



การใช้ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพสำหรับคาดการณ์
อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของเด็กที่อาศัยใน
ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี

โดย

นางสาวบุณิกา แก้วเสนห์ไฉน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การใช้ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพสำหรับคาดการณ์
อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของเด็กที่อาศัยใน
ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี

โดย

นางสาวบุณิกา แก้วเสนห์ไฉน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



Use of environmental and health indicators for predicting
Respiratory disease rate in children living
In Napralan district, Saraburi province

BY

MISS BHUNIKA KEAWSANANAI



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF PUBLIC HEALTH
MAJOR IN ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2016
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสาธารณสุขศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวบุณิกา แก้วเสนห์ใน

เรื่อง

การใช้ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพสำหรับคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ
ของเด็กที่อาศัยในตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญศรี วัจนละญาณ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทิกา สุนทรไชยกุล)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จริญ แสนราช)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลีลี อิงศรีสว่าง)

คณบดี



(อาจารย์ ดร. ชัยยุทธ ชวลิตนธิกุล)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพสำหรับ คาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของเด็กที่ อาศัยในตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี
ชื่อผู้เขียน	นางสาวบุณิกา แก้วเสนหิน
ชื่อปริญญา	สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย สาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทิกา สุนทรไชยกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จริญญา แสนราช
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาย้อนหลังโดยใช้ข้อมูลเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม (ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) และตัวชี้วัดทางสุขภาพ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ และวัