ชั้นลุ่มน้ำ 4 และ 5	-

หมายเหตุ : พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 A หมายถึง พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ที่ยังคงสภาพป่าสมบูรณ์ ซึ่งจำเป็นจะต้องสงวนไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารและเป็นทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 B หมายถึง พื้นที่ในลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ซึ่งสภาพป่าส่วนใหญ่ในพื้นที่ได้ถูกทำลาย ดัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลงไปเพื่อพัฒนาการใช้ที่ดินรูปแบบอื่น การใช้ที่ดินหรือการพัฒนารูปแบบต่างๆ ที่ดำเนินการไปแล้วจะต้องมีมาตรการควบคุมเป็นพิเศษ

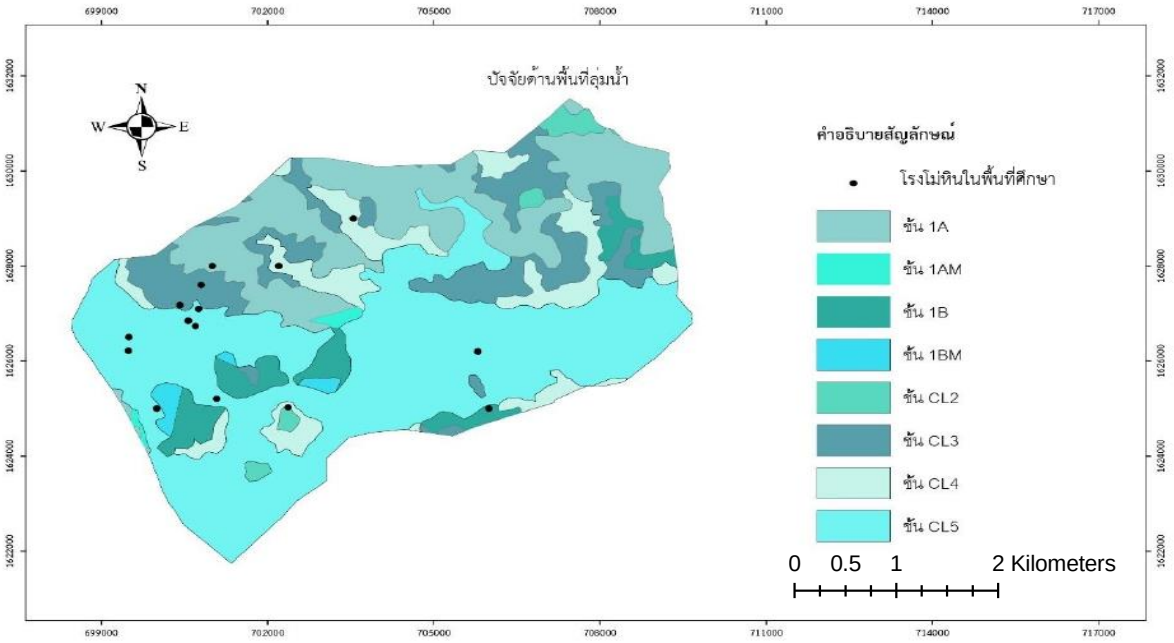
พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 2 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ โดยทั่วไปมีคุณภาพเหมาะสมต่อการเป็นต้นน้ำ ลำธาร สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อกิจการที่สำคัญได้ เช่น การทำเหมืองแร่ เป็นต้น

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 3 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ โดยทั่วไปสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกิจการทำไม้ เหมืองแร่ และปลูกพืชกสิกรรมไม้ยืนต้น

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 4 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ มีสภาพป่าถูกบุกรุกแผ้วถางเป็นที่ใช้ประโยชน์พืชกิจการพืชไร่เป็นส่วนมาก

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 5 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ โดยทั่วไปเป็นที่ราบ ที่ลุ่ม หรือเนินลาดเอียงเล็กน้อยและส่วนใหญ่ป่าไม้ถูกบุกรุกแผ้วถางเพื่อประโยชน์ด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนาและกิจการอื่นๆ ไปแล้ว

ที่มา : มติคณะรัฐมนตรี เรื่อง โครงการศึกษาเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย (2525)



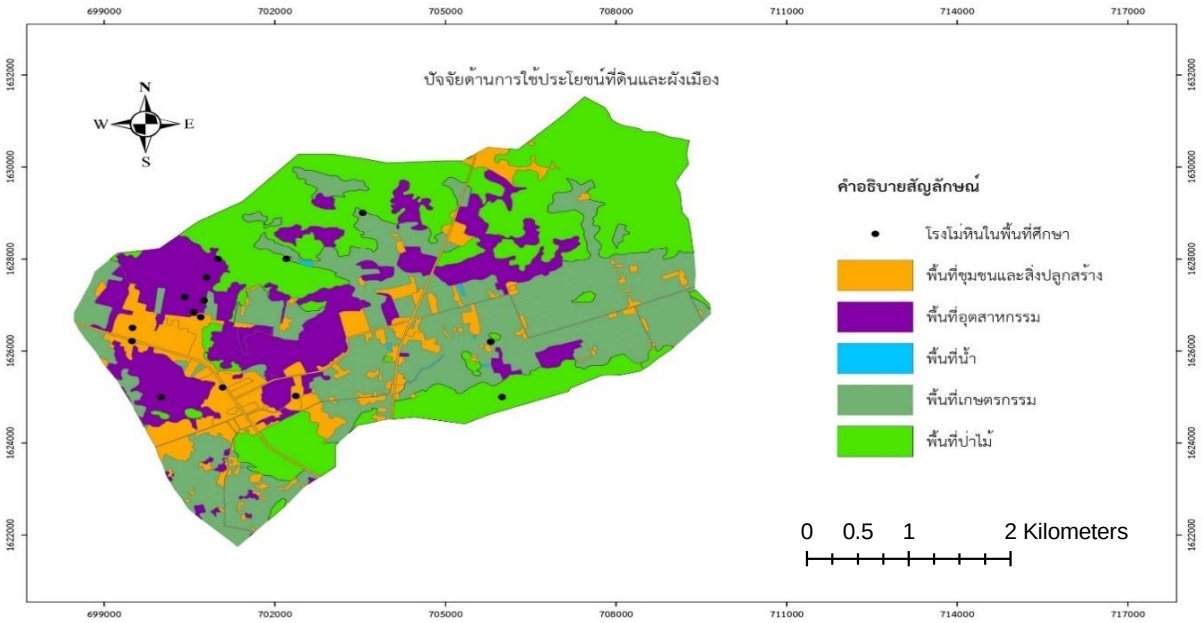
ภาพที่ 8 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ

4.1.7 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อพิจารณาจากปัจจัยย่อย พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีจำนวน 5 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 33.33 พื้นที่อุตสาหกรรม มีจำนวน 6 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 40 พื้นที่เกษตรกรรม มีจำนวน 2 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.33 และพื้นที่ป่าไม้ มีจำนวน 2 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ตามลำดับผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 14 และภาพที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 14 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินของปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	โรงโม่หินในพื้นที่ศึกษา
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด บริษัท หินอ่อน จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด
	พื้นที่อุตสาหกรรม	บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่
	พื้นที่เกษตรกรรม	บริษัท สินชัย 1992 จำกัด บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด
	พื้นที่ป่าไม้	บริษัท ไกรสิน จำกัด บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด



ภาพที่ 9 ที่ตั้งโรงโม่หินกับปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

4.1.8 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับการแผนผังเมือง

ตำแหน่งที่ตั้งของโครงการกับแผนผังเมืองจังหวัดสระบุรี ซึ่งใช้ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมจังหวัดสระบุรี โดยแผนผังเมืองที่ใช้ในการศึกษา คือ กฎกระทรวง ที่เป็นการใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2562 ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินกับการแผนผังเมือง

รายชื่อโรงโม่หิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ความสอดคล้องตามผังเมือง
บริษัท สหศิลาเพิ่มพูล จำกัด	พื้นที่ชุมชน	ไม่สอดคล้อง
บริษัท หินอ่อน จำกัด	พื้นที่ชุมชน	ไม่สอดคล้อง
บริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
บริษัท ส.ศิลาทองสระบุรี จำกัด	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
ห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
ห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคชัยศิลา	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิลานิล	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
บริษัท ไกรสิน จำกัด	พื้นที่ป่าไม้	ไม่สอดคล้อง
บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด	พื้นที่เกษตรกรรม	ไม่สอดคล้อง
บริษัท สินชัย 1992 จำกัด	พื้นที่เกษตรกรรม	ไม่สอดคล้อง
โรงโม่หินศิลาชัยเจริญ	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
ห้างหุ้นส่วนจำกัด สระบุรีเขาใหญ่	พื้นที่อุตสาหกรรม	สอดคล้อง
บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด	พื้นที่ป่าไม้	ไม่สอดคล้อง
ห้างหุ้นส่วนจำกัด พลัดแอกอุตสาหกรรมเหมืองแร่	พื้นที่ชุมชน	ไม่สอดคล้อง
สรุปผลการศึกษา	มีความสอดคล้อง	8 (53.33)
	ไม่มีความสอดคล้อง	7 (46.67)

4.1.9 อภิปรายความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด

การศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด โดยพิจารณาจากปัจจัยที่ประกอบไปด้วย ชุมชนและหมู่บ้าน เส้นทางคมนาคม แหล่งน้ำ สถานศึกษา แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน พื้นที่ลุ่มน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยยึดตามหลักกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง (ตารางที่ 2) ตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินที่อยู่ในระยะทางของปัจจัยต่างๆ โดยกำหนดในระยะทาง 1000 เมตร เนื่องจากเป็นระยะทางที่กฎระเบียบกำหนดขึ้นเป็นระยะทางขั้นต่ำเพื่อป้องกันผลกระทบจากกิจกรรมของโรงโม่หินภายในพื้นที่ พบว่า ปัจจัยที่มีตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หินในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระยะห่าง 0-1000 เมตร ประกอบด้วย ปัจจัยด้านสถานศึกษามีจำนวนมากที่สุด จำนวน 7 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 46.66 รองลงมา ปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน มีจำนวน 6 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 40 และปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน มีจำนวน 5 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ในขณะที่ปัจจัยด้านแหล่งน้ำ พบว่า ไม่มีโรงโม่หินใดอยู่ในระยะทางที่กฎระเบียบกำหนดขั้นต่ำในระยะทาง 0-50 เมตร การอภิปรายความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินในแต่ละปัจจัยมีดังนี้

ปัจจัยด้านชุมชนและหมู่บ้าน พบว่า มีโรงโม่หินอยู่ใกล้เขตชุมชนและหมู่บ้านในระยะทางที่ไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนดขั้นต่ำในระยะทาง 1000 เมตร จำนวน 6 โรงงานจากทั้งหมด 15 โรงงานที่ศึกษา โดยแบ่งเป็นหมู่ที่ 3 จำนวน 5 โรงงานและหมู่ที่ 5 จำนวน 1 โรงงาน โดยพื้นฐานพื้นที่ตำบลหน้าพระลานนั้นมีลักษณะทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมโม่หิน การที่มีโรงงานอยู่ในระยะทางที่ไม่สอดคล้องนั้นจะมีผลกระทบเรื่องความเสี่ยงที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของคนในพื้นที่ เช่น มลภาวะจากฝุ่นละอองที่ก่อให้เกิดผลกระทบได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม และสามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงระยะเวลาที่สั้นหรือตกค้างสะสมได้ในระยะยาว ผลกระทบต่อบริเวณที่อยู่อาศัยใกล้เคียงทำให้ไม่สะอาด อาหารที่รับประทานอาจปนเปื้อนฝุ่นละออง ปัญหาด้านการควบคุมหรือกำกับดูแลด้านสุขลักษณะของการประกอบกิจการโรงโม่หินจากการระบายของมลพิษที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการผลิต ดังนั้น การกำหนดที่ตั้งจากโรงโม่หินนั้นควรพิจารณาถึงพื้นที่สำหรับการประกอบกิจการให้รอบคอบ การกำหนดแนวกันชนซึ่งเป็นบริเวณที่กั้นระหว่างเขตอุตสาหกรรมกับเขตที่อยู่อาศัยจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ นอกจากจะแบ่งขอบเขตของพื้นที่แล้วยังมีประโยชน์ในการช่วยดูดก๊าซพิษต่างๆ ในบรรยากาศ กระตุ้นให้เกิดความปั่นป่วนและการผสมผสานกันของอากาศเสียทำให้ฝุ่นและละอองไอ (Aerosol) ตกได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงยังช่วยลดแรงจากการระเบิด ลดระดับความดังของ

เสียงและคลื่นกระแทก (Shock wave) ทั้งให้ก๊าซออกซิเจนและความชื้นแก่อากาศในบริเวณใกล้เคียง (สรุเชษฐ เมืองแมน, 2539) ในประเทศไทย ได้มีผู้ศึกษาแนวกันชนสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างไว้ เช่น ในกรณีของบริษัท เอ็น เอส คอนซัลแทนท์ จำกัด ได้ทำการศึกษาโครงการศึกษาและจัดทำแผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาแหล่งแร่หินปูนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น เลยและอุดรธานี ของกรมทรัพยากรธรณี (2540) ระบุว่า ส่วนของแนวกันชนของชุมชนและหมู่บ้านนั้น ควรมีแนวกันชนเป็นระยะทางประมาณ 2000 เมตรขึ้นไป งานวิจัยของสรุเชษฐ เมืองแมน (2539) ได้เสนอแนวกันชนสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดหนักในชุมชนที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ควรมีแนวกันชนเป็นระยะทางประมาณ 1600-3200 เมตร รวมถึงการมีกระบวนการมีส่วนร่วมและแสดงความคิดเห็นของประชาชนร่วมด้วยก่อนจะมีแผนการก่อสร้างโครงการ ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่า มีโรงโม่หินเพียง 2 โรงงานเท่านั้นที่อยู่ในระยะทางมากกว่า 2000 เมตร จึงคาดการณ์ได้ว่า บริเวณชุมชนและหมู่บ้านยังคงได้รับผลกระทบจากการประกอบการของโรงโม่หินอยู่จนถึงปัจจุบัน

ปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคม พบว่า มีโรงโม่หินอยู่ในเส้นทางคมนาคมในระยะทางที่ไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนดขั้นต่ำในระยะทาง 50 เมตร จำนวน 3 โรงงาน การกำหนดระยะเส้นทางคมนาคมนั้น มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อควบคุมผลกระทบในลักษณะของฝุ่นละอองและควันจากท่อไอเสีย โดยพื้นฐานประเภทของยานพาหนะในพื้นที่มักจะเป็นรถบรรทุกจากโรงโม่หิน รถยนต์ส่วนตัว รถจักรยานยนต์ที่ใช้ทั้งน้ำมันดีเซลและเบนซินที่ปลดปล่อยควันดำที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ออกมาก่อให้เกิดสารพวกคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558) ซึ่งทั้งหมดล้วนก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ ระบบการทำงานของยานพาหนะที่บางคันใช้มาเป็นระยะเวลานานทำให้ปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศมากกว่าปกติ โดยเส้นถนนพหลโยธินในพื้นที่ มีลักษณะเป็นถนนสายยาวที่มีพื้นที่ระหว่างถนนกว้างและมีการจราจรในพื้นที่ทำให้มลพิษทางอากาศไม่เกิดการถ่ายเท โดยเฉพาะช่วงการจราจรติดขัดหรือในช่วงเวลาเร่งด่วนจะก่อให้เกิดเสียงดังและมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเพิ่มมากขึ้น โดยขั้นตอนสำหรับมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมมีการกำหนดให้พื้นที่โครงการในเขตคำขอประทานบัตรให้อยู่ห่างจากถนนไม่น้อยกว่า 50 เมตรด้วยเช่นกัน ในกรณีของบริษัท เอ็น เอส คอนซัลแทนท์ จำกัด ของกรมทรัพยากรธรณี (2540) ระบุว่า ส่วนของแนวกันชนของเส้นทางคมนาคมนั้น ควรมีแนวกันชนอยู่ในช่วงระยะห่างที่มากกว่า 1000 เมตรขึ้นไป ซึ่งพบว่า โรงโม่หินทั้งหมดในพื้นที่อยู่ใกล้เส้นทางคมนาคมในระยะน้อยกว่า 1000 เมตร ทั้งนี้ในความเป็นจริง ผู้ประกอบการมักสร้างโรงโม่หิน

บนเส้นทางคมนาคมที่อยู่ใกล้และสะดวก ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ดังนั้น การกำหนดวิธีการป้องกันผลกระทบ ได้แก่ การติดตั้งเครื่องฉีดสเปรย์น้ำในจุดที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง การจัดรถบรรทุกน้ำฉีดที่ช่วยพรมลานเก็บกองหินและถนนโดยรอบตลอดระยะเวลาที่เครื่องจักรและยานพาหนะทำงานอย่างสม่ำเสมอจะช่วยป้องกันไม่ให้มีฝุ่นละอองตกค้างสะสมได้ในระดับหนึ่ง

ปัจจัยด้านแหล่งน้ำ พบว่า โรงโม่หินทั้งหมดในพื้นที่อยู่ในระยะทางที่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนดขั้นต่ำในระยะทาง 50 เมตร โดยทั้งหมดพบระยะทางที่มากกว่า 600 เมตร ซึ่งพื้นฐานทรัพยากรแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาจะประกอบด้วย แหล่งน้ำในอากาศที่มาจากน้ำฝนและแหล่งน้ำผิวดินที่มาจากแม่น้ำ ลำธาร สำหรับแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำป่าสัก คลองมวกเหล็ก (เทศบาลหน้าพระลาน, 2563) ผลกระทบจากการใกล้แหล่งน้ำจะเกิดขึ้นในลักษณะของฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายไปในแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำมีฝุ่นละอองเจือปน โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่มาจากอุตสาหกรรมการเหมืองหินที่เป็นลักษณะของหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้แหล่งน้ำขุ่นและไปบดบังแสงอาทิตย์ทำให้สิ่งมีชีวิตพวกพืชน้ำหรือแพลงก์ตอนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ทวิชพงศ์ สายัณห์, 2550) ปัญหาด้านการตื้นเขินของลำน้ำทำให้ไม่สามารถระบายน้ำได้ จึงเป็นสาเหตุของปัญหาน้ำท่วม โดยการทำเหมืองหินที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำในระยะทาง 50-300 เมตรนั้นมักมีมาตรการป้องกันโดยการจัดทำคันทำนบดินอัดแน่นและการทำคูระบายน้ำรอบเหมือง เพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วมขุมเหมืองและบังคับทิศทางการไหลของน้ำที่มาจากโรงโม่หินและลานกองหินไปยังบ่อดักตะกอนที่จัดเตรียมไว้ ถึงแม้ว่า โรงโม่หินทั้งหมดพบอยู่ในระยะทางที่มากกว่า 600 เมตร แต่ก็ยังต้องมีการเฝ้าระวังและติดตามในแต่ละปี เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่

ปัจจัยด้านสถานศึกษา พบว่า มีโรงโม่หินอยู่ใกล้เขตสถานศึกษาในระยะทางที่ไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนดขั้นต่ำในระยะทาง 1000 เมตร จำนวน 7 โรงงาน ประกอบด้วย 4 สถานศึกษา ได้แก่ โรงเรียนหน้าพระลาน โรงเรียนนิคมสร้างตนเอง โรงเรียนบ้านคุ้งเขาเขียวและโรงเรียนพิชิตวิทยา จากการที่มีโรงโม่หินในพื้นที่อยู่ในเขตสถานศึกษาทำให้ส่งผลกระทบต่างๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของปรียาภรณ์ เหมวัตร (2557) พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองของโรงเรียนที่อยู่ใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ตรวจวัด มีปริมาณมากกว่าโรงเรียนที่อยู่ไกลกับโรงงานอุตสาหกรรม อีกทั้งนักเรียนในโรงเรียนยังได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละออง ซึ่งตัวนักเรียนในโรงเรียนที่อยู่ในระดับอนุบาลจนถึงระดับมัธยมตอนต้น ที่มีอายุในช่วง 1 ถึง 14 ปี จะได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองมากยิ่งขึ้น โดยเมื่อได้รับสัมผัสฝุ่นละอองทำให้ได้รับผลกระทบในเชิงลักษณะของระบบทางเดินหายใจ มีอาการภูมิแพ้ ไอ จาม แสบจมูก เกิดอาการระคายเคือง นอกจากนั้น อุตสาหกรรมโม่หินยังมีฝุ่น

ละอองที่มีสารอื่นเป็นองค์ประกอบ เช่น ซิลิกา โดยเป็นวัตถุดิบในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผลกระทบในรูปแบบสะสมในระบบทางเดินหายใจและปอด ก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อนชนิดอื่นด้วย เช่น วัณโรค เป็นต้น นอกจากได้รับผลกระทบต่อสุขภาพแล้ว ฝุ่นละอองยังสามารถส่งผลกระทบต่อทัศนคติด้านคุณภาพอากาศของนักเรียนได้อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของรัฐพล อ้นแฉ่ง และปรียาภรณ์ เหมวัตร (2559) ที่ศึกษาการรับรู้สภาวะสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนในโรงเรียนที่อยู่ใกล้โรงโม่หิน ได้รับผลกระทบในลักษณะของความเครียด ความรำคาญ รู้สึกได้ว่ามีฝุ่นละอองในห้องเรียน รู้สึกไม่สะอาด รู้สึกว่าฝุ่นละอองมีผลกระทบต่อสุขภาพและมีผลต่อความพึงพอใจของคุณภาพอากาศในห้องเรียน เป็นต้น

ปัจจัยด้านแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน พบว่า มีโรงโม่หินอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถานในระยะทางที่ไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนดขั้นต่ำในระยะทาง 1000 เมตร จำนวน 5 โรงงาน บริเวณพื้นที่ศึกษา มีทรัพยากรแหล่งท่องเที่ยวทั้งที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติและศิลปกรรมที่มีความสวยงามและเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น ได้แก่ สวนพฤกษศาสตร์พุแค ถ้ำศรีวิไล ถ้ำวิปัสสนาเนรมิต ถ้ำพุทธโสทอง (องค์การบริหารส่วนตำบลหน้าพระลาน, 2560) การมีโรงโม่หินอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถานจะก่อให้ก่อผลกระทบในลักษณะของการกระจายของฝุ่นละอองทำให้พื้นที่สกปรก ไม่สะอาด มีผลต่อรายได้ของอำเภอ เพิ่มค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง แรงสั่นหรือเสียงดังจากการระเบิดทำให้แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถานชำรุดทรุดโทรม โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้กับแหล่งวัตถุดิบที่เป็นแร่หรือหินแข็งในระยะ 1000 เมตร โดยระดับความรุนแรงนั้นก็ขึ้นอยู่ขนาดและการกระจายตัวของโรงงานผลิตอุตสาหกรรมวัตถุก่อสร้าง เป็นต้น ในกรณีของบริษัท เอ็น เอส คอนซัลแทนท์ จำกัดของกรมทรัพยากรธรณี (2540) สรุปว่า ส่วนของแนวกันชนของแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถาน ควรมีแนวกันชนอยู่ในช่วงระยะห่างที่มากกว่า 2000 เมตรขึ้นไป จากผลการศึกษา พบว่า มีโรงโม่หินเพียง 4 โรงงานเท่านั้นที่อยู่ในระยะทางมากกว่า 2000 เมตร จึงคาดการณ์ได้ว่า บริเวณแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งโบราณสถานได้รับผลกระทบจากการประกอบการของโรงโม่หิน

ปัจจัยด้านพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่า มีโรงโม่หินอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ที่ยังคงสภาพป่าสมบูรณ์ จำเป็นจะต้องสงวนไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารและเป็นทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ จำนวน 1 โรงงาน และพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 3 ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยทั่วไปสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกิจการทำไม้เหมืองแร่ และปลูกพืชกสิกรรมไม้ยืนต้น จำนวน 14 โรงงาน การมีโรงงานในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบใกล้เคียงกับปัจจัยด้านแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นบริเวณที่รับน้ำฝนที่ตกลงมาถึงพื้นดิน

แล้วจะไหลไปรวมกันสู่ลำธารและแม่น้ำ ในแง่ของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่พื้นที่ลุ่มน้ำที่สำคัญและสภาพแวดล้อม ถึงแม้ โรงโม่หินในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 3 สามารถประกอบกิจการทำเหมืองแร่ได้ แต่ตามมติของคณะรัฐมนตรีนั้นกำหนดให้มีวิธีการปฏิบัติอย่างเข้มงวดให้เป็นไปตามหลักอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อควบคุมผลกระทบจากการดำเนินงานให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยแนวคิดในการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (กิตติชัย รัตนะ และชาญชัย งามเจริญ, 2548) ส่งเสริมให้ชุมชนในพื้นที่ได้เข้ามามีบทบาทและมีส่วนร่วมในการจัดการ เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำมีขอบเขตแตกต่างไปตามลักษณะภูมินิเวศ ตั้งแต่การจัดการพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำและท้ายน้ำ ซึ่งการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละพื้นที่จะเชื่อมโยงผลกระทบระหว่างกันตั้งแต่ผลกระทบในเชิงปริมาณและคุณภาพ ระยะเวลาการไหลของน้ำ เป็นดัชนีในการวัดความสำเร็จของการจัดการลุ่มน้ำ นอกจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีหน่วยทางกายภาพแล้ว การจัดการหน่วยพื้นที่ทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างคนและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้มีความสอดคล้องกับการดำรงอยู่ของคนในพื้นที่ เช่น รูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่งเสริมความรู้ในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและป่าไม้ การพัฒนาแหล่งน้ำและส่งเสริมการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เป็นต้น

ปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ที่ตั้งโรงโม่หินอยู่ในเขตการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ เขตพื้นที่อุตสาหกรรม จำนวน 6 โรงงาน เขตพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง จำนวน 5 โรงงาน พื้นที่เกษตรกรรม มีจำนวน 2 โรงงานและพื้นที่ป่าไม้ มีจำนวน 2 โรงงาน การกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินและแผนผังเมือง แต่เดิม การที่บริเวณเมืองหรือชุมชนที่มีขนาดใหญ่และมีผู้คนอยู่อาศัยจำนวนมาก ทำให้มีกิจกรรมทั้งระบบการบริหาร การขนส่ง การบริการสาธารณะ สถานที่ราชการ เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดหลักเกณฑ์เพื่อก่อให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อย เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ พบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษามีการนำพื้นที่ดินมาใช้ประโยชน์มากขึ้นซึ่งจะสอดคล้องกับจำนวนของประชากรที่เพิ่มขึ้นประกอบกับการตอบสนองต่อแผนพัฒนาต่างๆ ที่ส่งเสริมในด้านของอุตสาหกรรมและการบริการ โดยในส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชน มักประกอบไปด้วยที่อยู่อาศัย สถาบันการศึกษา สถานพยาบาล อาคารและสำนักงาน ปกติจะเลือกพื้นที่ที่มีภูมิประเทศอำนวย ลักษณะที่ดินเหมาะสม สามารถระบายน้ำทิ้งได้ดี มีเส้นทางคมนาคมที่สะดวก มีระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการที่ค่อนข้างพร้อมและเอื้ออำนวย ได้แก่ ระบบไฟฟ้า การประปา ระบบโทรศัพท์ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าว ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการมีแนวโน้มที่จะก่อสร้างและดำเนินกิจการในพื้นที่มากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากสถาน

ประกอบการได้ง่าย ในส่วนของเขตพื้นที่อุตสาหกรรม มักเลือกบริเวณที่มีความลาดชันไม่มาก อยู่ในที่ราบทำให้สามารถปรับระดับดินโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก อยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบและตลาดทำให้สามารถดำเนินการและจัดจำหน่ายได้สะดวก มีบริการสาธารณูปโภคเหมาะสม ซึ่งพบว่า มีโรงโม่หินภายในพื้นที่ประเภทนี้มากที่สุด ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ มักจะเป็นบริเวณที่มีความเหมาะต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นบริเวณสำหรับการปลูกพืชล้มลุกและพืชถาวร ผลกระทบจากสถานประกอบการในพื้นที่ ทำให้มีผลกระทบต่อพืชผลทางการเกษตร ทำให้เติบโตช้า ไม่มีคุณภาพ ส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกร ฝุ่นละอองจะไปปกคลุมพืชทำให้ส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสง การเปลี่ยนแปลงการดูดซึมแร่ธาตุในดิน เพิ่มความเป็นกรดและด่างในดิน เป็นต้น

โดยสรุปแล้ว การอยู่ในพื้นที่ที่ไม่สอดคล้องกับแผนผังเมือง จะก่อให้เกิดปัญหาในลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินการของภาคอุตสาหกรรม การปลดปล่อยสารมลพิษ ปัญหาด้านการจราจร ปัญหาด้านสาธารณูปโภค ปัญหาการระบายน้ำ ปัญหาด้านการรองรับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้น การจัดการที่เหมาะสมจึงต้องมีการวางแผนพัฒนาไว้ล่วงหน้า มีการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีการกำหนดแนวทางการพัฒนาที่ถูกต้อง ชัดเจน เหมาะสม สอดคล้องกับแผนพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อให้สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามข้อกำหนดในกฎกระทรวง สามารถใช้เฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อดูผลกระทบต่อชุมชนและระบบการคมนาคม เป็นต้น ทั้งนี้ ในเนื้อหางานวิจัยส่วนนี้ ทั้งขั้นตอนการวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งโรงโม่หินและการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งของโรงโม่หิน เป็นการเก็บข้อมูลเพียงเพื่อการคาดการณ์และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการกำหนดพื้นที่ตั้งของโรงโม่หินที่ไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนดเพียงเบื้องต้นเท่านั้น ดังนั้น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การเพิ่มปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ การระบายของฝุ่นละอองในพื้นที่ การเพิ่มจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศเพื่อใช้เทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ การกำหนดพื้นที่เสี่ยงของมลพิษทางอากาศด้วยวิธีการวิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลาและการถดถอยพหุคูณร่วมด้วย เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถนำไปต่อยอดได้มากยิ่งขึ้น

4.2 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน

การศึกษาดำเนินการโดยสำรวจพื้นที่และการสัมภาษณ์ ประชากรที่เป็นตัวแทนครัวเรือนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้โรงโม่หินบริเวณพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย ชุมชนหมู่ที่ 3 จำนวน 150 คน และชุมชนหมู่ที่ 6 จำนวน 76 คน

4.2.1 ประชากรในพื้นที่ศึกษา

1) ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อแสดงถึงลักษณะของประชากรในพื้นที่และสามารถนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามของชุมชนหมู่ที่ 3 เป็นเพศหญิงมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 60 โดยเป็นกลุ่มผู้มีอายุมากกว่า 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 36 มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 51-60 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 43.33 การประกอบอาชีพส่วนใหญ่จะรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 40.67 ข้อมูลด้านสุขภาพ พบว่า ไม่มีโรคประจำตัว คิดเป็นร้อยละ 44.67 กรณีมีโรคประจำตัว พบว่า เป็นโรคความดันโลหิตสูงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.33

ผู้ตอบแบบสอบถามของชุมชนหมู่ที่ 6 เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 57.89 มีอายุอยู่ในช่วง 36-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 64.47 มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 61-70 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 67.11 การประกอบอาชีพเป็นรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 52.63 ข้อมูลด้านสุขภาพ พบว่า ไม่มีโรคประจำตัว คิดเป็นร้อยละ 51.32 กรณีมีโรคประจำตัว เป็นโรคความดันโลหิตสูง คิดเป็นร้อยละ 28.95

จากข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ประชากรในพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงวัยทำงานและผู้สูงอายุ พบได้ทั้งเพศชายและเพศหญิง ลักษณะชุมชนที่อยู่อาศัยอย่างหนาแน่น การประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป เช่น รับจ้างขับรถบรรทุก รับจ้างขายของเก่า เป็นพนักงานของโรงโม่หิน เพราะสภาพพื้นที่ก่อให้เกิดกิจการอุตสาหกรรมเกี่ยวกับหินและอุปกรณ์ก่อสร้าง กิจการขนส่ง การซ่อมเครื่องยนต์ การลงทุนทางอุตสาหกรรม ลักษณะชุมชนเป็นแบบผสมผสานทางวัฒนธรรมแบบวัฒนธรรมท้องถิ่นและวิถีชีวิตแบบเมืองอุตสาหกรรม (องค์การบริหารส่วนตำบลหน้าพระลาน, 2560) ดังนั้น จึงก่อให้เกิดปัญหาการพัฒนาภาคอุตสาหกรรม เช่น ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งล้วนทำให้ร่างกายตอบสนองต่อฝุ่นละอองได้ง่าย รายละเอียดดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	ชุมชนหมู่ที่ 3		ชุมชนหมู่ที่ 6	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	60	40	44	57.89
หญิง	90	60	32	42.11
อายุ				
อายุ 20-35 ปี	52	34.67	23	30.26
อายุ 36-50 ปี	44	29.33	49	64.47
อายุ 50 ปีขึ้นไป	54	36	4	5.26
น้ำหนักตัว				
น้ำหนักต่ำกว่า 50 กิโลกรัม	12	8	-	-
น้ำหนักระหว่าง 51 -60 กิโลกรัม	65	43.33	24	31.58
น้ำหนักระหว่าง 61 -70 กิโลกรัม	59	39.33	51	67.11
น้ำหนักระหว่าง 71 กิโลกรัมขึ้นไป	14	9.33	1	1.31
อาชีพ				
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	20	13.33	12	15.79
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	2	1.33	2	2.63
รับจ้างทั่วไป	61	40.67	40	52.63
เกษตรกรรม	-	-	22	28.95
พนักงานโรงโม่หิน	53	35.33	-	-
อื่น ๆ	14	9.33	-	-
โรคประจำตัว				
ไม่มีโรคประจำตัว	67	44.67	39	51.32
โรคหอบหืด	-	-	-	-
โรคไต	-	-	-	-
โรคความดันโลหิตสูง	41	27.33	22	28.95
โรคเบาหวาน	7	4.67	5	6.58
โรคหัวใจ	15	10	10	13.16
อื่น ๆ	20	13.33	-	-

2) ข้อมูลพฤติกรรมด้านสุขภาพ

ข้อมูลพฤติกรรมด้านสุขภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม พิจารณาจากพฤติกรรมการสูบบุหรี่ พฤติกรรมการรักษาและป้องกันอาการเมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ เพื่อพิจารณาว่าการดำเนินพฤติกรรมสุขภาพในชีวิตประจำวันมีผลกระทบต่อการเจ็บป่วยหรือไม่ เนื่องจากเป็นพฤติกรรมด้านสุขภาพที่ส่งผลกระทบต่อระบบหายใจโดยตรง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามของชุมชนหมู่ที่ 3 ส่วนใหญ่มีพฤติกรรมไม่สูบบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 73.33 การรักษาอาการเมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ส่วนใหญ่ไม่ได้รับการรักษา คิดเป็นร้อยละ 80 การป้องกันอาการเมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ส่วนใหญ่ไม่ได้ป้องกัน คิดเป็นร้อยละ 76.67 หากมีการป้องกันจะใช้ผ้าปิดปาก คิดเป็นร้อยละ 8

ผู้ตอบแบบสอบถามของชุมชนหมู่ที่ 6 มีพฤติกรรมไม่สูบบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 64.47 การรักษาอาการเมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ส่วนใหญ่ไม่ได้รับการรักษา คิดเป็นร้อยละ 89.47 และการป้องกันอาการเมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ส่วนใหญ่ไม่ได้ป้องกัน คิดเป็นร้อยละ 80.26

ส่วนของพฤติกรรมด้านสุขภาพ พบว่า คนในพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่ได้มีพฤติกรรมการป้องกันฝุ่นละอองภายในพื้นที่ เช่น การใส่ผ้าปิดปากหรือการอยู่ภายในอาคาร รวมถึงการรักษาอาการเมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ส่วนใหญ่เป็นลักษณะปล่อยเลยตามเลย เนื่องจากไม่มีอาการรุนแรงหรือมีอาการแสดงเพียงเล็กน้อย บางส่วนมีการรักษาโดยการซื้อยามากินเอง เช่น กลุ่มของยาแก้แพ้ ยาแก้ไอ ยาลดน้ำมูก รวมถึงสถานพยาบาลของทางภาครัฐในพื้นที่ ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ที่มีเพียง 1 แห่งและมีขนาดเล็ก มีขีดความสามารถระดับปฐมภูมิ (Primary Care) ที่ให้ความสำคัญกับการเข้าถึงบริการสุขภาพในชีวิตประจำวัน โดยเน้นการส่งเสริมด้านสุขภาพ การป้องกันโรค การรักษาพยาบาล และการให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับสาธารณสุข โดยที่ไม่มีอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ทันสมัยหรือสิ่งอำนวยความสะดวก จำนวนบุคลากรทางการแพทย์ที่มีจำนวนน้อย ไม่มีการรองรับผู้ป่วยในและไม่มีแพทย์ประจำ ทำให้ไม่เพียงพอกับจำนวนประชากรในพื้นที่ รวมถึงการรักษาในคลินิกเอกชน ที่มีราคาแพงกว่าภาครัฐ ทำให้ไม่เพียงพอต่อฐานะทางการเงินของคนในพื้นที่ อีกทั้งการไปรักษาส่วนใหญ่ไม่ใช่การรักษาผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ แต่เป็นการรักษาอาการในกรณีอื่น เช่น การรักษาโรคระบบย่อยอาหาร โรคระบบกล้ามเนื้อ เป็นต้น รายละเอียดดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ข้อมูลพฤติกรรมด้านสุขภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	ชุมชนหมู่ที่ 3		ชุมชนหมู่ที่ 6	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
พฤติกรรมการสูบบุหรี่				
สูบบุหรี่	40	26.67	27	35.53
ไม่สูบบุหรี่	110	73.33	49	64.47
การรักษาอาการ เมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ				
ไม่ได้รักษา	120	80	68	89.47
การรักษาในสถานพยาบาลในพื้นที่	3	2	-	-
การซื้อยารับประทานเอง	27	18	8	10.53
การป้องกันอาการ เมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ				
ไม่ได้ป้องกัน	115	76.67	61	80.26
ใช้ผ้าปิดปาก	12	8	5	6.58
การอยู่ในห้องหรืออาคาร	23	15.33	10	13.16
อื่น ๆ	-	-	-	-

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3) ข้อมูลสภาพแวดล้อม

ข้อมูลสภาพแวดล้อมของผู้ตอบแบบสอบถาม พิจารณาจากระยะห่างที่พักอาศัยที่อยู่ห่างจากโรงโม่หินและถนน ลักษณะของบ้านพักอาศัย รวมถึงสถานประกอบการโดยรอบที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีส่วนทำให้ได้รับสัมผัสฝุ่นละออง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามของชุมชนหมู่ที่ 3 มีระยะห่างที่พักอาศัยอยู่ใกล้โรงโม่หินในระยะทาง 101-300 เมตร จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 84.67 มีระยะห่างที่พักอาศัยใกล้ถนนในระยะทาง 1-100 เมตร คิดเป็นร้อยละ 93.33 มีลักษณะของที่พักอาศัยเป็นบ้านชั้นเดียว คิดเป็นร้อยละ 97.33 อีกทั้งบริเวณที่พักอาศัยในรัศมี 1000 เมตร มีสถานประกอบการที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 83.33

ผู้ตอบแบบสอบถามของชุมชนหมู่ที่ 6 มีระยะห่างที่พักอาศัยห่างจากโรงโม่หินเป็นระยะทาง 500 เมตรขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 84.21 มีระยะห่างที่พักอาศัยจากถนน เป็นระยะทาง 1-100 เมตร จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94.74 มีลักษณะบ้านเป็นบ้านชั้นเดียว คิดเป็นร้อยละ 81.58 และบริเวณที่พักอาศัยในรัศมี 1000 เมตร มีสถานประกอบการที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง ได้แก่ ที่เผาขยะและที่เผาศพ คิดเป็นร้อยละ 15.79 บริเวณที่พักอาศัยในรัศมี 1000 เมตร ไม่มีสถานประกอบการที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง คิดเป็นร้อยละ 84.21

ข้อมูลสภาพแวดล้อมของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ชุมชนหมู่ที่ 3 มีที่พักอาศัยทั้งหมดอยู่ใกล้โรงโม่หินทำให้ได้รับผลกระทบจากการประกอบการในพื้นที่และการอยู่ใกล้เส้นทางคมนาคม ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง ลักษณะของบ้านพักอาศัยมีลักษณะเป็นบ้านชั้นเดียวที่อยู่ใกล้กัน มีรูปแบบโครงสร้างคล้ายคลึงกัน มีหน้าต่าง 1-3 บานที่ช่วยการระบายอากาศของบ้าน อีกทั้งบริเวณที่พักอาศัยยังอยู่ใกล้แหล่งอื่นที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองที่ไม่ใช่แค่โรงโม่หิน เช่น ศาสนสถาน เป็นต้น ส่วนชุมชนหมู่ที่ 6 ด้านสภาพแวดล้อมมีลักษณะเป็นป่าไม้และภูเขา มีลักษณะทั่วไปของชุมชนคล้ายกัน การประกอบอาชีพจะรับจ้างทั่วไปและการทำเกษตรกรรม มีสภาพอากาศโปร่งโล่ง ไม่มีโรงโม่หินหรือถึงสถานประกอบการอื่นที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองภายในพื้นที่ สภาพเป็นบ้านเดียว มีบริเวณอยู่ติดกับป่าไม้และภูเขา ทำให้ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองน้อยกว่าหมู่ที่ 3 รายละเอียดดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลสิ่งแวดล้อม	ชุมชนหมู่ที่ 3		ชุมชนหมู่ที่ 6	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะห่างที่พักอาศัยจากโรงโม่หิน				
1-100 เมตร	2	1.33	-	-
101-300 เมตร	127	84.67	-	-
301-500 เมตร	21	14	12	15.79
500 เมตรขึ้นไป	-	-	64	84.21
ระยะห่างที่พักอาศัยจากถนน				
1-100 เมตร	140	93.33	72	94.74
101-300 เมตร	10	6.67	4	5.26
301-500 เมตร	-	-	-	-
500 เมตรขึ้นไป	-	-	-	-
ลักษณะของบ้านพักอาศัย				
ชั้นเดียว	146	97.33	62	81.58
ชั้นเดียว ใต้ถุงสูง	-	-	3	3.95
สองชั้น	4	2.67	11	14.47
มากกว่า 2 ชั้น	-	-	-	-
อื่น ๆ	-	-	-	-
สถานประกอบการที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองบริเวณที่พักอาศัยในรัศมี 1000 เมตร				
มี	143	95.33	12	15.79
โรงงานอุตสาหกรรม	125	83.33	-	-
ที่เผาขยะ/ที่เผาศพ	18	12	12	15.79
อื่นๆ	-	-	-	-
ไม่มี	7	4.67	64	84.21

แนวทางการเฝ้าระวังด้านสุขภาพและกำหนดตัวชี้วัด จากข้อมูลในแบบสอบถามที่แสดงถึงข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพฤติกรรมด้านสุขภาพและข้อมูลสภาพแวดล้อม ยังสามารถใช้ข้อมูลสถิติสาเหตุการเจ็บป่วยของผู้ป่วยในปี พ.ศ. 2551-2560 (ตารางที่ 3) พบว่า ประชากรในพื้นที่เป็นโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน เป็นลำดับต้นๆ รองลงมา โรคความดันโลหิตสูงและโรคเบาหวาน ซึ่งสอดคล้องกับสภาพสังคมและเศรษฐกิจ ในสภาพพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งกำหนดฝุ่นละอองทำให้เป็นโรคติดเชื้อทางเดินหายใจได้ง่าย รวมถึงการเป็นโรคความดันโลหิตสูงซึ่งเป็นโรคที่เกี่ยวข้องต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ที่เกิดจากปัญหาด้านสภาวะร่างกาย ปัจจัยด้านความอ้วนหรือภาวะน้ำหนักเกินความเครียด การดื่มเครื่องมือแอลกอฮอล์ ทำให้ยิ่งส่งผลกระทบมากยิ่งขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำมาเปรียบเทียบแนวโน้มของข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ เพื่อดูผลกระทบที่เกิดขึ้นในรูปแบบที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง รูปแบบเปรียบเทียบในแต่ละเดือนหรือแต่ละปี โดยดูช่วงเวลาในรอบเดือนหรือรอบปี ในช่วงที่มีอัตราการเจ็บป่วยสูงและเปรียบเทียบกับรอบเดือนหรือรอบปี ปีที่ผ่านมา เพื่อหาแนวโน้มของปีถัดไป ถึงแม้ว่าจากข้อมูลสถิติการเจ็บป่วยที่มีอยู่จะไม่สามารถจำแนกรายละเอียดได้ว่าผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจมีสาเหตุเกิดจากอะไร มีอาชีพที่เกี่ยวข้องกับโรงโม่หินหรือไม่ เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม อัตราการเจ็บป่วยยังสามารถใช้เป็นดัชนีที่ชี้วัดได้ว่ามีปัจจัยบางประการที่ส่งผลให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจในพื้นที่ ข้อมูลการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองกับค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพ การเฝ้าระวังในช่วงเดือนที่มีปริมาณฝุ่นละอองสูงที่สุดในรอบปี ซึ่งสามารถนำข้อมูลกล่าวไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว ปัจจัยด้านการออกกำลังกาย ปัจจัยทางพันธุกรรม กรณีที่มีโรคแทรกซ้อนหรือมีโรคประจำตัว ล้วนเป็นปัจจัยที่มีต่อผลกระทบด้านสุขภาพของประชากรจากฝุ่นละอองในพื้นที่ด้วยเช่นกัน

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมกับภาวะสุขภาพ

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของหมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมกับภาวะสุขภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ปัจจัยด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่ การป้องกันตัวจากมลพิษทางอากาศ ระยะห่างของที่พักอาศัยกับโรงโม่หินและลักษณะของบ้าน มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพ (โรคประจำตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 รายละเอียดดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมกับภาวะสุขภาพ

ข้อมูลพฤติกรรมและสภาพแวดล้อม	ภาวะสุขภาพ (โรคประจำตัว)				χ^2	df	p-value
	มีโรคประจำตัว		ไม่มีโรคประจำตัว				
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			
พฤติกรรมการสูบบุหรี่							
สูบบุหรี่	9	13.4	58	86.6	60.162	1	0.000**
ไม่สูบบุหรี่	111	69.8	48	30.2			
การป้องกันตัวจากมลพิษ							
ไม่ป้องกัน	73	41.5	103	58.5	28.223	2	0.000**
ใช้หน้ากาก	12	66.7	6	33.3			
การอยู่ในอาคาร	29	90.6	3	9.4			
ระยะห่างที่พักกับโรงโม่หิน							
1-300 เมตร	62	47.2	67	52.8	30.711	3	0.000**
301-500 เมตร	30	90.9	3	9.1			
500 เมตรขึ้นไป	22	34.4	42	65.6			
ระยะห่างที่พักกับถนน							
1-100 เมตร	73	52.1	67	47.9	2.682	3	0.262
101-300 เมตร	7	70	3	30			
300 เมตรขึ้นไป	34	44.7	42	55.3			
ลักษณะบ้าน							
บ้านชั้นเดียว	97	46.4	112	53.6	18.060	1	0.000**
บ้านมากกว่า 1 ชั้น	17	100	-	-			

หมายเหตุ : ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 พื้นที่ พบว่า ปัจจัยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ระหว่างหมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 6 คือ ระยะห่างของที่พักอาศัยกับโรงโม่หินและลักษณะของบ้าน ซึ่งจากการสำรวจ พบว่า ลักษณะของบ้านจากหมู่ที่ 6 เป็นบ้านเดียว ที่มีบริเวณ ในขณะที่หมู่ที่ 3 เป็นบ้านชั้นเดียวที่อยู่ติดกัน ทั้งนี้ ภาวะสุขภาพ (โรคประจำตัว) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 หมู่ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านพฤติกรรมและสภาพแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลพฤติกรรมและสภาพแวดล้อม	ชุมชนหมู่ที่ 3		ชุมชนหมู่ที่ 6		p-Value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
โรคประจำตัว					
มีโรคประจำตัว	83	55.33	37	48.68	0.3440
ไม่มีโรคประจำตัว	67	44.67	39	51.32	
พฤติกรรมการสูบบุหรี่					
สูบบุหรี่	40	26.67	27	35.53	0.1683
ไม่สูบบุหรี่	110	73.33	49	64.47	
การป้องกันตัวจากมลพิษ					
ป้องกัน	35	23.33	15	19.74	0.5383
ไม่ป้องกัน	115	76.67	61	80.26	
ระยะห่างที่พักกับโรงโม่หิน					
1-300 เมตร	129	86	-	-	
301-500 เมตร	21	14	12	15.79	0.001**
500 เมตรขึ้นไป	-	-	64	84.21	
ระยะห่างที่พักกับถนน					
1-100 เมตร	140	93.33	72	94.74	0.6792
101-300 เมตร	10	6.67	4	5.26	
ลักษณะบ้าน					
บ้านชั้นเดียว	146	97.33	62	81.58	0.001**
บ้านมากกว่า 1 ชั้น	4	2.67	14	18.42	

หมายเหตุ : ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

4.2.3 ค่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในการประเมินความเสี่ยง

ค่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นจากสถานีตรวจวัดที่ปรากฏอยู่ในรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ภาคผนวก ตารางที่ ข.1-ข.7) และข้อมูลตรวจวัดจากกรมควบคุมมลพิษ บริเวณจุดตรวจวัดสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน (ภาคผนวก ตารางที่ ข.8) โดยระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง แบ่งออกเป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดตามช่วงฤดูกาล บริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วย

1) ค่าระดับความเข้มข้นฝุ่นละอองจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.) ที่ได้รวบรวมจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม รายละเอียดดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ความเข้มข้นและสถานีตรวจวัดจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ศึกษา	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.)				ฤดูกาล
	ฝุ่นละอองรวม		ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	
หมู่ 3	0.818[1]	0.016[2]	0.260[3]	0.012[4]	ฤดูหนาว
	0.326[5]	0.013[6]	0.117[7]	0.007[8]	ฤดูร้อน
	0.284[9]	0.023[10]	0.170[11]	0.014[12]	ฤดูฝน
หมู่ 6	0.156[13]	0.027[14]	0.084[15]	0.067[16]	ฤดูหนาว
	0.235[17]	0.013[18]	0.078[19]	0.078[20]	ฤดูร้อน
	0.273[21]	0.041[22]	0.092[23]	0.063[24]	ฤดูฝน

หมายเหตุ [1] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงโม่หิน บจก. ศิลาสานนท์ จากบริษัท ศิลาสานนท์ จำกัด (2551)

[2] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณชุมชนบ้านคุ้งเขาเขียว จากห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม (2561)

[3] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงเรียนบ้านคุ้งเขาเขียว จากห้างบริษัทศิลาสานนท์ จำกัด (2553)

[4] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณวัดหน้าพระลาน จากห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม (2561)

[5] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงโม่หินศิลาเจริญกิจ จากห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มหน้าพระลานเหมืองหิน (2554)

[6] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงเรียนบ้านคุ้งเขาเขียว จากห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม (2560)

[7] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงโม่หินของโครงการ จากห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม (2557)

[8] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงโม่หินของโครงการ จากห้างหุ้นส่วนจำกัด เขาใหญ่อุตสาหกรรม (2559)

[9] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงโม่หินห้างหุ้นจำกัดศิลานิล จากห้างหุ้นจำกัดศิลานิล (2556)

[10] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณถ้ำวิมานแก้ว จากบริษัท ส.ศิลาทองสระบุรีจำกัด (2561)

[11] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านสะพานขาว จากห้างหุ้นจำกัด โชคชัยศิลา (2560)

[12] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณวัดถ้ำวิมานแก้ว จากบริษัท ส.ศิลาทองสระบุรีจำกัด (2561)

[13] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงเรียนบ้านหนองจาน จากบริษัทภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด (2561)

[14] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณวัดซอบสิบ จากบริษัทภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด (2559)

[15] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านเขายอดเอียงหลังที่ใกล้ที่สุด ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2562)

[16] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณชุมชนบ้านเขายอดเอียง ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2560)

[17] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณชุมชนบ้านเขายอดเอียง จากบริษัทภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด (2559)

[18] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณโรงเรียนบ้านหนองจาน จากบริษัทภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด (2561)

[19] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านเขายอดเอียงหลังที่ใกล้ที่สุด ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2561)

[20] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านเขายอดเอียงหลังที่ใกล้ที่สุด ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2561)

[21] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านเขายอดเอียงหลังที่ใกล้ที่สุด ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2562)

[22] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านเขายอดเอียงหลังที่ใกล้ที่สุด ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2552)

[23] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านเขายอดเอียงหลังที่ใกล้ที่สุด ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2562)

[24] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณบ้านเขายอดเอียงหลังที่ใกล้ที่สุด ของบริษัทไกรสิน จำกัด (2560)

2) ค่าระดับความเข้มข้นฝุ่นละอองจากกรมควบคุมมลพิษ

ข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.) ที่ได้รวบรวมจากข้อมูลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ รายละเอียดดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ความเข้มข้นและสถานีตรวจวัดจากกรมควบคุมมลพิษ

พื้นที่ศึกษา	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.)		ฤดูกาล
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	
หมู่ 3 กับหมู่ 6	0.189[1]	0.111[2]	ฤดูหนาว
	0.139[3]	0.06[4]	ฤดูร้อน
	0.152[5]	0.045[6]	ฤดูฝน

หมายเหตุ

[1] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน (2562)

[2] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน (2557)

[3] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน (2561)

[4] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน (2560)

[5] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน (2562)

[6] หมายถึง จุดตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน (2557)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3) อภิปรายค่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

ค่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานฝุ่นละอองรวมตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ.2547) ที่กำหนดไว้ที่ 0.33 มก./ลบ.ม. และค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนขององค์การอนามัยโลก ที่กำหนดไว้ที่ 0.05 มก./ลบ.ม. ข้อมูลจากตารางที่ 4.21 พบว่า ในระดับความเข้มข้นสูงสุด มีปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เกินค่ามาตรฐานในช่วงฤดูหนาวที่ 0.818 มก./ลบ.ม. ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า ทั้งหมดเกินค่ามาตรฐาน โดยมีความปริมาณมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว ช่วงฤดูร้อนและช่วงฤดูฝน ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเข้มข้นต่ำสุดนั้น พบว่าทั้งหมดไม่เกินค่ามาตรฐาน

ในขณะที่ข้อมูลความเข้มข้นของกรมควบคุมมลพิษ มีเฉพาะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า ส่วนใหญ่เกินค่ามาตรฐานทั้งหมดของทั้งสองหมู่บ้าน โดยมีความปริมาณมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว ช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน ตามลำดับ ความเข้มข้นของทั้งสองหมู่บ้านจะเหมือนกัน เนื่องจากใช้สถานีตรวจวัดเดียวกัน โดยกรมควบคุมมลพิษ ได้มีการติดตามตรวจสอบฝุ่นละออง ด้วยเครื่องวัดแบบอัตโนมัติในทุกๆ 1 ชั่วโมง (ตารางที่ 22)

ข้อมูลความเข้มข้นและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยด้านภูมิประเทศและปัจจัยทางสภาพอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยด้านลักษณะภูมิประเทศ เนื่องจากเป็นบริเวณแหล่งหินขนาดใหญ่สำหรับภาคอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์แห่งหนึ่งในประเทศ ทำให้มีการปลดปล่อยฝุ่นละอองจากภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบเชิงเขา ที่มีภูเขาโดยรอบที่บดบังการแพร่กระจายของฝุ่นละออง ทำให้ฝุ่นละอองตกค้างภายในพื้นที่และมีลมประจำเวลา เช่น ลมภูเขาและลมหุบเขา ลมประจำถิ่นอย่างลมมรสุม ทำให้ฝุ่นละอองกระจายตัวในช่วงเวลาต่างๆ การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ (รูปที่ 9) เป็นพื้นที่ป่าและพื้นที่ทางการเกษตร ทำให้มีโอกาสเกิดเชื้อเพลิงก่อให้เกิดชีวมวลหรือการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรในพื้นที่ ปัญหามลพิษจากหมอกควันข้ามแดน โดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้ง ปัญหาจากไฟป่าจากพื้นที่ภายในประเทศอย่างบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ ในขณะที่ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดราชบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี ที่เป็นพื้นที่ที่ให้ระมัดระวังในการใช้ไฟในบริเวณพื้นที่ป่า (สำนักงานป้องกันและปราบปรามและควบคุมไฟป่า, 2557)

ปัจจัยในด้านอุตุนิยมวิทยาที่ทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองมากยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิจัยของปภัสรา ขวัญมา, สมนิมิตร พุกงาม และวันชัย อรุณประภารัตน์ (2562) ที่ศึกษาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ตั้งแต่ในช่วงปี พ.ศ.2549-2558 ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาความเข้มข้นที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความกดอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม อุณหภูมิ จะแตกต่างไปตามฤดูกาล ทำให้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละออง โดยความกดอากาศที่สูงจะส่งผลทำให้ความสามารถในการลอยตัวของอากาศบริเวณพื้นผิวทำให้มลพิษบริเวณพื้นผิวมีค่าสูงขึ้น (ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และดวงนภา ลาภใหญ่, 2561) ส่วนอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความเข้มข้นของฝุ่นละอองจะลดลงเนื่องจากเกิดการยกตัวของอากาศทำให้อากาศลอยตัวสูงขึ้น อากาศในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดลม โดยทิศทางและความเร็วลมส่งผลทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละออง ยิ่งมีความเร็วลมมาก ฝุ่นละอองจะถูกพัดให้กระจายและทำให้เจือจางจนมีความเข้มข้นลดลง โดยอุณหภูมิที่สูงในช่วงเวลากลางวัน โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาว อากาศจะแห้ง ทำให้ชีวมวลแห้ง มีผลต่อศักยภาพการเผาไหม้ ทำให้มีการปลดปล่อยสารมลพิษมากยิ่งขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืน ความเร็วลมส่งผลทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละออง เมื่ออุณหภูมิลดลงและมีความเร็วลมต่ำจะทำให้การระบายของมลพิษลดลง ทำให้เกิดการสะสมสอดคล้องกับการเกิดอุณหภูมิผกผันที่พื้นผิว (Surface Inversion) โดยจะเกิดขึ้นในเวลากลางคืนที่อุณหภูมิเหนือพื้นดินเย็นลง ในขณะที่อุณหภูมิเหนือพื้นดินยังอุ่นกว่า ทำให้อากาศที่พื้นผิวและเหนือพื้นดิน ไม่สามารถคลุกเคล้ากันได้ (ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และดวงนภา ลาภใหญ่, 2561) ส่วนปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์นั้น พบว่า จะช่วยลดความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่บริเวณพื้นผิว โดยการชะล้างฝุ่นละอองในอากาศลงสู่พื้นดิน ฝุ่นละอองจะถูกไอน้ำดูดซับจนอิ่มตัว สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะรัตน์ ปรีย์มาโนช (2551) พบว่า ความชื้นในอากาศทำให้ฝุ่นละอองเกิดฟุ้งกระจายในอากาศต่ำลง เมื่อลองเปรียบเทียบกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ พบว่า ในช่วงฤดูหนาว (ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) จะมีความกดอากาศสูง มีอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมต่ำ ส่วนในช่วงฤดูร้อน (ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) และช่วงฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) มีความกดอากาศต่ำ มีอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมสูง สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดทั้งสองแหล่ง พบว่า ข้อมูลจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 21) และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ (ตารางที่ 22) จะมีลักษณะความเข้มข้น

ของฝุ่นละอองไปในทิศทางเดียวกัน โดยเรียงตามลำดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง ได้แก่ช่วงฤดูหนาว (ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) ช่วงฤดูร้อน (ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้) และช่วงฤดูฝน (ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ ที่มีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเปรียบเปรียบกับสภาพอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ งานวิจัยของศิริอุมา เจาะจิตต์ (2562) ที่ทำการผลการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในวันที่สภาพอากาศปกติ อากาศแห้ง ไม่มีฝน มีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานในบรรยากาศในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนหลังฝนตก พบว่าค่าอยู่ในระดับมาตรฐาน งานวิจัยด้านฤดูกาล (Zhang et al., 2007) พบว่า ปัจจัยฤดูกาล มีผลต่อความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยที่ในช่วงอากาศแห้งแล้งจะพบปริมาณฝุ่นละอองมากกว่าช่วงฝนตก จากการที่อากาศแห้งและนิ่ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีน้ำหนักเบา สามารถแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า ในขณะที่สภาพอากาศฝนตก ความชื้นในอากาศ ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น มีน้ำหนักมากขึ้น ส่งผลให้เกิดฟุ้งกระจายในอากาศลดลง เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

4.2.4 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง

การประเมินความเสี่ยงจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การประเมินความเสี่ยงโดยใช้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 21) การประเมินความเสี่ยงโดยใช้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากกรมควบคุมมลพิษ (ตารางที่ 22) และการตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน

4.2.4.1 การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง กรณีจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง กรณีความเข้มข้นจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

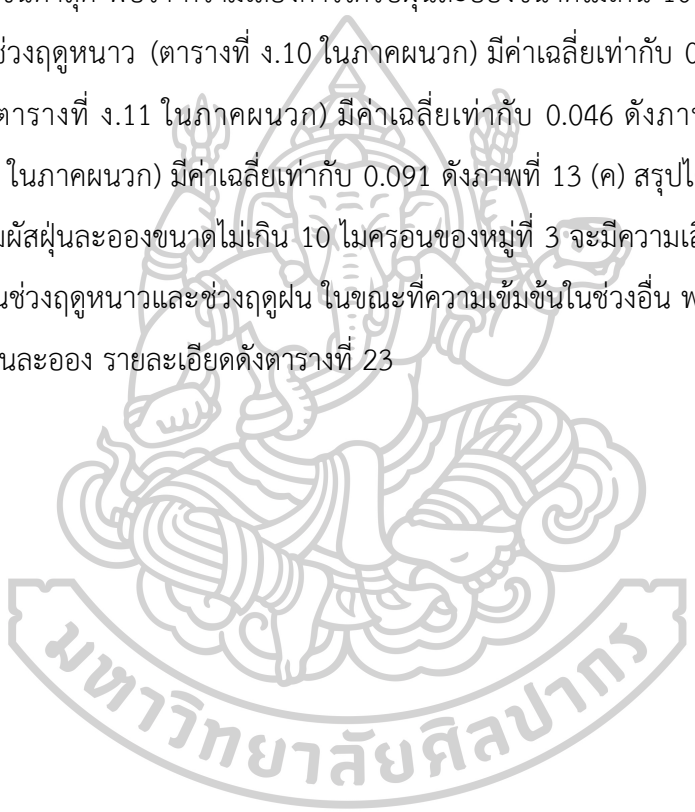
1) การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองของหมู่ที่ 3

การประเมินค่าความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด ผลการประเมินความเสี่ยงของความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง จำแนกเป็นรายบุคคล โดยทั้งหมดใช้ข้อมูลการตรวจวัดจากสถานีในตารางที่ 21 พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของประชากรในหมู่ที่ 3 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.1 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.808 ดังภาพที่ 10 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.2 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.322 ดังภาพที่ 10 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.3 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.281 ดังภาพที่ 10 (ค)

การประเมินค่าความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของประชากรในหมู่ที่ 3 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.4 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.016 ดังภาพที่ 11 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.5 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.013 ดังภาพที่ 11 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.6 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.023 ดังภาพที่ 11 (ค) สรุปได้ว่า การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองรวมของหมู่ที่ 3 ทุกระดับความเข้มข้น มีค่าเฉลี่ยที่มีค่าความเสี่ยงน้อยกว่า 1 (HQ<1) จึงถือเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้สำหรับการรับสัมผัสฝุ่นละออง รายละเอียดดังตารางที่ 23

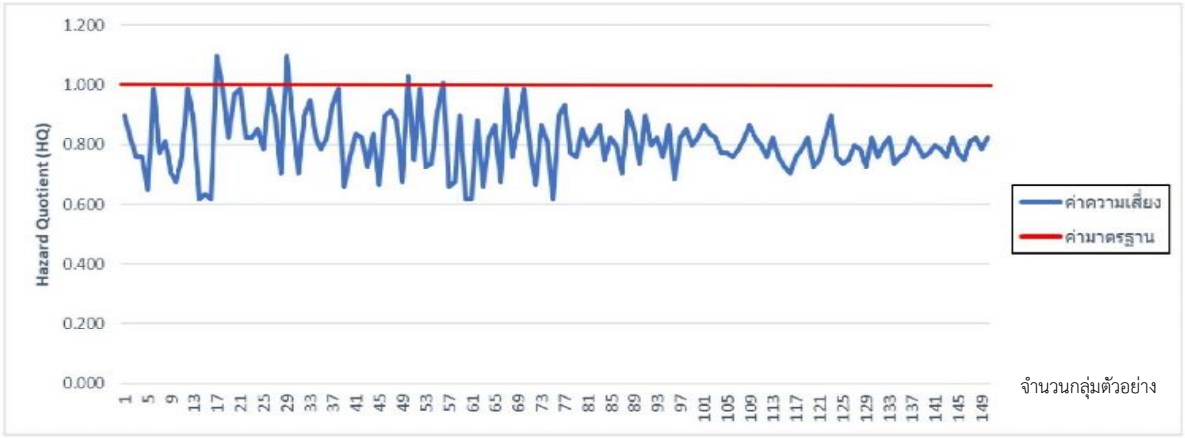
การประเมินค่าความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 3 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.7 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.696 ดังภาพที่ 12 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.8 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.763 ดังภาพที่ 12 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.9 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.109 ดังภาพที่ 12 (ค)

การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 3 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.10 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.078 ดังภาพที่ 13 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.11 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.046 ดังภาพที่ 13 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.12 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.091 ดังภาพที่ 13 (ค) สรุปได้ว่า การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ที่ 3 จะมีความเสี่ยง (HQ>1) เมื่อความเข้มข้นสูงสุดในช่วงฤดูหนาวและช่วงฤดูฝน ในขณะที่ความเข้มข้นในช่วงอื่น พบว่า ไม่มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละออง รายละเอียดดังตารางที่ 23

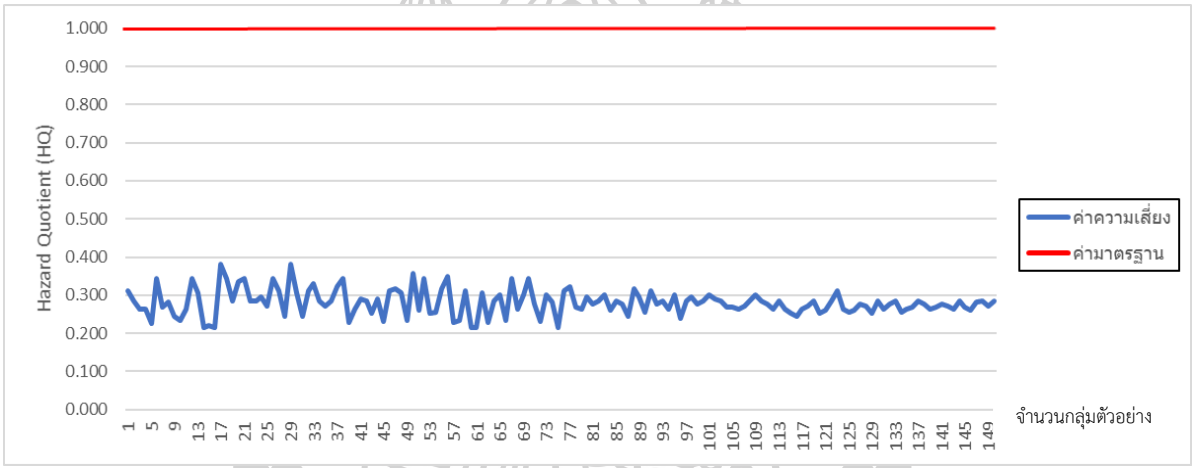


ตารางที่ 23 การประเมินความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองของหมู่ 3 จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

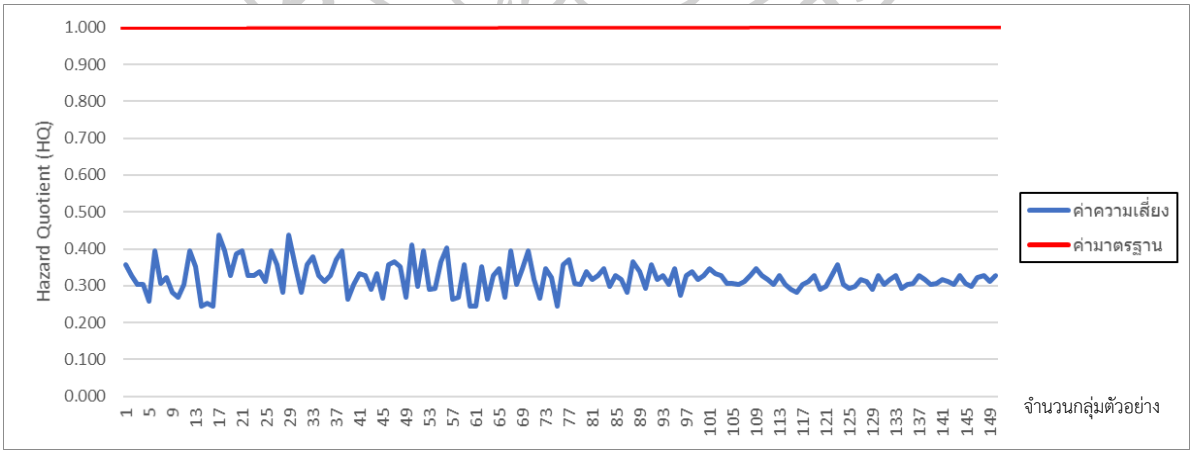
ค่าระดับเข้มข้นของฝุ่นละออง	การประเมินความเสี่ยง Hazard Quotient (HQ)				ฤดูกาล
	ฝุ่นละอองรวม (มก./ลบ.ม.)				
	ค่าความเข้มข้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
หมู่ 3 สูงสุด	0.818	1.097	0.617	0.808	ฤดูหนาว
	0.326	0.437	0.246	0.322	ฤดูร้อน
	0.284	0.381	0.214	0.281	ฤดูฝน
หมู่ 3 ต่ำสุด	0.016	0.021	0.012	0.016	ฤดูหนาว
	0.013	0.017	0.010	0.013	ฤดูร้อน
	0.023	0.031	0.017	0.023	ฤดูฝน
ค่าระดับเข้มข้นของฝุ่นละออง	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (มก./ลบ.ม.)				ฤดูกาล
	ค่าความเข้มข้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
หมู่ 3 สูงสุด	0.260	2.302	1.295	1.696	ฤดูหนาว
	0.117	1.036	0.583	0.763	ฤดูร้อน
	0.170	1.505	0.847	1.109	ฤดูฝน
หมู่ 3 ต่ำสุด	0.012	0.106	0.060	0.078	ฤดูหนาว
	0.007	0.062	0.035	0.046	ฤดูร้อน
	0.014	0.124	0.070	0.091	ฤดูฝน



(ก)

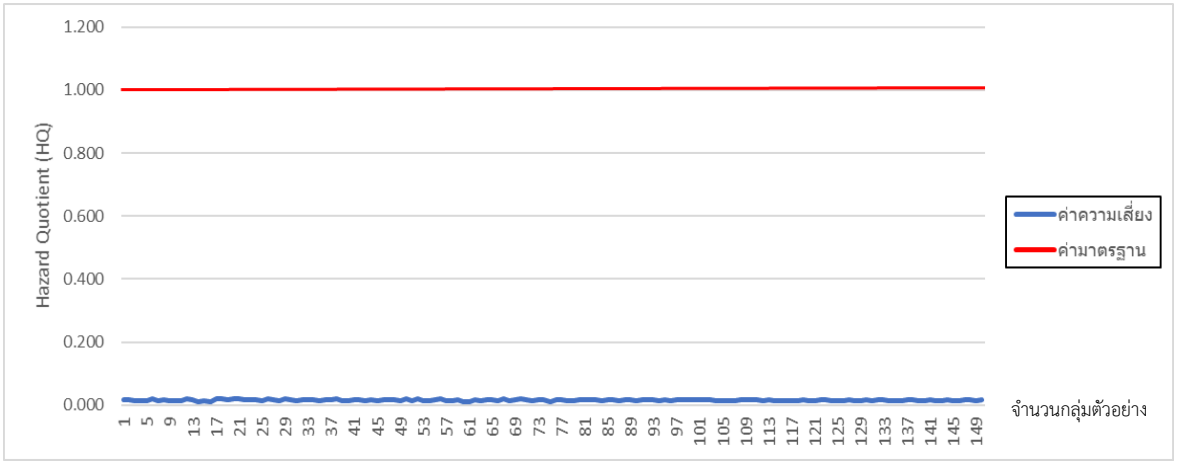


(ข)

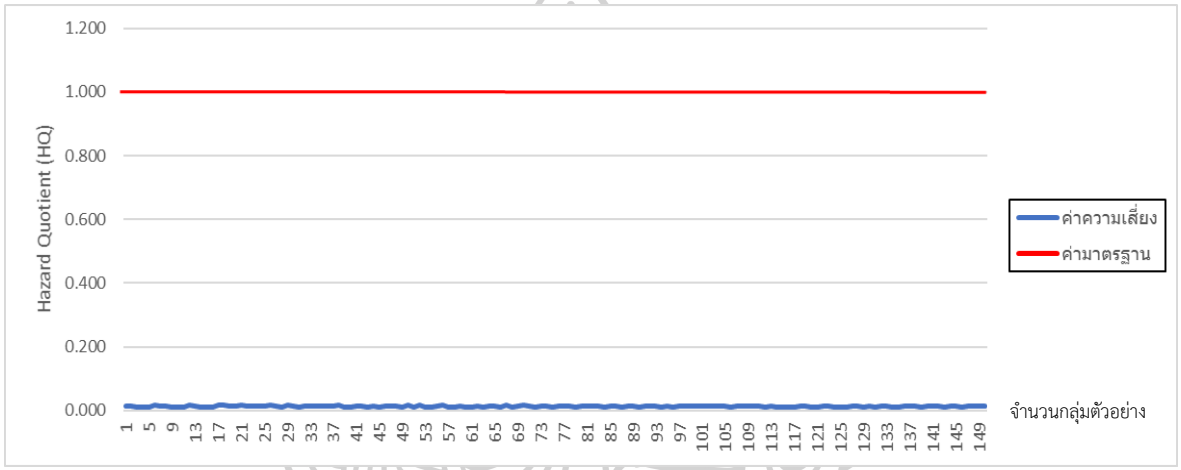


(ค)

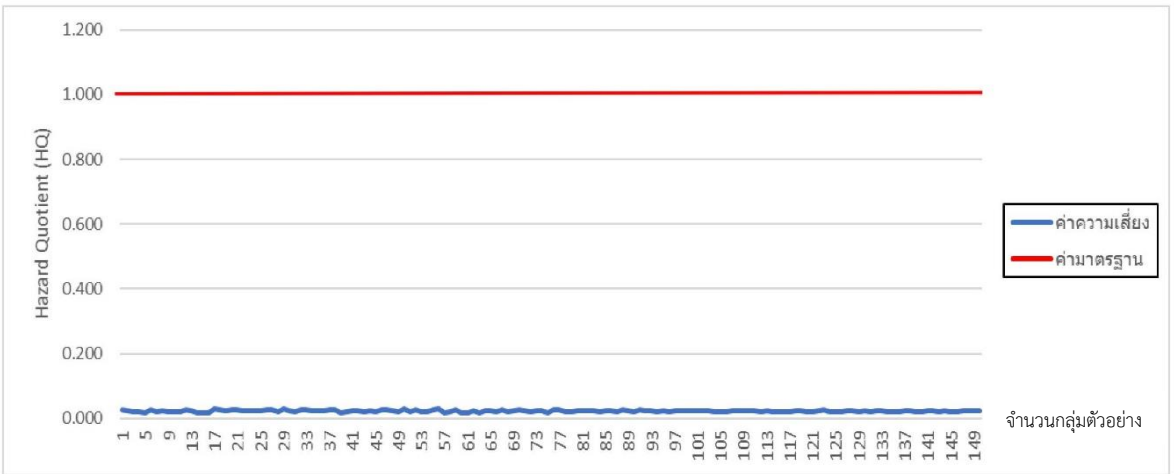
ภาพที่ 10 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม



(ก)

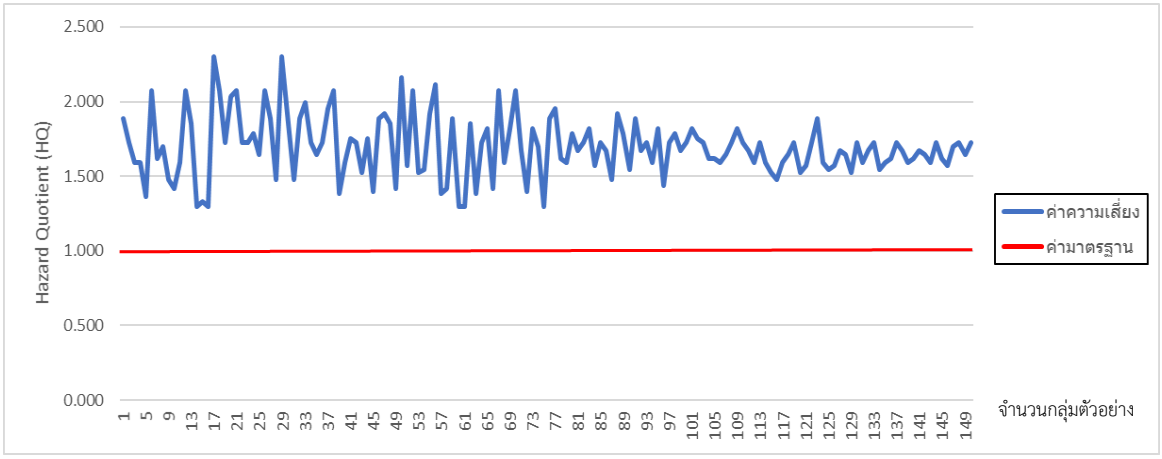


(ข)

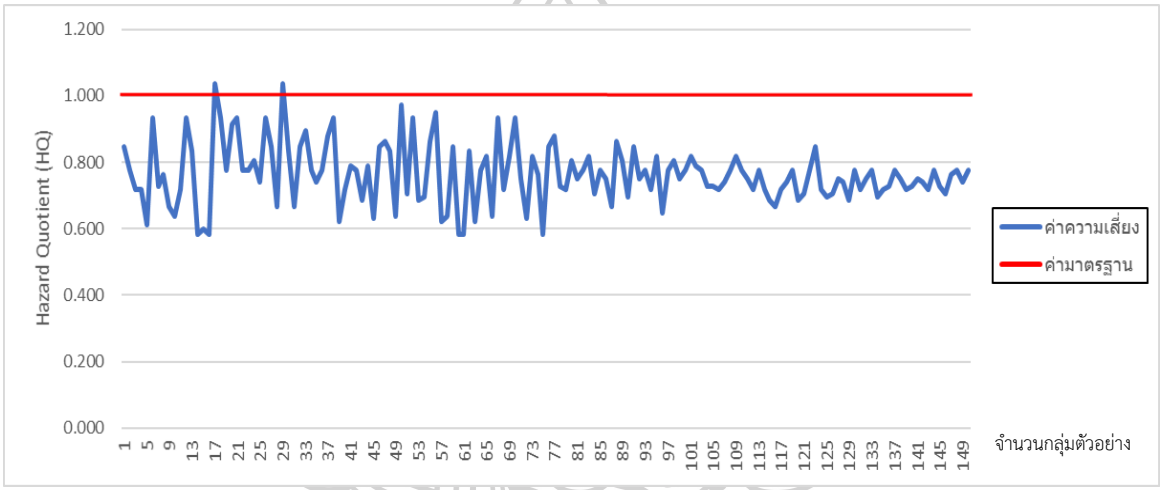


(ค)

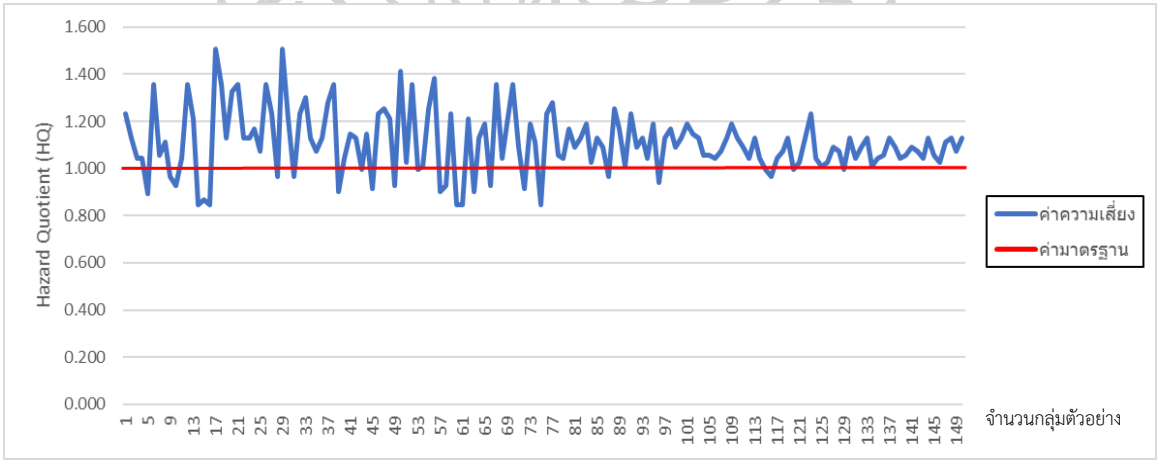
ภาพที่ 11 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม



(ก)

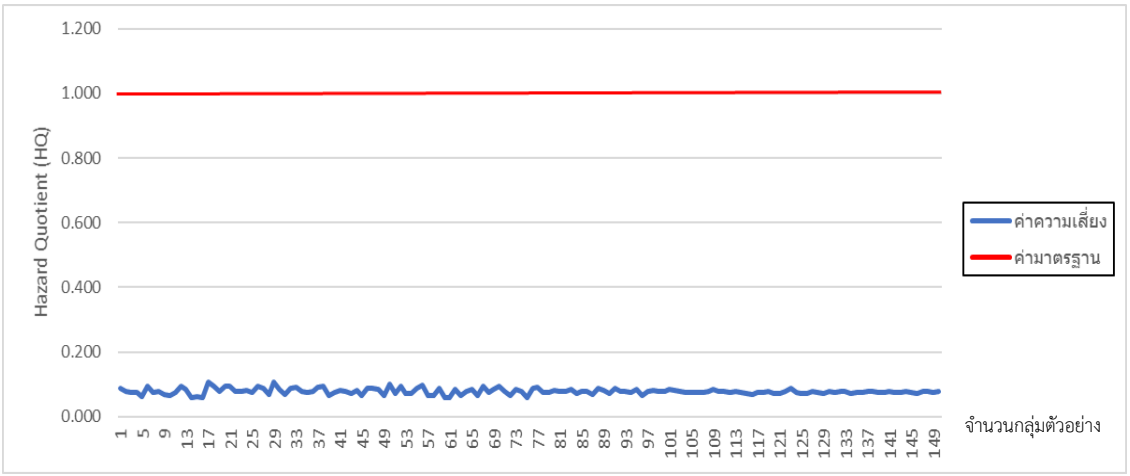


(ข)

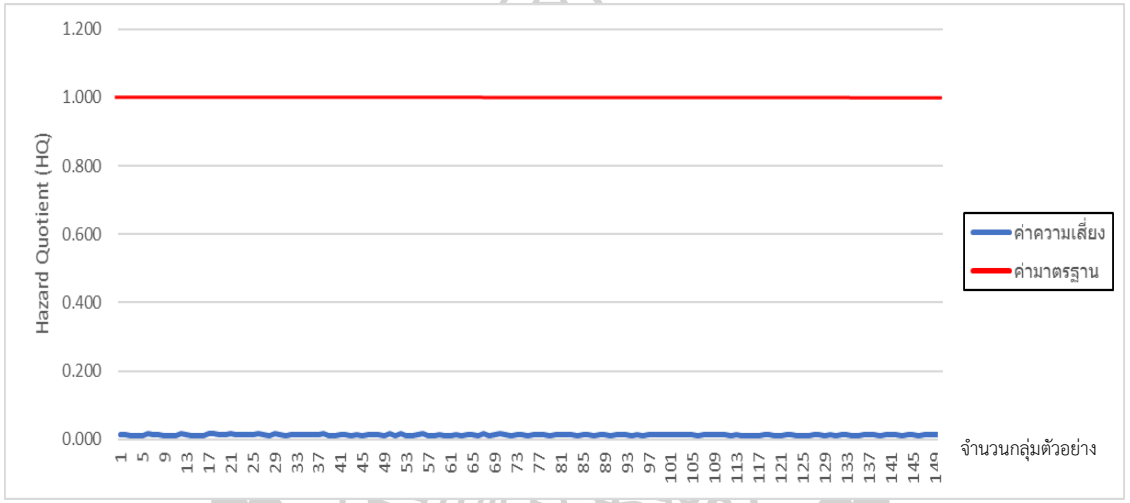


(ค)

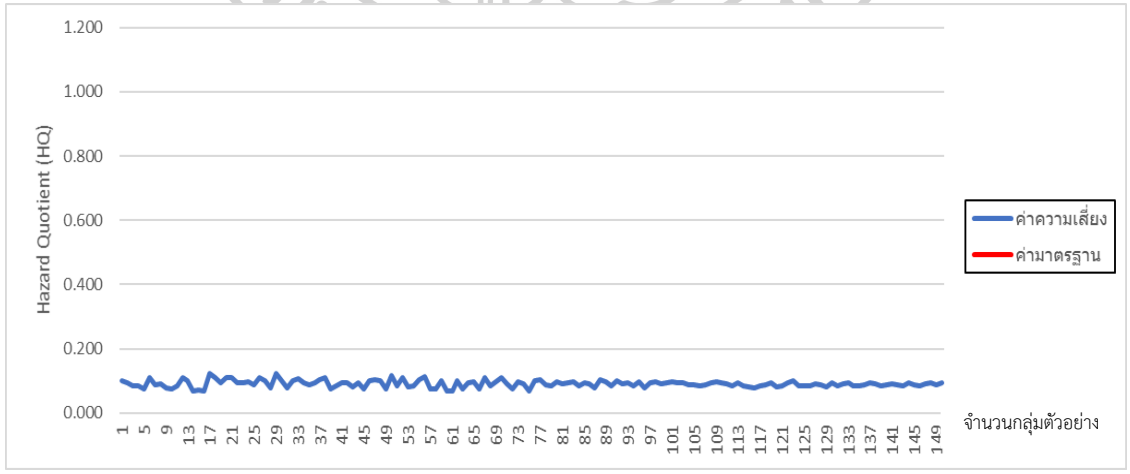
ภาพที่ 12 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 13 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2) การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองของหมู่ที่ 6

การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองรวม หมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด ผลการประเมินความเสี่ยงของความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง จำแนกเป็นรายบุคคล โดยทั้งหมดใช้ข้อมูลการตรวจวัดจากสถานีในตารางที่ 4.14 พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของประชากรในหมู่ที่ 6 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.13 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.150 ดังภาพที่ 14 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.14 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.227 ดังภาพที่ 14 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.15 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.263 ดังภาพที่ 14 (ค)

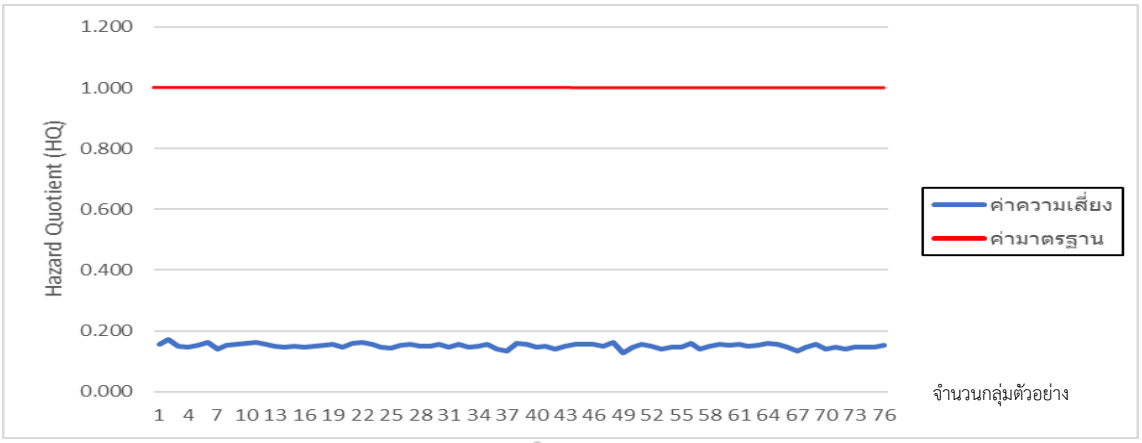
การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองรวม หมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของประชากรในหมู่ที่ 6 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.16 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.260 ดังภาพที่ 15 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.17 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.124 ดังภาพที่ 15 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.18 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.039 ดังภาพที่ 15 (ค) สรุปได้ว่า การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองรวมของหมู่ที่ 6 ทุกระดับความเข้มข้น มีค่าความเสี่ยงน้อยกว่า 1 (HQ<1) จึงถือเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้สำหรับการรับสัมผัสฝุ่นละออง รายละเอียดดังตารางที่ 24

การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 6 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.19 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.534 ดังภาพที่ 16 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.20 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.497 ดังภาพที่ 16 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.21 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.586 ดังรูปที่ 16 (ค)

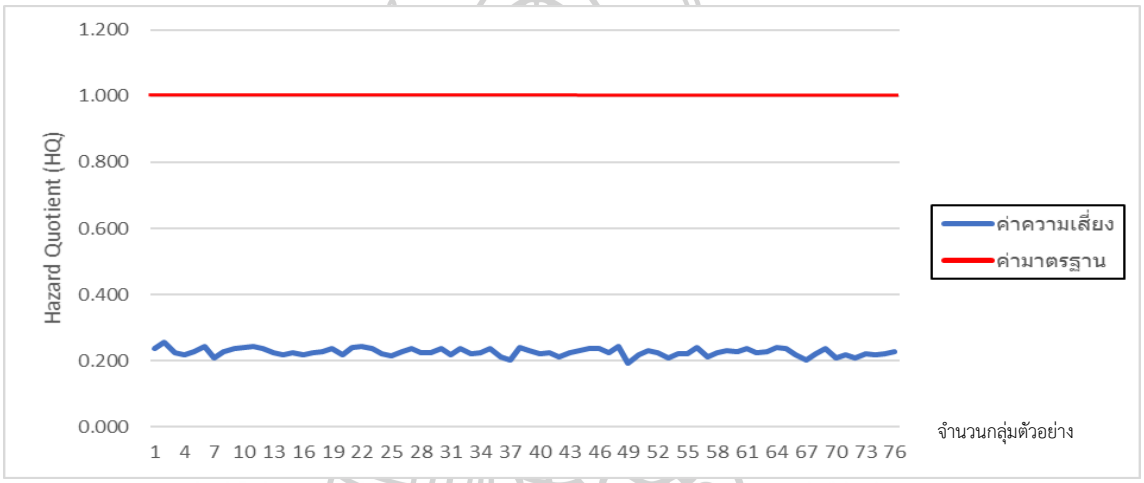
การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 6 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.22 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.427 ดังภาพที่ 17 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.23 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.497 ดังภาพที่ 4.17 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.24 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.401 ดังภาพที่ 4.17 (ค) สรุปได้ว่า การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ที่ 6 ทุกระดับความเข้มข้น มีค่าความเสี่ยงน้อยกว่า 1 (HQ<1) จึงถือเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้การรับสัมผัสฝุ่นละออง รายละเอียดดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 การประเมินความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองของหมู่ 6 จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

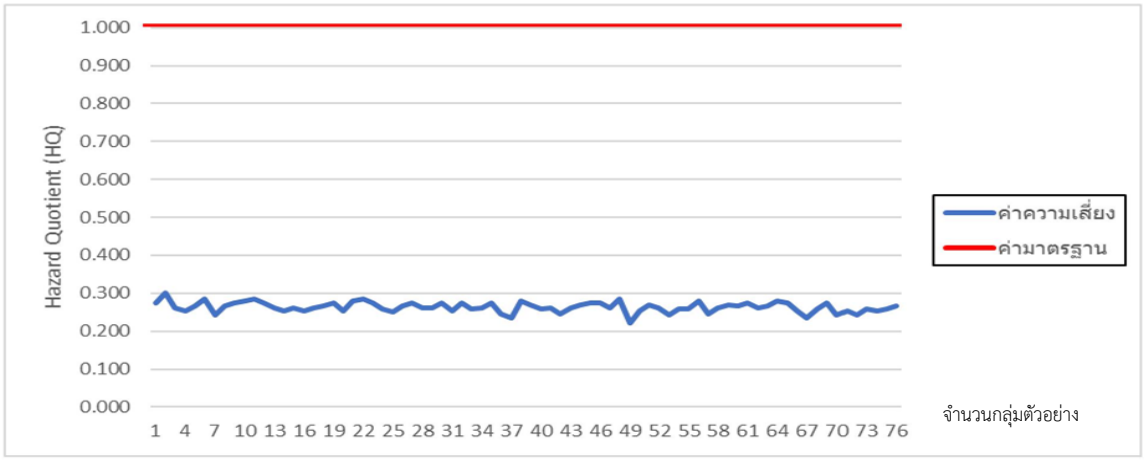
ค่าระดับเข้มข้นของฝุ่นละออง	การประเมินความเสี่ยง Hazard Quotient (HQ)				ฤดูกาล
	ฝุ่นละอองรวม (มก./ลบ.ม.)				
	ค่าความเข้มข้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
หมู่ 6 สูงสุด	0.156	0.171	0.127	0.150	ฤดูหนาว
	0.235	0.258	0.192	0.227	ฤดูร้อน
	0.273	0.300	0.223	0.263	ฤดูฝน
หมู่ 6 ต่ำสุด	0.027	0.030	0.022	0.260	ฤดูหนาว
	0.013	0.014	0.011	0.124	ฤดูร้อน
	0.041	0.045	0.033	0.039	ฤดูฝน
ค่าระดับเข้มข้นของฝุ่นละออง	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (มก./ลบ.ม.)				ฤดูกาล
	ค่าความเข้มข้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
หมู่ 6 สูงสุด	0.084	0.608	0.452	0.534	ฤดูหนาว
	0.078	0.565	0.420	0.497	ฤดูร้อน
	0.092	0.666	0.495	0.586	ฤดูฝน
หมู่ 6 ต่ำสุด	0.067	0.485	0.361	0.427	ฤดูหนาว
	0.078	0.565	0.420	0.497	ฤดูร้อน
	0.063	0.456	0.339	0.401	ฤดูฝน



(ก)

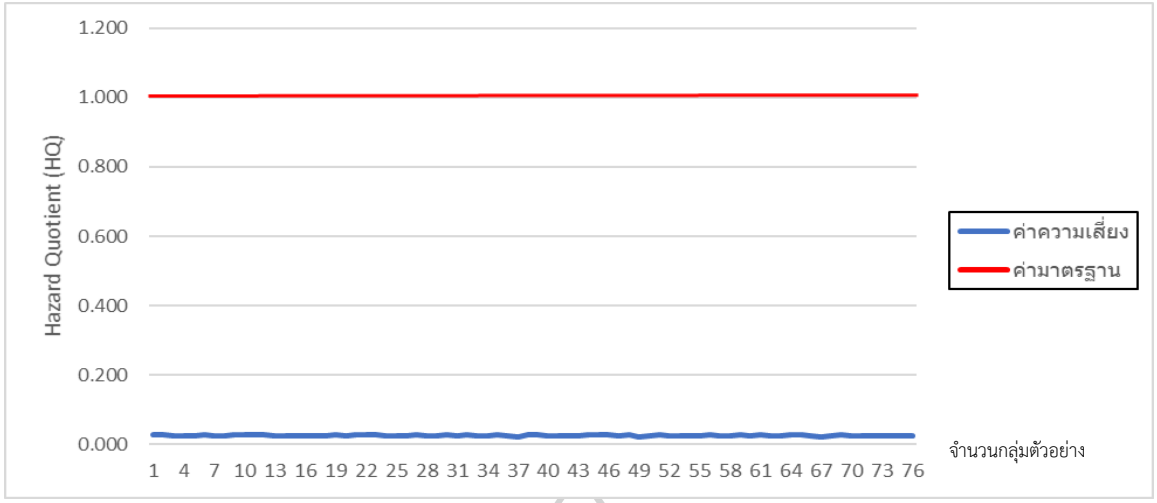


(ข)

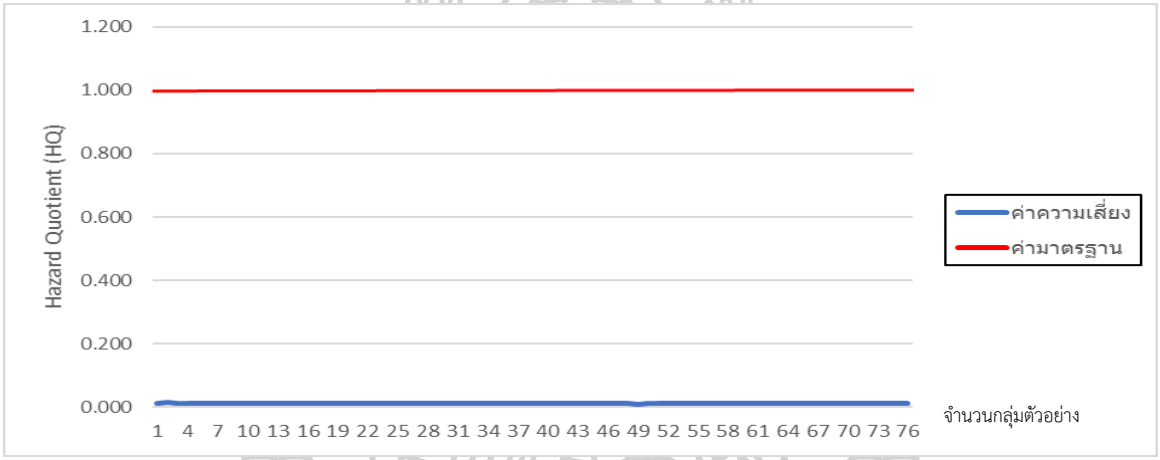


(ค)

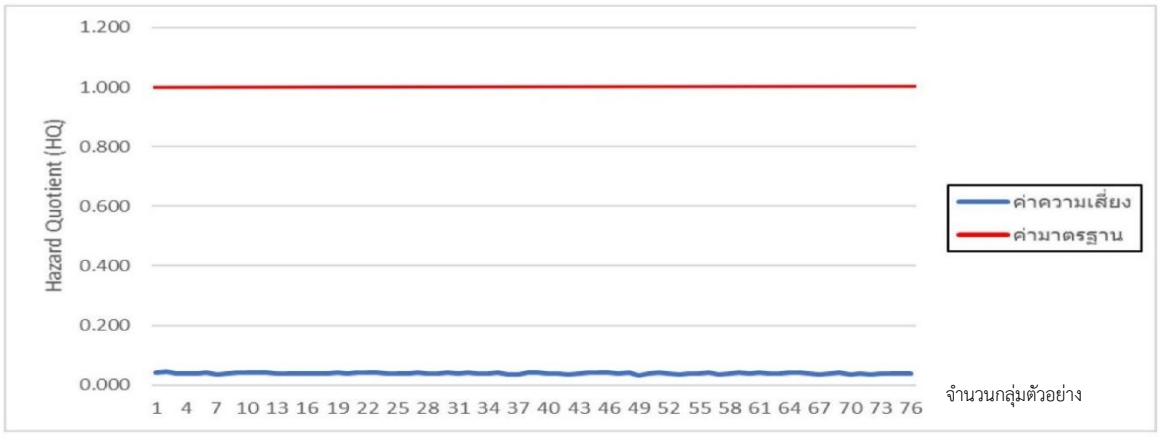
ภาพที่ 14 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม



(ก)

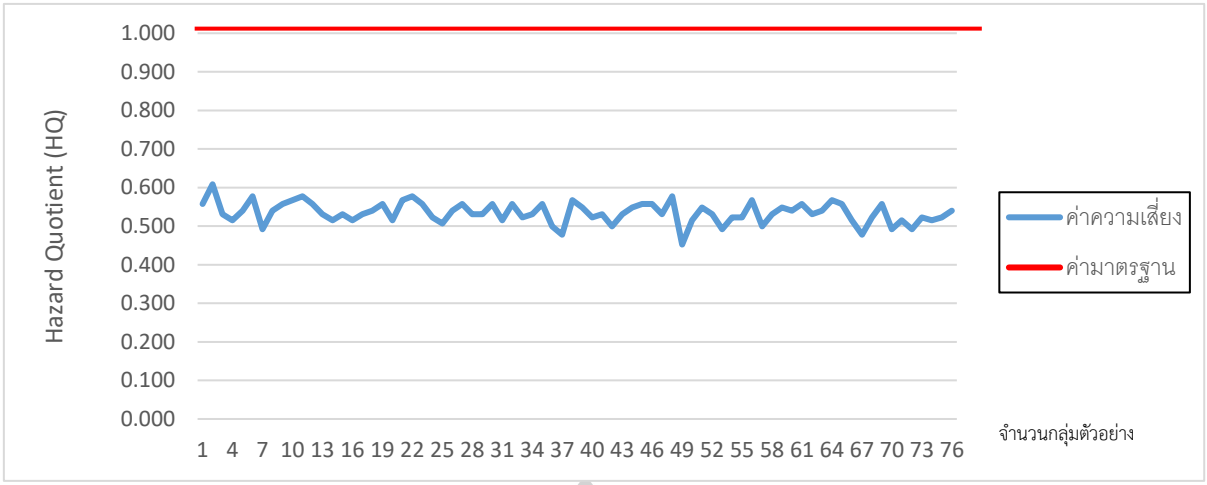


(ข)

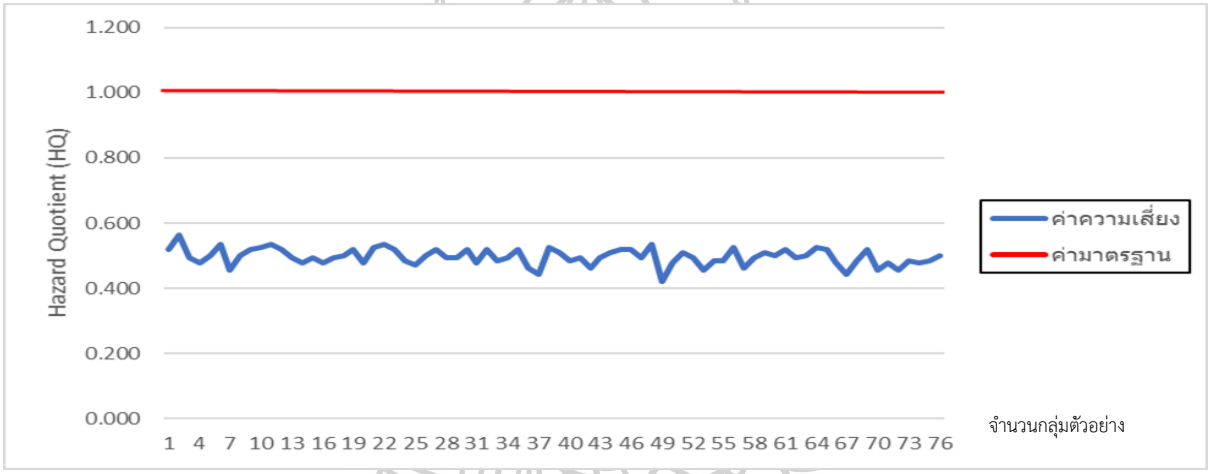


(ค)

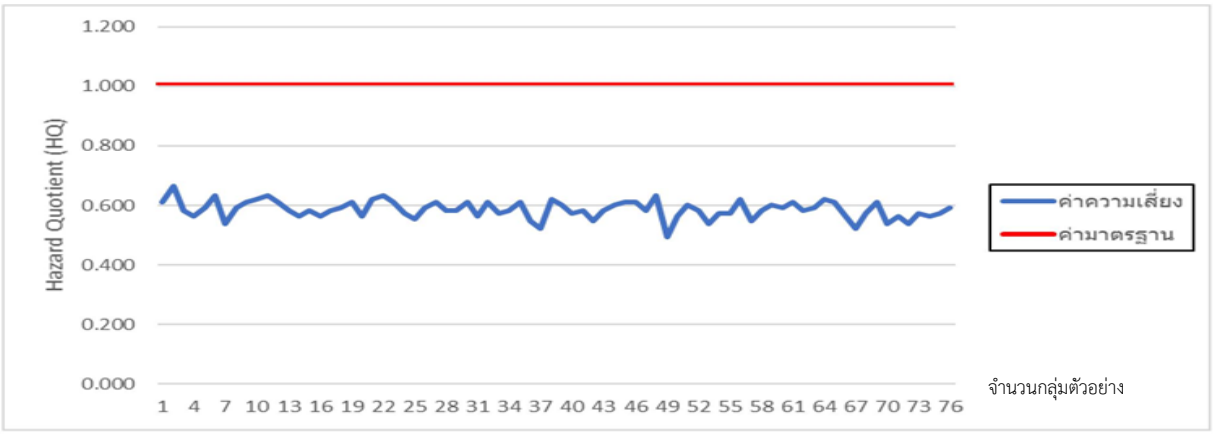
ภาพที่ 15 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองรวมของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม



(ก)

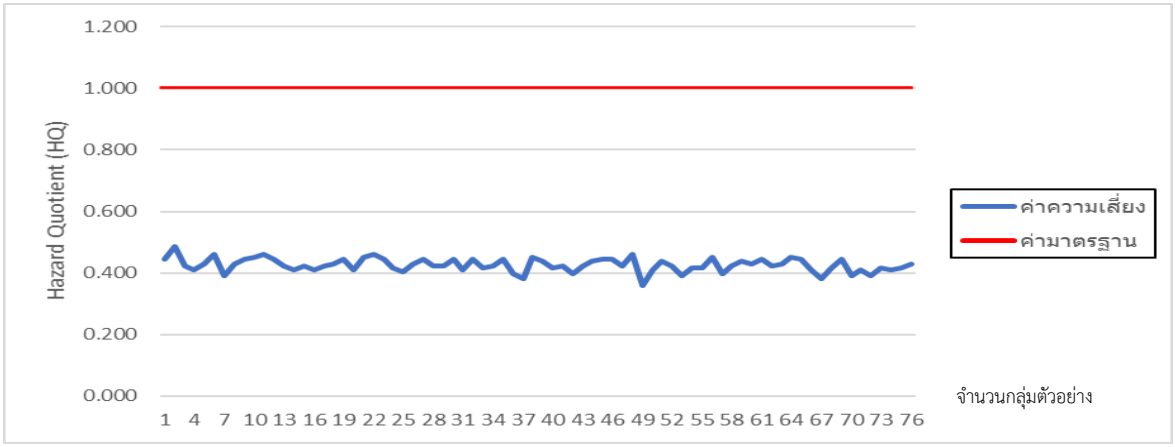


(ข)

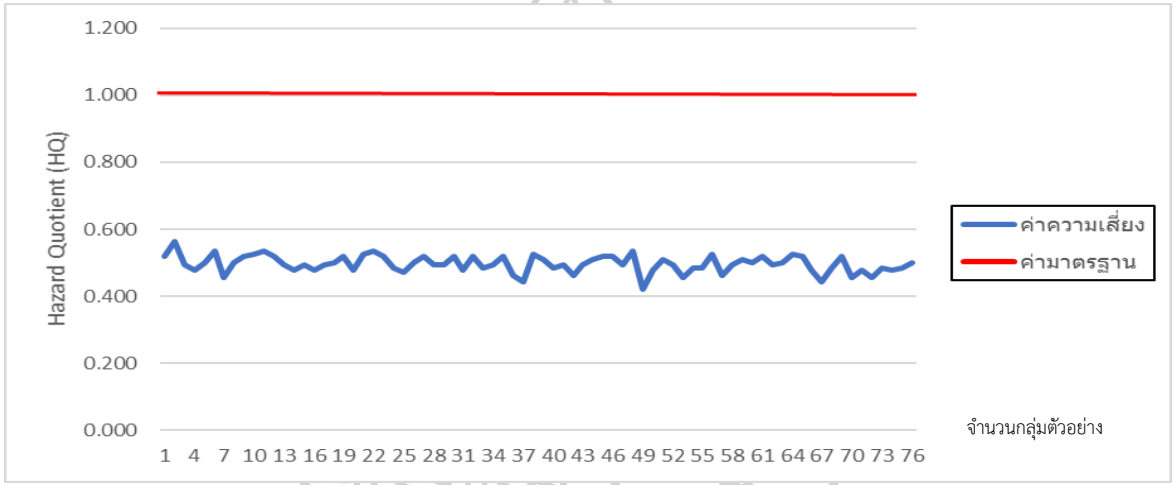


(ค)

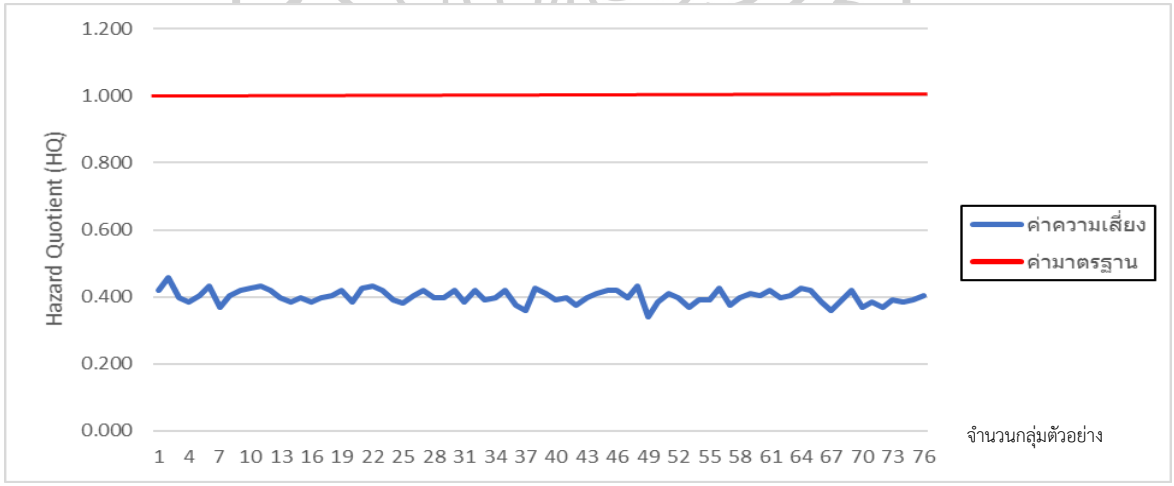
ภาพที่ 16 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 17 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม

4.2.4.2 การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง กรณีจากกรมควบคุมมลพิษ

การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละออง กรณีความเข้มข้นจากกรมควบคุมมลพิษ โดยประเมินความเสี่ยงเฉพาะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ดังนี้

1) การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด ผลการประเมินความเสี่ยงของความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง จำแนกเป็นรายบุคคล โดยทั้งหมดใช้ข้อมูลการตรวจวัดจากสถานีในตารางที่ 4.15 พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 3 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.25 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.233 ดังภาพที่ 18 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.26 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.907 ดังภาพที่ 18 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.27 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.991 ดังภาพที่ 18 (ค)

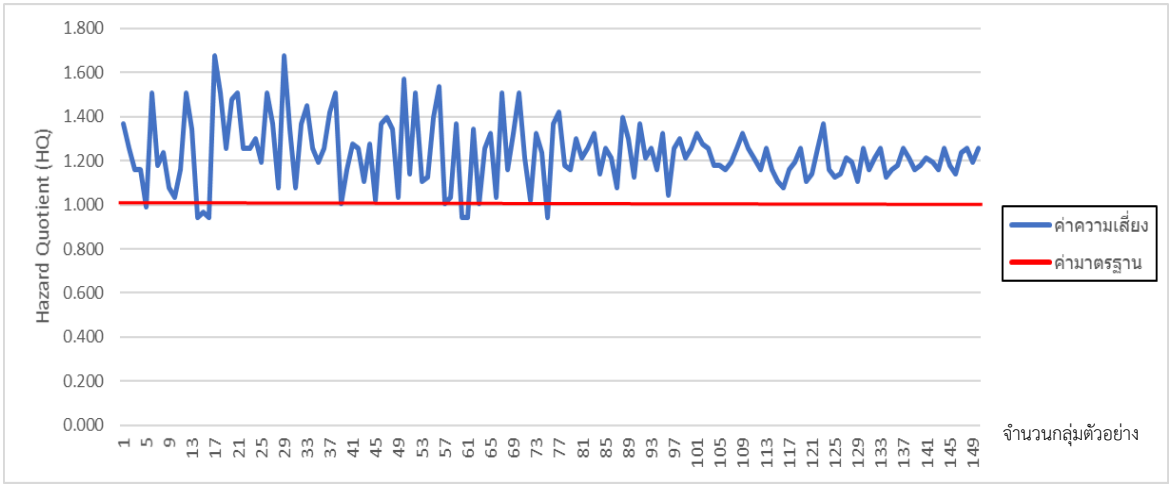
การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 3 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.28 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.724 ดังภาพที่ 19 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.29 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.391 ดังภาพที่ 19 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.30 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.294 ดังภาพที่ 19 (ค) สรุปได้ว่า การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ที่ 3 จะมีความเสี่ยงเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงสุด เฉพาะในช่วงฤดูหนาว (HQ>1) ในขณะที่เมื่อใช้ความเข้มข้นในช่วงอื่น พบว่า ไม่มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละออง รายละเอียดดังตารางที่ 25

การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด พบว่า ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 6 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.31 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.203 ดังภาพที่ 20 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.32 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.885 ดังภาพที่ 20 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.33 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.968 ดังภาพที่ 20 (ค)

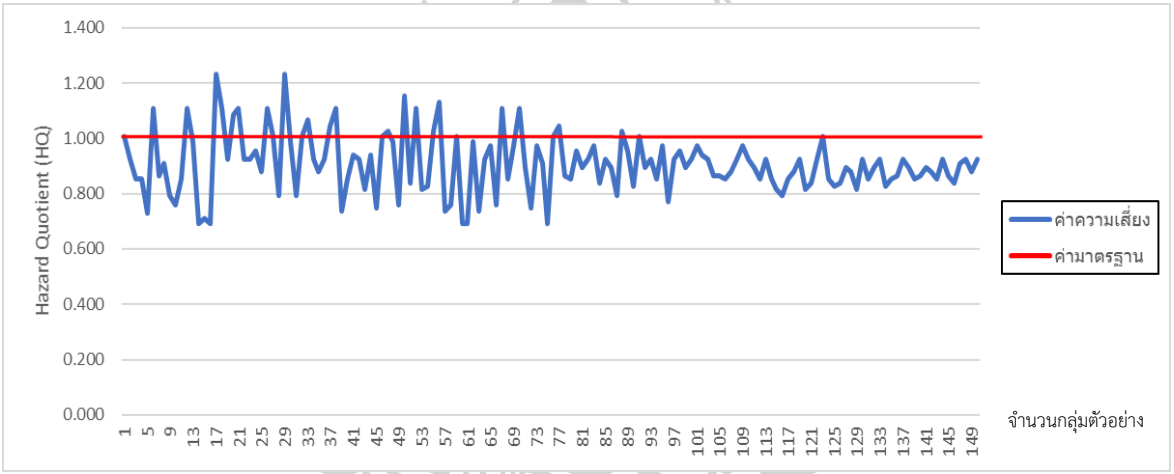
การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่าความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของประชากรในหมู่ที่ 6 ในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ ง.34 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.707 ดังภาพที่ 4.21 (ก) ช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ ง.35 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.382 ดังภาพที่ 4.21 (ข) ช่วงฤดูฝน (ตารางที่ ง.36 ในภาคผนวก) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.287 ดังภาพที่ 4.21 (ค) สรุปได้ว่า การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ที่ 6 จะมีความเสี่ยงเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงสุดเฉพาะช่วงฤดูหนาว (HQ>1) ในขณะที่เมื่อใช้ความเข้มข้นในช่วงอื่น พบว่า ไม่มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละออง รายละเอียดดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การประเมินความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองจากกรมควบคุมมลพิษ

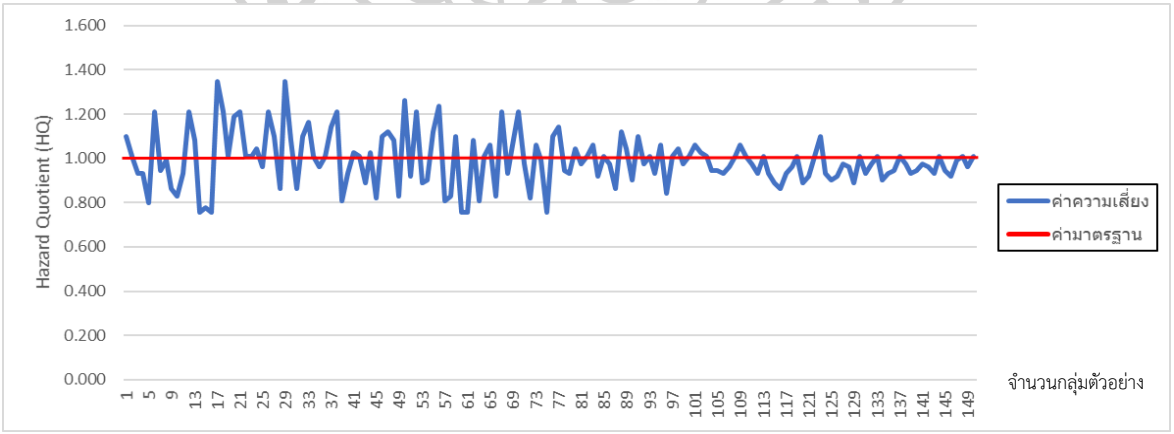
ค่าระดับเข้มข้นของฝุ่นละออง	การประเมินความเสี่ยง Hazard Quotient (HQ)				ฤดูกาล
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (มก./ลบ.ม.)				
	ค่าความเข้มข้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
หมู่ 3 สูงสุด	0.189	1.673	0.941	1.233	ฤดูหนาว
	0.139	1.231	0.692	0.907	ฤดูร้อน
	0.152	1.346	0.757	0.991	ฤดูฝน
หมู่ 3 ต่ำสุด	0.111	0.983	0.533	0.724	ฤดูหนาว
	0.06	0.531	0.299	0.391	ฤดูร้อน
	0.045	0.398	0.224	0.294	ฤดูฝน
ค่าระดับเข้มข้นของฝุ่นละออง	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (มก./ลบ.ม.)				ฤดูกาล
	ค่าความเข้มข้น	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
หมู่ 6 สูงสุด	0.189	1.369	1.018	1.203	ฤดูหนาว
	0.139	1.007	0.748	0.885	ฤดูร้อน
	0.152	1.101	0.818	0.968	ฤดูฝน
หมู่ 6 ต่ำสุด	0.111	0.804	0.598	0.707	ฤดูหนาว
	0.06	0.435	0.323	0.382	ฤดูร้อน
	0.045	0.326	0.242	0.287	ฤดูฝน



(ก)

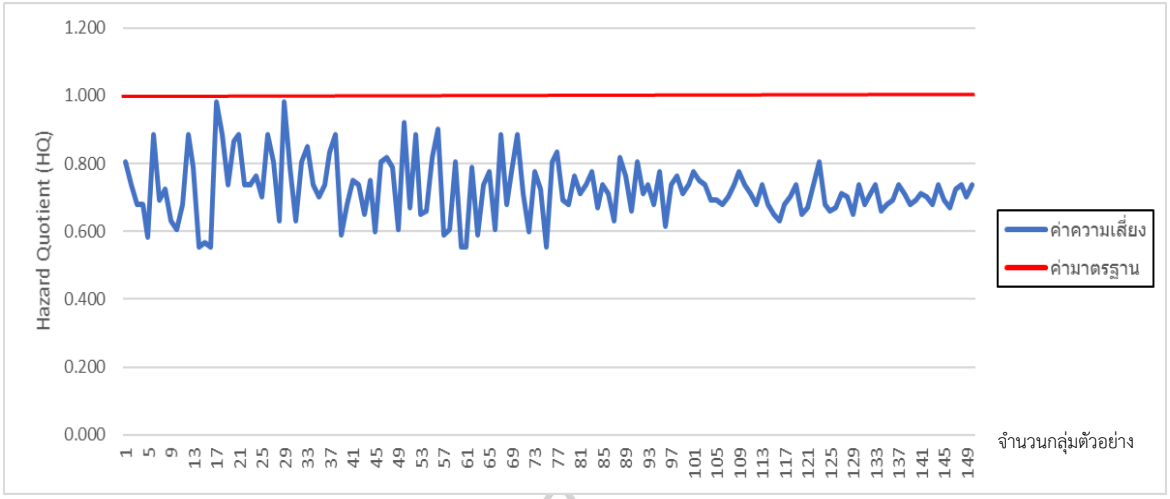


(ข)

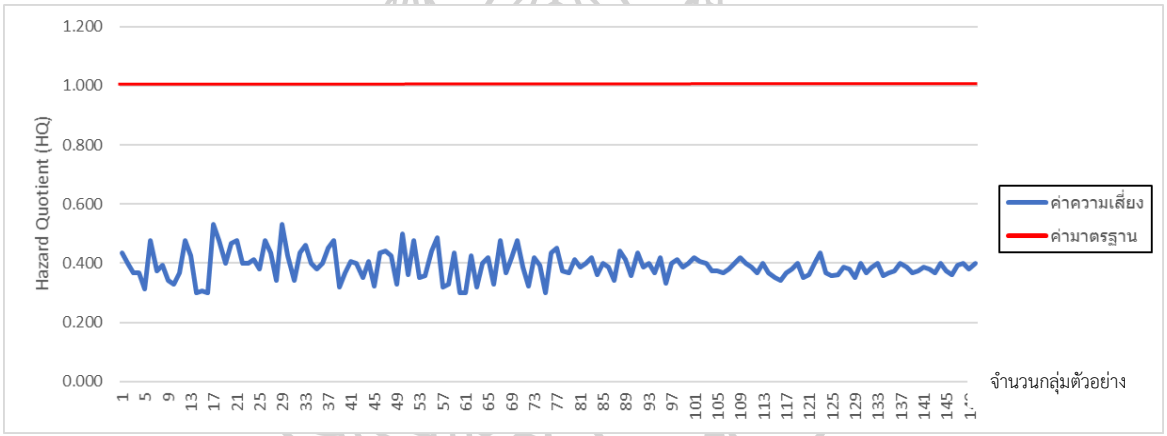


(ค)

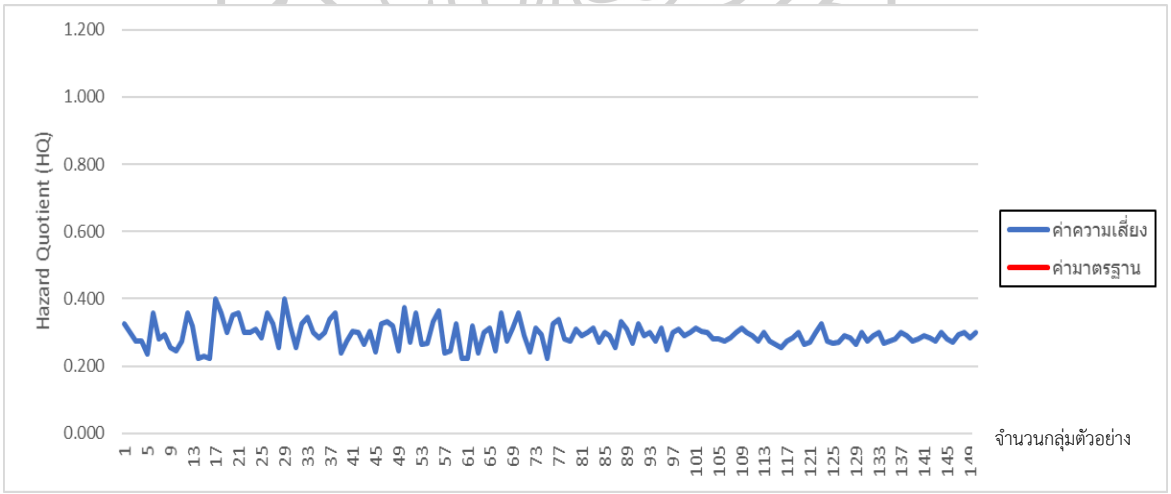
ภาพที่ 18 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ



(ก)

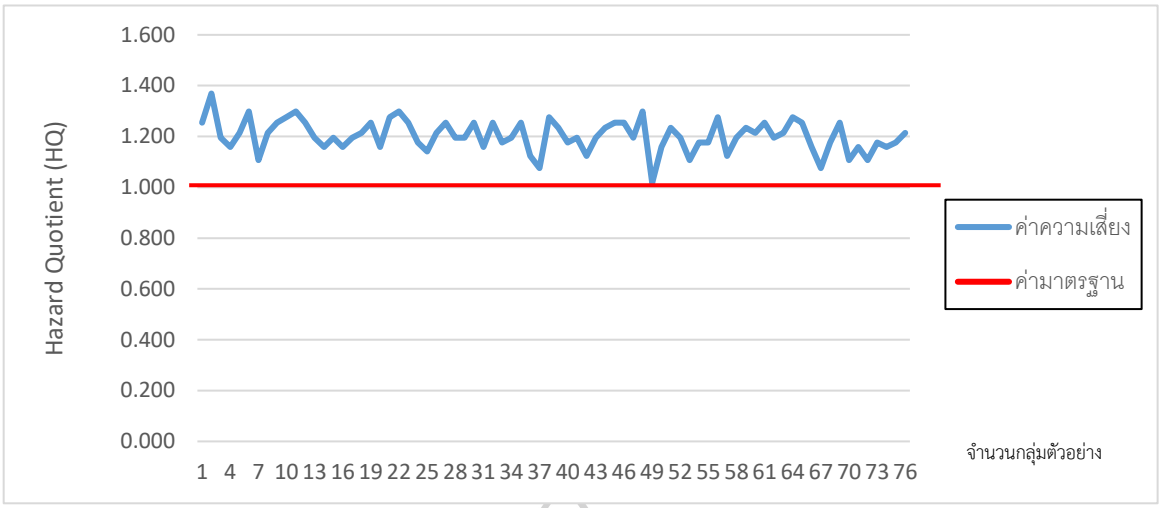


(ข)

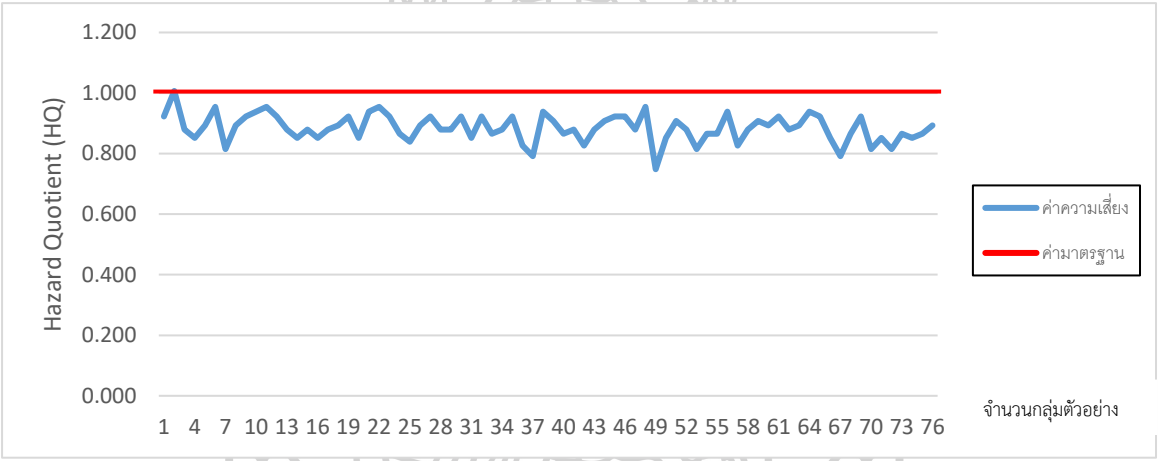


(ค)

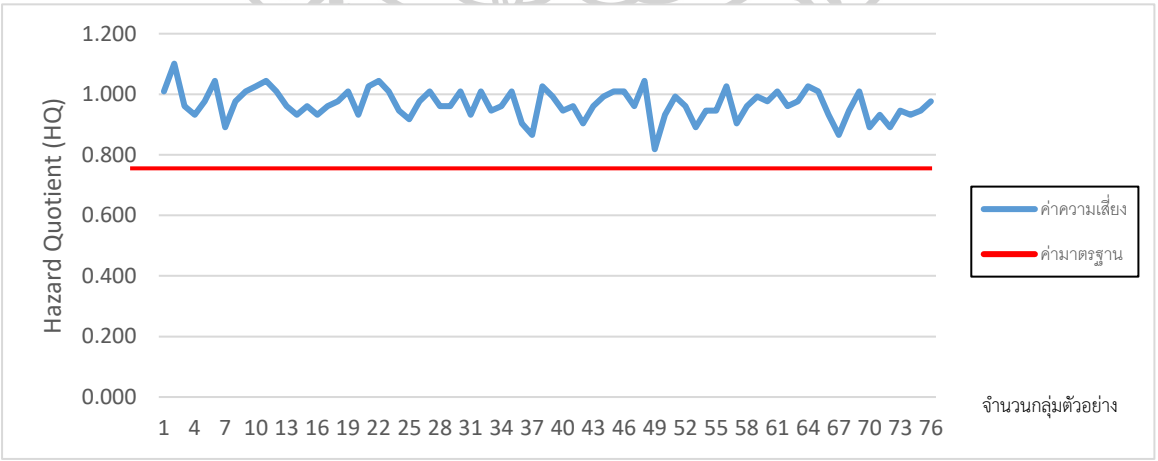
ภาพที่ 19 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ



(ก)

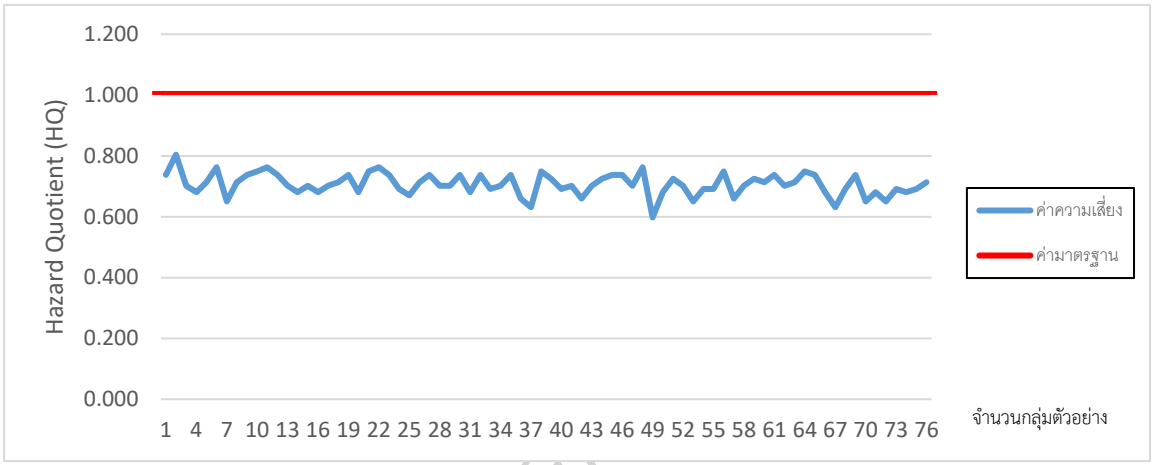


(ข)

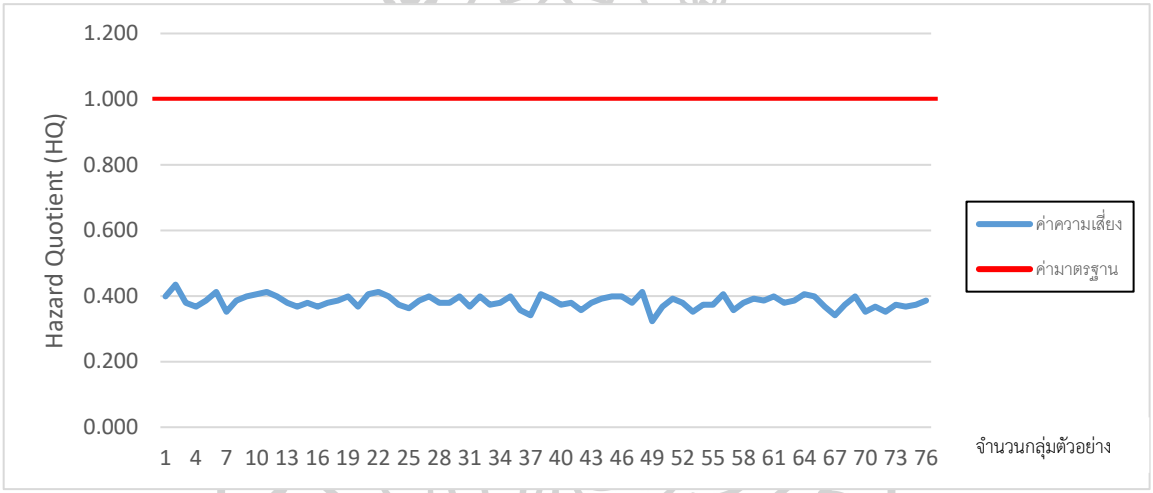


(ค)

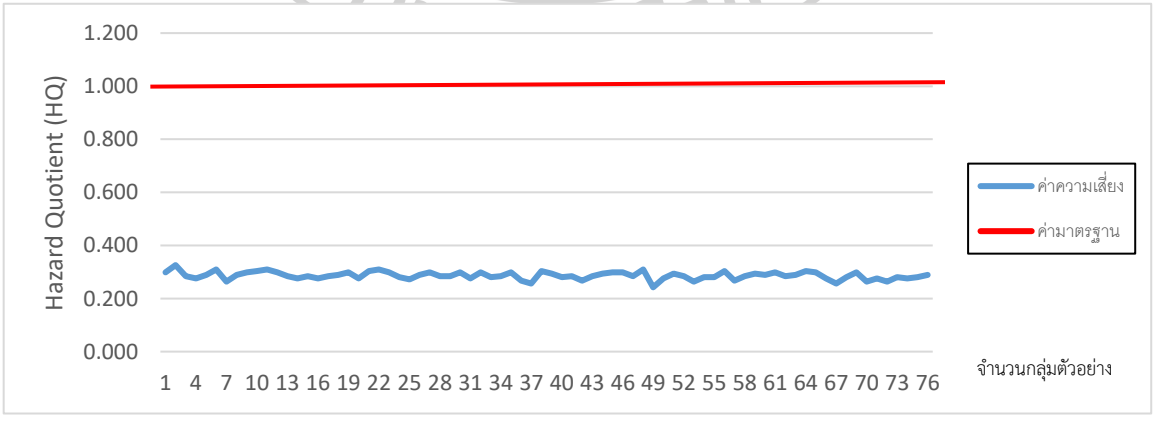
ภาพที่ 20 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นสูงสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 21 ความเสี่ยงการได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 6 กรณีความเข้มข้นต่ำสุด (ก-ค) จากกรมควบคุมมลพิษ

4.2.5 การเปรียบเทียบการประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง

การเปรียบเทียบการประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากหัวข้อ 4.2.4 เพื่อดูความแตกต่างของความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองของหมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 6 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติแบบ Independent Samples t–test รายละเอียดดังภาคผนวก จ

1) การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูหนาว

การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูหนาว กรณีความเข้มข้นสูงสุด พบว่า ฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 มีความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ 0.808 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.097 เปรียบเทียบในกรณีของหมู่ 6 พบว่า มีความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ 0.150 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.008 ในกรณีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.696 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.202 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.535 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.027 ผลการทดสอบ หมู่ 3 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองประเภทฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมากกว่าหมู่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 มีความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ 0.281 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.033 เปรียบเทียบในกรณีของหมู่ 6 พบว่า มีความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ 0.431 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.220 ในกรณีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.109 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.132 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.585 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.029 ผลการทดสอบ หมู่ 6 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองรวมมากกว่าหมู่ที่ 3 ในขณะที่ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า หมู่ 3 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองมากกว่าหมู่ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูหนาว

ระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง	การประเมินความเสี่ยง (HQ)	กลุ่มทดสอบ	N	Mean	Std.Deviation	t	Sig.
ความเข้มข้นสูงสุด	ฝุ่นละอองรวม	หมู่ 3	150	0.808	0.097	82.940	0.000**
		หมู่ 6	76	0.150	0.008		
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	หมู่ 3	150	1.696	0.202	69.033	0.000**
		หมู่ 6	76	0.535	0.027		
ความเข้มข้นต่ำสุด	ฝุ่นละอองรวม	หมู่ 3	150	0.281	0.033	40.372	0.000**
		หมู่ 6	76	0.431	0.220		
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	หมู่ 3	150	1.109	0.132	46.149	0.000**
		หมู่ 6	76	0.585	0.029		

หมายเหตุ : ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

2) การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูร้อน

การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูร้อน กรณีความเข้มข้นสูงสุด พบว่า ฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.322 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.038 เปรียบเทียบในกรณีของหมู่ 6 พบว่า มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.227 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.115 ในกรณีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.763 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.091 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.497 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.025 ผลการทดสอบ หมู่ 3 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองประเภทฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมากกว่าหมู่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กรณีความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.016 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.026 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.001 ในกรณีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.078 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.009 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.427 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.022 ผลการทดสอบ หมู่ 6 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองทั้งสองประเภทมากกว่าหมู่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูร้อน

ระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง	การประเมินความเสี่ยง (HQ)	กลุ่มทดสอบ	N	Mean	Std.Deviation	t	Sig.
ความเข้มข้นสูงสุด	ฝุ่นละอองรวม	หมู่ 3	150	0.322	0.038	28.026	0.000**
		หมู่ 6	76	0.227	0.115		
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	หมู่ 3	150	0.763	0.091	33.397	0.000**
		หมู่ 6	76	0.497	0.025		
ความเข้มข้นต่ำสุด	ฝุ่นละอองรวม	หมู่ 3	150	0.016	0.002	-45.454	0.000**
		หมู่ 6	76	0.026	0.001		
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	หมู่ 3	150	0.078	0.009	-133.471	0.000**
		หมู่ 6	76	0.427	0.022		

หมายเหตุ : ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

3) การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูฝน

การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูฝน กรณีความเข้มข้นสูงสุด พบว่า ฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.281 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.033 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.263 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.014 ในกรณีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.108 มี

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.132 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.585 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.030 ผลการทดสอบ หมู่ 3 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองประเภทฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมากกว่าหมู่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กรณีความเข้มข้นต่ำสุด โดยฝุ่นละอองรวมของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.013 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.002 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.012 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.001 ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของหมู่ 3 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.046 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.005 ของหมู่ 6 มีความเสี่ยงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.497 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.025 ผลการทดสอบ หมู่ 3 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองรวมมากกว่าหมู่ที่ 6 ในขณะที่ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า หมู่ 6 มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองมากกว่าหมู่ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งในช่วงฤดูฝน

ระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง	การประเมินความเสี่ยง (HQ)	กลุ่มทดสอบ	N	Mean	Std.Deviation	t	Sig.
ความเข้มข้นสูงสุด	ฝุ่นละอองรวม	หมู่ 3	150	0.281	0.033	5.538	0.000**
		หมู่ 6	76	0.263	0.014		
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	หมู่ 3	150	1.108	0.132	46.149	0.000**
		หมู่ 6	76	0.585	0.030		
ความเข้มข้นต่ำสุด	ฝุ่นละอองรวม	หมู่ 3	150	0.013	0.002	2.543	0.012**
		หมู่ 6	76	0.012	0.001		
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	หมู่ 3	150	0.046	0.005	-152.985	0.000**
		หมู่ 6	76	0.497	0.025		

หมายเหตุ : ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

4.2.6 การตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน

การตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงานของโรงโม่หินในบริเวณพื้นที่หมู่ที่ 3 เพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสใยหิน ในแผนกที่มีการรับสัมผัสแร่ใยหินในกระบวนการโม่หิน ได้แก่ แผนกโม่หรือย่อยหิน แผนกลำเลียงหินและห้องควบคุมระบบ โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Phase Contrast Microscope ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 การตรวจวัดปริมาณใยหินในบรรยากาศการทำงาน

แผนกที่ตรวจวัด	ปริมาณเส้นใยแร่ใยหิน (เส้นใย/ลบ.ซม.)		
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	ค่าเฉลี่ย
แผนกโม่ย่อยหิน	0.013	0.019	0.016
แผนกลำเลียงหิน	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
แผนกห้องควบคุม	0.026	0.033	0.059

จากผลตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงานของโรงโม่หิน พบว่า แผนกที่ตรวจพบแร่ใยหินมากที่สุด ได้แก่ แผนกห้องควบคุมและแผนกโม่ย่อยหิน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.059 และ 0.016 เส้นใย/ลบ.ซม. เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของเอซีจีไอเอช (ACGIH) ที่ระบุให้ความเข้มข้นเฉลี่ยของแร่ใยหินตลอดระยะเวลาในการทำงานปกติ ต้องไม่เกิน 0.1 เส้นใย/ลบ.ซม. ส่วนของประเทศไทยนั้นกำหนดค่ามาตรฐานของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม ต้องไม่เกิน 5 เส้นใย/ลบ.ซม. พบว่า ความเข้มข้นที่ตรวจพบไม่เกินค่ามาตรฐานของทั้งสองค่ามาตรฐาน แสดงถึง ฝุ่นละอองที่ตรวจวัดมีองค์ประกอบของแร่ใยหินน้อยมาก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงไม่นำความเข้มข้นของแร่ใยหินมาพิจารณาในการประเมินความเสี่ยง อย่างไรก็ตาม การใช้งานของแร่ใยหิน เกิดจากลักษณะเด่นในด้านของใยหินที่มีคุณสมบัติในการทนไฟและสารเคมี เมื่อมีการใช้งานแร่ใยหินเกือบทั้งหมดจะยังคงลักษณะของแร่ใยหินให้เห็นอยู่ ประกอบกับไม่มีการนำแร่ใยหินไปผสมกับวัสดุอื่นในลักษณะที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมี จนทำให้ไม่เห็นลักษณะของเส้นใย โดยวัสดุที่มีส่วนประกอบของแร่ใยหินส่วนใหญ่ ได้แก่ กระเบื้องมุงหลังคา แผ่นฝ้าเพดาน ซึ่งโรงโม่หินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาไม่ใช่บริเวณที่มีแหล่งแร่ใยหินโดยตรง อีกทั้งในประเทศไทยไม่มีเหมืองแร่ใยหินในประเทศ แต่มักจะมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ ทำให้ความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสจากธรรมชาติจึงต่ำ (สำนักงานจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวง

สาธารณสุข, 2554) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยเกี่ยวกับตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในประเทศไทย ดังตารางที่ 30 พบว่า การตรวจวัดแร่ใยหินในโครงการการรื้อถอนและติดตั้งกระเบื้องหลังคาในอาคารสำนักงาน อาคารที่พักอาศัยและในโรงงานกระเบื้อง มีระดับความเข้มข้นของแร่ใยหิน อยู่ในระดับไม่เกินค่ามาตรฐาน จากการตรวจวัดที่มีตรวจพบแร่ใยหินนั้น สันนิษฐานว่าเกิดจากการทำงานด้านการขนส่งที่มีการขนส่งวัตถุดิบหินไปให้อุตสาหกรรมก่อสร้างในพื้นที่ มีการสึกกร่อนของกระเบื้องมุงหลังคาและแผ่นฝ้าเพดานบริเวณใกล้แผนกตรวจวัดที่มีกิจกรรมการโม่หิน กระบวนการทางฟิสิกส์ ได้แก่ การระเบิดและการสั่นสะเทือนในพื้นที่ สอดคล้องกับงานวิจัยการศึกษาสถานการณ์การใช้แร่ใยหิน สภาวะสุขภาพ และสภาพแวดล้อมในการทำงานในสถานประกอบกิจการที่มีการใช้แร่ใยหิน (2551) ที่แสดงผลสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ การจัดเก็บหินที่ไม่เป็นระเบียบ ไม่จัดเป็นพื้นที่ควบคุม ไม่มีระบบระบายอากาศเฉพาะ ทำให้เกิดสภาพปัญหาที่ทำให้แร่ใยหินฟุ้งกระจายในบรรยากาศการทำงานซึ่งใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมที่เก็บตัวอย่าง โดยความเป็นอันตรายของแร่ใยหิน มักเกิดจากเมื่อแร่ใยหินกลายเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กและลอยอยู่ในอากาศ เมื่อสูดหายใจเข้าไปในร่างกายจะผ่านปอดเข้าไปในระบบทางเดินหายใจและระบบกระแสเลือด โรคที่เกิดแร่ใยหิน ได้แก่ โรคมะเร็งเยื่อหุ้มปอดและเยื่อบุช่องท้อง การป้องกันอันตรายจากแร่ใยหินนั้นสามารถทำได้โดยการหลีกเลี่ยงการกระทำที่จะทำให้แร่ใยหินแตกหรือเกิดการฟุ้งกระจาย รวมทั้งการป้องกันตัวเองของผู้ได้รับสัมผัส โดยการสวมหน้ากากที่มีตลับกรองฝุ่นใยหิน สวมเสื้อ แว่นตา กางเกงให้มิดชิด หากต้องการนำไปกำจัดต้องติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปกำจัดอย่างถูกวิธีโดยวิธีการฝังกลบอย่างปลอดภัย เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 30 งานวิจัยการตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงาน

ผู้วิจัยและหัวข้องานวิจัย	ผลการศึกษา
พนมพันธ์ ศิริวัฒนานุกูล (2551) ศึกษาสภาวะการเกิดเยื่อหุ้มปอดหนาจากการสัมผัสแร่ใยหิน โรงงานกระเบื้องกระดาษไทย ณ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	กรณีการตรวจวัดในสถานประกอบการ โรงงานกระเบื้องกระดาษไทย ได้แก่ บริเวณสายพานลำเลียงวัตถุดิบเข้าห้องผสมสารเคมี บริเวณพื้นที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0028 เส้นใย/ลบ.ซม. กรณีการตรวจวัดในสายพานลำเลียงวัตถุดิบเข้าห้องผสมสารเคมี แบบตัวบุคคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0068 เส้นใย/ลบ.ซม. กรณีการตรวจวัดในแผนกควบคุมสายการผลิตกระเบื้องลอน บริเวณพื้นที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0049 เส้นใย/ลบ.ซม. กรณีการตรวจวัดในแผนกควบคุมสายการผลิตกระเบื้องลอน บริเวณตัวบุคคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0049 เส้นใย/ลบ.ซม. ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของเอซีจีไอเอช (ACGIH) พบว่า ทั้งหมดไม่เกิน 0.1 เส้นใย/ลบ.ซม.
วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์และคณะ (2547) ศึกษาความเสี่ยงต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนจากแอสเบสตอสในอาคาร	กรณีการตรวจวัดในอาคารสำนักงาน พบว่า มีค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.0036 และ 0.0000 เส้นใย/ลบ.ซม. ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0009 เส้นใย/ลบ.ซม. กรณีการตรวจวัดในอาคารที่พักอาศัย พบว่า มีค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.0059 และ 0.0000 เส้นใย/ลบ.ซม. ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0016 เส้นใย/ลบ.ซม. ผลการศึกษา พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของเอซีจีไอเอช (ACGIH) ไม่เกิน 0.1 เส้นใย/ลบ.ซม.
สมาคมสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งเอเชีย (2555) ศึกษาเพื่อหามาตรการป้องกันการสัมผัสใยหินไครโซไทล์ในการรื้อถอนและติดตั้งกระเบื้องหลังคา	กรณีการตรวจวัดในแผนรื้อถอนและติดตั้งกระเบื้อง มีค่าปริมาณฝุ่นที่ตัวบุคคลพบอยู่ช่วง 0.03-0.08 เส้นใย มีค่าเฉลี่ย 0.052 เส้นใย/ลบ.ซม. และค่าตรวจวัดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานอยู่ในช่วง 0.02-0.10 เส้นใย มีค่าเฉลี่ย 0.042 เส้นใย/ลบ.ซม. กรณีการติดตั้งกระเบื้องใหม่และรื้อกระเบื้องที่ปราศจากแร่ใยหิน แล้วมุงกระเบื้องใยหินไปพร้อมกันใช้เครื่องเจาะไฟฟ้าไม่มีการตัดกระเบื้อง ค่าปริมาณฝุ่นที่ตัวบุคคลพบอยู่ช่วง 0.36-0.06 เส้นใย/ลบ.ซม. มีค่าเฉลี่ย 0.05 เส้นใย/ลบ.ซม. และค่าตรวจวัดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานอยู่ในช่วง 0.02-0.05 เส้นใย/ลบ.ซม. มีค่าเฉลี่ย 0.033 เส้นใย/ลบ.ซม. โดยไม่มีการตัดกระเบื้อง

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ผู้วิจัยและหัวข้องานวิจัย	ผลการศึกษา
	กรณีการรื้อถอนกระเบื้องเก่าและมุงกระเบื้องใหม่ไปพร้อมกันโดยใช้การเจาะด้วยมือ มีค่าปริมาณฝุ่นที่ตัวบุคคลพบอยู่ช่วง 0.03-0.08 เส้นใย/ลบ.ซม. มีค่าเฉลี่ย 0.055 เส้นใย/ลบ.ซม. และค่าตรวจวัดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน อยู่ในช่วง 0.02-0.04 เส้นใย/ลบ.ซม. มีค่าเฉลี่ย 0.03 เส้นใย/ลบ.ซม.) กรณีการรื้อกระเบื้องเก่าและมุงกระเบื้องใหม่รวมทั้งมีการตัดกระเบื้องตรวจวัดที่ตัวบุคคลอยู่ในช่วง 0.05-0.06 เส้นใย/ลบ.ซม. มีค่าเฉลี่ย 0.055 เส้นใย/ลบ.ซม. ค่าที่ตรวจวัดบริเวณปฏิบัติงานอยู่ในช่วง 0.03-0.10 เส้นใย/ลบ.ซม. มีค่าเฉลี่ย 0.057 เส้นใย/ลบ.ซม. ผลการศึกษา พบว่า ทุกกรณี เมื่อนำค่าเฉลี่ยของแร่ใยหินที่ตัวบุคคลและสถานที่ปฏิบัติงาน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของเอซีจีไอเอช (ACGIH) พบว่าไม่เกิน 0.1 เส้นใย/ลบ.ซม.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

4.2.7 อภิปรายการประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง

การศึกษาการประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง กรณีใช้ความเข้มข้นจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม เมื่อใช้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในกรณีค่าสูงสุดและต่ำสุด (ตารางที่ 23-24) พบว่า ในระดับความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณที่มีความเสี่ยง ได้แก่ พื้นที่หมู่ 3 โดยมีความเสี่ยงมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว ช่วงฤดูร้อน มีค่าความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ 1.696 และ 1.109 ตามลำดับ ส่วนช่วงฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.763 ในขณะที่เมื่อใช้ความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ทั้งหมดมีความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้

การประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตราย กรณีความเข้มข้นจากกรมควบคุมมลพิษ (ตารางที่ 25) พบว่า ผลการประเมินความเสี่ยงมีความสอดคล้องกับในกรณีความเข้มข้นจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยบริเวณที่มีความเสี่ยง ได้แก่ พื้นที่หมู่ 3 และหมู่ 6 โดยมีความเสี่ยงเฉลี่ยมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว มีค่าความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ 1.233 กับ 1.203 ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อใช้ความเข้มข้นต่ำสุด พบว่า ทั้งหมดมีความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันกับทั้งสองหมู่บ้าน พบว่า ประชากรหมู่ที่ 3 มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองทั้งฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมากกว่าหมู่ที่ 6 โดยปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพอากาศในพื้นที่ ได้แก่ ปัจจัยด้านแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง เนื่องจากมีโรงโม่หินในพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองและมีแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองประเภทอื่นเข้ามาด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2545) และปิยะรัตน์ ปรีย์มาโนช (2551) พบว่า แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากกิจกรรมของมนุษย์ การอุตสาหกรรม การคมนาคมและการเผาไหม้ทางการเกษตร ได้ส่งผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรวจวัด นอกจากนั้น กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข (2558) ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการรับสัมผัสฝุ่นละออง ได้แก่ ข้อมูลของผู้รับสัมผัสทั้งข้อมูลด้านอายุ ระยะเวลาในการสัมผัส ความถี่ในการสัมผัส (ตารางที่ 6) ก็มีผลเช่นเดียวกัน โดยเมื่อพิจารณาจากแบบสอบถาม พบว่า ประชากรส่วนใหญ่ที่นำมาประเมินความเสี่ยงนั้น มีความหลากหลายทั้งในช่วงวัยเด็ก วัยทำงานและผู้สูงอายุ มีการทำงานและพักอาศัยในพื้นที่ตลอดช่วงชีวิต ทำให้มีระยะเวลาในการสัมผัสและความถี่ในการสัมผัสสูง บางส่วนมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ การมีโรคประจำตัว ไม่มีการป้องกันอาการตัวจากมลพิษทางอากาศ รวมทั้งที่อยู่อาศัยเกือบทั้งหมดอยู่ในระยะทางใกล้กับโรงโม่หินและถนนในระยะทางเพียง 100-300 เมตร (หัวข้อ 4.2.1) สอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิชัย มุ่งดี (2548) สายจิตร จะวะนะ (2541) นพมาศ ศิริวัฒนานุกูล (2551) และปิยะพร วัฒนพงษ์ (2544) ที่ศึกษาความเข้มข้นและผลกระทบของฝุ่นละออง บริเวณโรงงานอุตสาหกรรม

โม่หิน พบว่า ปัจจัยด้านเพศ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ระยะเวลาที่สัมผัสฝุ่นละอองและระยะทางระหว่างที่พักอาศัยกับพื้นที่ที่มีกิจกรรมการระเบิดและย่อยหิน มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

โดยรวม ประชากรหมู่ที่ 3 จะมีความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองมากกว่าหมู่ที่ 6 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากข้อมูลตรวจวัดจากกรมควบคุมมลพิษ (ตารางที่ 25) และข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติแบบ Independent Samples t–test พบว่า ประชากรในหมู่ที่ 6 ก็มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองมากกว่าหมู่ที่ 3 หมายความว่า ชุมชนที่อยู่ที่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง ก็มีโอกาสในการรับสัมผัสเช่นกัน ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยชลทิศ อุไรฤกษ์ (2562) ได้อธิบายถึง การกระจายตัวของฝุ่นละอองที่สามารถแพร่ออกไปได้ไกล สอดคล้องกับงานวิจัยของปราณี บุญเปล่ง (2544) และปรียาภรณ์ เหมวัตร (2557) พบว่า ประชากรที่อาศัยในระยะทางที่อยู่ใกล้หรือห่างไกลจากโรงโม่หิน โดยประชากรที่อยู่ใกล้โรงโม่หิน ตรวจพบ ปริมาณของฝุ่นละอองที่มากกว่า แต่ผลกระทบต่อสุขภาพนั้นไม่มีความแตกต่างกัน จากผลกระทบที่เกิดขึ้น การกำหนดมาตรการลดผลกระทบจึงเป็นสิ่งจำเป็น แบ่งเป็นแนวทางได้ เช่น การทำเหมืองไม่ควรอยู่ใกล้ชุมชน การระเบิดเหมืองควรจะจำกัดพื้นที่การระเบิดเพื่อลดการกระจายของฝุ่นละ ออง การขนย้ายหินปูน ควรมีผ้าใบคลุมเพื่อป้องกันการตกหล่นและฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง มีการจำกัดความเร็วของรถที่ใช้ขนย้าย โดยเฉพาะในช่วงที่ผ่านชุมชน การควบคุมฝุ่นละอองจากกระบวนการผลิต การฉีดน้ำพรมบริเวณพื้นที่ การจัดทำพื้นที่สีเขียว เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาที่ตั้งและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองของอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ผลลัพธ์การศึกษาได้ตอบตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.1 การศึกษาความสอดคล้องของที่ตั้งกิจการโรงโม่หินกับกฎระเบียบที่กำหนด

การศึกษาด้านที่ตั้งกิจการโรงโม่หินเพื่อพิจารณาว่า ปัจจุบัน ตำแหน่งโรงโม่หินมีความสอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนดหรือไม่ พบว่า ในปัจจุบันที่ตั้งของโรงโม่หินในบางแห่งมีความไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบที่กำหนด ก่อให้เกิดผลกระทบในรูปแบบต่างๆ โดยที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในเรื่องของปัญหาด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่สอดคล้องกับแผนผังเมืองที่กำหนดไว้ เช่น ในกรณีของเขตหมู่บ้านและสถานศึกษา มีอุตสาหกรรมโรงโม่หินโดยรอบ ทำให้ประชากรในพื้นที่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมในพื้นที่ ดังนั้น การกำหนดพื้นที่กันชนให้ได้ตามมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดและมีความสอดคล้องกับรูปแบบการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ การศึกษาข้อมูลและมีงานวิจัยที่แนะนำและกำหนดหลักเกณฑ์ต่างๆ ในการกำหนดแนวกันชนในแต่ละปัจจัย ข้อมูลด้านปัจจัยทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ที่ดินและข้อกำหนดของผังเมือง สามารถนำมาใช้ในการบ่งบอกถึงผลกระทบของประชากรในพื้นที่และเป็นอีกหนึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในประกอบการตัดสินใจในด้านที่ตั้งของสถานประกอบการโรงโม่หินเพื่อเป็นแนวทางการจัดการและควบคุมผลกระทบทั้งในปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

5.2 การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน

การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองของชุมชน พบว่าประชากรได้รับความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นละอองในระดับที่เกินค่ามาตรฐาน โดยรับความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นละอองโดยผ่านช่องทางการหายใจเป็นหลัก ซึ่งผลจากแบบสอบถามและการประเมินความเสี่ยงจากความเป็นอันตรายอื่นนอกจากมะเร็ง แสดงให้เห็นว่า ประชากรในพื้นที่ได้รับความเสี่ยงโดยเฉพาะผลกระทบเรื้อรังที่เกิดต่อระบบทางเดินหายใจ โดยประชากรในหมู่ที่ 3 มีค่าสัดส่วนความเสี่ยง (ค่า HQ) ในการรับสัมผัสฝุ่นละอองทั้งสองประเภทสูงกว่าหมู่ที่ 6 ทั้งในกรณีที่ใช้ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองจากรายงานการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมและข้อมูลตรวจวัดจากกรมควบคุม

มลพิษ ในขณะที่ในหมู่ที่ 6 นั้น โดยรวมอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (ค่า HQ<1) ซึ่งเมื่อนำความเสี่ยงที่ได้มาเปรียบเทียบกัน เพื่อดูความแตกต่างของความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองของประชากรในหมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 6 ในแต่ละช่วงฤดูกาล ด้วยค่าสถิติแบบ Independent Samples t–test พบว่า ระดับความเสี่ยงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับสูง ($p<0.01$) โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ ในกรณีระดับความเข้มข้นสูงสุดและระดับความเข้มข้นต่ำสุดของฝุ่นละอองทั้งสองประเภท ผลการศึกษา มีดังนี้

ผลการศึกษาในกรณีระดับความเข้มข้นสูงสุดในฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า หมู่ที่ 3 มีค่าความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองมากกว่าหมู่ที่ 6 โดยมีค่าความเสี่ยงมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว ช่วงฤดูร้อนและช่วงฤดูฝน โดยมีค่าความเสี่ยงในฝุ่นละอองรวมเท่ากับ 0.808 0.322 0.281 และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเท่ากับ 1.696 1.108 0.763 ตามลำดับ

ส่วนในกรณีที่ใช้ความเข้มข้นต่ำสุดพบว่า หมู่ที่ 6 มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองรวมสูงกว่าหมู่ที่ 3 โดยมีค่าความเสี่ยงมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อนและฤดูฝน ได้แก่ 0.431 0.026 0.012 ส่วนในกรณีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่า หมู่ที่ 3 มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสสูงกว่าหมู่ที่ 6 โดยมีค่าความเสี่ยงมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อนและฤดูฝน เท่ากับ 1.109 0.078 0.046 ตามลำดับ

สรุปได้ว่า ประชากรในพื้นที่ได้รับความเสี่ยงในการสัมผัสฝุ่นละออง ไม่ว่าจะเป็นในหมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 6 โดยมีความเสี่ยงมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว เพราะช่วงฤดูหนาว มีสภาพอากาศที่แห้งและหนาวเย็น ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทย โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือจากประเทศมองโกเลียและประเทศจีน ได้พัดนำมวลอากาศเย็นเข้ามาปกคลุมในประเทศไทย ส่งผลให้รูปแบบการเคลื่อนตัวของชั้นบรรยากาศเกิดการเปลี่ยนแปลง ความแตกต่างของอุณหภูมิเหนือพื้นดินและบรรยากาศชั้นบนก่อให้เกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผันในแต่ละช่วงเวลาทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ที่มีคุณสมบัติกักเก็บฝุ่นละอองที่พื้นผิวไม่ให้ลอยตัวขึ้น ทำให้การหมุนเวียนและถ่ายเทของอากาศไม่ดี รวมถึงสภาพอุตุนิยมวิทยาในช่วงฤดูหนาวของพื้นที่นั้น มีอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์และความเร็วลมที่ต่ำ แต่มีความกดอากาศสูง ก่อให้เกิดการสะสมตัวของฝุ่นละออง ส่วนในช่วงฤดูฝนที่พบความเสี่ยงได้น้อยที่สุดนั้น เพราะช่วงเวลาดังกล่าว ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากบริเวณความกดอากาศสูงบริเวณซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดียที่พัดพาความชื้นเข้ามาทำ

ให้ฝนตกชุกในพื้นที่ โดยฝนที่ตกลงมานั้น มีกระบวนการชะล้างมลพิษทางอากาศ โดยขณะที่ฝนตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลกจะดักจับฝุ่นละอองในบรรยากาศให้ตกลงมาพร้อมกัน เป็นการชะล้างฝุ่นละอองในอากาศให้ตกลงสู่พื้นดิน ฝุ่นละอองจะถูกไอน้ำและความชื้นในอากาศดูดซับจนอิ่มตัว ประกอบกับช่วงเวลาที่ฝนตกนั้น จะเกิดลมที่ช่วยพัดพาฝุ่นละอองให้ไปยังพื้นที่อื่น ทำให้ฝุ่นละอองเกิดฟุ้งกระจายในอากาศลดลง

ผลตรวจวัดปริมาณแร่ใยหินในบรรยากาศการทำงานของโรงโม่หิน ได้แก่ แผนกห้องควบคุมและแผนกโม่หิน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.059 และ 0.016 เส้นใย/ลบ.ซม. เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่า ความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้นั้นทั้งหมดน้อยกว่าค่ามาตรฐานมาก แสดงถึง ฝุ่นละอองจากโรงโม่หินมีองค์ประกอบของแร่ใยหินน้อยมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) การกำหนดพื้นที่กันชนระหว่างโรงโม่หินกับปัจจัยต่างๆ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงการศึกษาด้านสภาพและความเป็นมาของปัญหา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ลักษณะของมลพิษ ผลกระทบ รูปแบบการแพร่กระจาย การเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น แบบจำลอง CMB Model และ PMF Model ในการระบุแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในพื้นที่ การเลือกมาตรฐานและแนวทางในการกำหนดพื้นที่กันชน โดยให้สัมพันธ์กับผลกระทบการแพร่กระจายของสารมลพิษ เพื่อสามารถหาแนวทางในการควบคุมและจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) พื้นฐานในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลทุติยภูมิความเข้มข้นของฝุ่นละอองของโรงโม่หินและสถานีตรวจวัดจากหลายแหล่ง ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งด้านระยะเวลา สถานที่ การเก็บตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ ค่าความเข้มข้นจะส่งผลมากต่อความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละออง นอกจากนี้ ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากข้อมูลการตรวจวัดของสถานีตรวจวัด เป็นการตรวจวัดในช่วงเวลาและพื้นที่จำกัด เพียงพื้นที่ใดที่พื้นที่หนึ่งเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถเป็นตัวแทนของสถานการณ์คุณภาพอากาศตลอดระยะเวลาและในทุกพื้นที่ได้

รายการอ้างอิง

กฎกระทรวง. (2562). *กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองสระบุรี พ.ศ. 2562*. สืบค้นจาก http://pvnweb.dpt.go.th/saraburi/index.php

กิติชัย รัตนะ และชาญชัย งามเจริญ. (2548). *การบริหารจัดการลุ่มน้ำโดยชุมชนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวนศาสตร์ ภาควิชาอนุรักษวิทยา.

กระทรวงสาธารณสุข. (2547). *การควบคุมการประกอบกิจการการระเบิด การโม่ การปั่นหินด้วยเครื่องจักร*. สืบค้นจาก http://laws.anamai.moph.go.th/download/laws/suggest-3-47.pdf

กรมทรัพยากรธณี. (2543). *โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษจากฝุ่นในพื้นที่ทำเหมืองหินและโรงโม่หิน*. สืบค้นจาก http://library.dmr.go.th/Document/DMR_Technical_%20Reports/2543%20/1580.pdf

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2558). *มลพิษทางอากาศ*. สืบค้นจาก htps://datacenter.deqp.go.th/home/

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2551). *สถานการณ์การใช้แร่ไยหิน สภาวะสุขภาพ และสภาพแวดล้อมในการทำงานในสถานประกอบกิจการที่มีการใช้แร่ไยหิน*. สืบค้นจาก http://nlrc.mol.go.th/research/3RvgUq5/20200299_ASBESTOS.pdf

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. (2563). *ข้อมูลโครงการการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ที่ได้รับความเห็นชอบโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. สืบค้นจาก http://eia.onep.go.th/approvegovernmentdetail.php?id=1

กรมอนามัย และ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษทางอากาศ กรณี ฝุ่นละอองขนาดเล็ก*. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี. (2539). *การเปลี่ยนแปลงการระเบิดและย่อยหินเป็นการทำเหมืองหิน*. สืบค้นจาก http://library.dmr.go.th/Document/DMR_Technical_Reports/2539/648.pdf

จุฑาทิพย์ จริยาเอกภาส. (2557). *ผลกระทบจากโรงโม่หินที่มีต่อประชาชนในเขตตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

เจนจีรา มีแสง. (2557). *ประสิทธิภาพของระบบป้องกันฝุ่นละอองจากกระบวนการผลิตของโรงโม่หิน จากค่าการตรวจวัดความทึบแสง : กรณีศึกษา ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

จิราภรณ์ หลาบคำ, จินตนา ศิริบูรณ์พิพัฒนา และธนาพร ทองสิม. (2560). พฤติกรรมการป้องกันฝุ่นหินของพนักงานโรงโม่หินในอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 19*(1), 1-13.

ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และดวงนภา ลาภใหญ่. (2561). ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่สัมพันธ์ต่อการเกิดปัญหามลพิษทางอากาศในจังหวัดเชียงใหม่. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 9*(2), 237-249.

ชัยณรงค์ รักธรรม. (2552). *การจำลองสภาพอากาศ จากผลกระทบของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรง ความกดอากาศสูง และร่องมรสุม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชลทิศ อุไรฤกษ์. (2562). *การควบคุมโดยบรรยากาศ (Atmosphere Control).* สืบค้นจาก http://122.154.73.26/bs/issueDisplay.php?id=237&category=A52&issue=PM%202.5#a31

ณัฐพล บุญมี. (2562). *การประเมินความเสี่ยงของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครมิเตอร์กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่โรงโม่หิน จังหวัดชลบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ดวงกมล ดังโพนทอง. (2560). *การเพิ่มศักยภาพการผลิตยางแผ่นด้วยการกำจัดเชื้อราโดยใช้วิธีอบแห้งแบบอุโมงค์แสงอาทิตย์.* มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เทศบาลตำบลหน้าพระลาน. (2563). *สภาพทั่วไปหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี.* สืบค้นจาก https://www.naphralan.go.th/condition.php%20

ทวิชพงศ์ สายัณห์. (2550). *การศึกษานโยบาย และการมีส่วนร่วมของเจ้าพนักงานเหมืองแร่หินปูนในมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม กลุ่มหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ธัชชา รัมมะศักดิ์. (2559). *ฝุ่นละอองและผลต่อสุขภาพ*. สืบค้นจาก https://www.stou.ac.th/study/sumrit/6-59(500)/page2-6-59(500).html

นพมาศ หริมเทพาธิป. (2541). *การเสื่อมสมรรถภาพปอดของประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ที่มีกิจกรรมการระเบิดและย่อยหิน กรณีศึกษา ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

บริษัท เอ็น เอส คอนซัลแทนท์ จำกัด. (2541). *โครงการศึกษาและจัดทำแผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาแหล่งแร่หินปูนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น เลย และอุดรธานี เสนอ กรมทรัพยากรธรณี*: กรมทรัยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม.

ปฏิญาณ มณีพรรณ. (2555). *การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่เพื่อนำเสนอหลุมฝังกลบขยะแห่งใหม่ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ กรณีศึกษา : อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ปภัสรา ขวัญมา, สมนิมิตร พุกงาม และวันชัย อรุณประภารัตน์. (2562). ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี. *PSRU Journal of Science and Technology, 4*(2), 85-94.

ปิยะพร วัฒนพงษ์. (2544). *ผลกระทบของอุตสาหกรรมเหมืองหินต่อชุมชนบริเวณเขาตกน้ำและเขาสามง่าม จังหวัดราชบุรี : การศึกษาเชิงนิเวศ วิทยามนุษย์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

ปิยะรัตน์ ปรีย์มาโนช. (2551). *การศึกษาภาวะมลพิษทางเสียงและฝุ่นละอองทั้งหมดในมหาวิทยาลัยรามคำแหง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547). *เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2547*. สืบค้นจาก http://infofile.pcd.go.th/law/2_51_air.pdf?CFID=14452734 &CFTOKEN=82326968

ปราณี บุญเปล่ง, วรานน ทวีวัฒนวงศ์ และสุทธิกานต์ ประสานดี. (2544). การศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อการเกิดอาการโรคระบบทางเดินหายใจของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้โรงโม่หิน จังหวัดสุรินทร์. *วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม*, 23-40.

ปรียาภรณ์ เหมวัตร. (2557). *ปริมาณและการรับสัมผัสฝุ่นละอองในโรงเรียนใกล้แหลงอุตสาหกรรม อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

พัชราพร ทิมวัฒน์. (2558). *ความร่วมมือในการจัดการปัญหามลพิษจากหมอกควันของประเทศเพื่อนบ้านที่ข้ามแดนมาสู่ไทยภายใต้ ข้อตกลงอาเซียน เรื่องมลพิษจากหมอกควันข้ามแดน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชราวดี สุวรรณธาดา. (2557). *ฝุ่นละอองในบรรยากาศ*. สืบค้นจาก http://en.mahidol.ac.th /elearning/upload/Airpollution_New.pdf

พนมพันธ์ ศิริวัฒนานุกูล. (2551). การสอบสวนสภาวะการเกิดเยื่อหุ้มปอดหนาจากการสัมผัสแร่ใยหินโรงงานกระเบื้องกระดาษไทย ณ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารควบคุมโรค, 34*(4), 433-440.

มติคณะรัฐมนตรี. (2525). *เรื่องโครงการศึกษาเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย*. สืบค้นจาก http://www.dnp.go.th/watershed/gov1.htm

มินตรา ผาระสิทธิ์ และธัญญรัตน์ ไชยคราม. (2562). การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 28*(5), 743-758.

ยศกิต เรืองทวีป. (2552). *ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากโรงโม่หินที่มีต่อสุขภาพของเด็กนักเรียน กรณีศึกษา โรงเรียนในตำบลทุ่งหลวง อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหน้าพระลาน. (2561). *โรงที่พบบ่อยที่สุดของผู้ป่วยนอก 10 ลำดับแรก*. สืบค้นจาก http://172.16.1.8/sbhweb/TopStat.aspx

รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย. (2564). *จุดตรวจวัดบริเวณสถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน*. สืบค้นจาก http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php

รัฐพล อ้นแฉ่ง และปรียาภรณ์ เหมวัตร. (2559). ศึกษาการรับรู้สภาวะสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมของนักเรียน กรณีสิ่งเร้าที่เป็นฝุ่นละออง.*Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University, 3*(6), 349-362.

วิจารย์ สิมาฉายา. (2554). *วิกฤตโลกร้อน มลพิษหมอกควัน มหันตภัยใกล้ตัว*. คณะกรรมาธิการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, เชียงใหม่.

วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์และคณะ. (2547) *การศึกษาความเสี่ยงต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนจากแอสเบสตอสในอาคาร*. รายงานผลการศึกษา ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วรวุฒิ คะมนตรี. (2560). *ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) จากการคมนาคมบนท้องถนนที่มีต่อสุขภาพของเด็กนักเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ศิริอุมา เจาะจิตต์, ปนัดดา พิบูลย์, เพชร หมื่นราช และอโณทัย เกื้อกูล. (2562). การประเมินความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ระหว่างชุมชนที่อยู่ใกล้และไกลโรงโม่หิน จังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 27*(2), 336-348.

สิทธิชัย มุ่งดี. (2548). *ความชุกของอาการทางระบบหายใจ และสมรรถภาพปอดของนักเรียน ในพื้นที่ที่อุตสาหกรรมเหมืองหินและโม่บดหรือย่อยหิน จังหวัดสระบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษ. (2563). *เอกสารเพื่อเผยแพร่ความรู้อย่างง่ายเกี่ยวกับแบบจำลองอากาศ AERMOD ฉบับประชาชน.* สืบค้นจาก http://eec-mtp.onep.go.th/report/aermod-2020.pdf

สำนักงานป้องกันและปราบปรามและควบคุมไฟป่า. (2557). *พยากรณ์สถานการณ์ไฟป่า 17-24 กุมภาพันธ์ 2557*. สืบค้นจาก https://www.dnp.go.th/forestfire/firepredict/Feb_57/17-24Feb57.htm

สำนักงานจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2554). *ความรู้เกี่ยวกับแร่ใยหิน สำหรับประชาชนทั่วไป*. สืบค้นจาก http://e-lib.ddc.moph.go.th/pdf/eb101/eb101.pdf

สำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาคที่ 7. (2555). *การควบคุมผลกระทบจากขั้นตอนการผลิตหินปูนของเหมืองหิน*. สืบค้นจาก http://www.envi7.com/oldversion/data/link_mine_process2.html#online7

สมาคมสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งเอเชีย. (2555). *รายงานการศึกษาเพื่อหามาตรการป้องกันการสัมผัสใยหินไครโซไทล์ในการรื้อถอนและติดตั้งกระเบื้องหลังคา*. สืบค้นจาก https://anyflip.com/tzafc/yaqg/basic

สุรเชษฐ เมืองแมน. (2539). *แนวทางการกำหนดพื้นที่กันชนระหว่างเขตอุตสาหกรรมกับชุมชน กรณีศึกษาย่านอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เสาวลักษณ์ ขจรพบ และธัญญรัตน์ ไชยคร. (2563). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษามลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น.*วารสารสหศาสตร์, 20*(2), 186-201.

สายจิตร จะวะนะ. (2541). *ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเขตชุมชนหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารส่วนตำบลหน้าพระลาน. (2560). *ข้อมูลสภาพทั่วไป*. สืบค้นจาก http://napralan.go.th/public/texteditor/data/index/menu/498

de la Campa, A. M. S., J., D., F.-C., & J. C., G.-C., Y. . (2011). Impact of abandoned mine waste on atmospheric respirable particulate matter in the historic mining district of Rio Tinto (Iberian Pyrite Belt). *Environmental research, 111*(8), 1018-1023.

Fromme, H., Twardella, D., Dietrich, S., Heitmann, D., Schierl, R., Liebl, B., & Rüden, H. (2007). Particulate matter in the indoor air of classrooms—exploratory results from Munich and surrounding area. *Atmospheric Environment, 41*(4), 854-866.

Gupta, A. K., Karar, K., & Srivastava, A. (2007). Chemical mass balance source apportionment of PM10 and TSP in residential and industrial sites of an urban region of Kolkata, India. *Journal of hazardous materials, 142*(1-2), 279-287.

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement, 30*(3), 607-610.

Lee, S. C., & Chang, M. (2000). Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. *Chemosphere, 41*(1-2), 109-113.

Mathes, J., Karunasinghe, A., & Gunawardana, H. (1992). *Air pollution caused by vehicle emissions*.

Miller, J. H., & Miller, P. M. (1961). The effect of different light conditions and sucrose on the growth and development of the gametophyte of the fern, Onoclea sensibilis. *American Journal of Botany, 48*(2), 154-159.

Nkosi, V., Wichmann, J., & Voyi, K. (2017). Indoor and outdoor PM_{10} levels at schools located near mine dumps in Gauteng and North West Provinces, South Africa. *BMC public health, 17*(1), 1-7.

Organization, W. H. (2018). Ambient (outdoor) air pollution. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

Rashid, Y. (1993). PM10 and TSP Concentrations at Two Sites of Kuala Lumpur. *Asian Environment, 15*, 41-41.

Roy, D., Singh, G., & Yadav, P. (2016). Identification and elucidation of anthropogenic source contribution in PM10 pollutant: Insight gain from dispersion and receptor models. *Journal of Environmental Sciences, 48*, 69-78

Science. (2019). *ปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน*. สืบค้นจาก https://stem.in.th/temperature-inversion/

Slini, T., Kaprara, A., Karatzas, K., & Moussiopoulos, N. (2006). PM10 forecasting for Thessaloniki, Greece. *Environmental Modelling & Software, 21*(4), 559-565.

Thongsanit, P., Jinsart, W., Hooper, B., Hooper, M., & Limpaseni, W. (2003). Atmospheric particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons for PM10 and size-segregated samples in Bangkok. *Journal of the Air & Waste Management Association, 53*(12), 1490-1498.

US EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (1989). Risk Assessment Guidance for Superfund volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A). Retrieved from https://www.epa.gov/sites/production /files/2015-09/documents/rags_a.pdf

Vardoulakis, S., & Kassomenos, P. (2008). Sources and factors affecting PM10 levels in two European cities: Implications for local air quality management. *Atmospheric Environment, 42*(17), 3949-3963..

Zhang, W., Guo, J., Sun, Y., Yuan, H., Zhuang, G., Zhuang, Y., & Hao, Z. (2007). Source apportionment for urban PM10 and PM2. 5 in the Beijing area. *Chinese Science Bulletin,* 52(5), 608-615.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	อานนท์ ด่านตระกูล
วัน เดือน ปี เกิด	21 ธันวาคม 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดสระบุรี
วุฒิการศึกษา	ปริญญามหาบัณฑิต
ที่อยู่ปัจจุบัน	5/1 หมู่ 8 ต.ธารเกษม อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี
ผลงานตีพิมพ์	อานนท์ ด่านตระกูล, กนกพร สว่างแจ้ง และอรประภา ภุมมะกาญจนะ โรแบร์. (2565). การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในอุตสาหกรรมโรงโม่หิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี. รายงานประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาติ (MDTE) ครั้งที่ 4 ประจำปี 2565. วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร

มหาวิทยาลัยศิลปากร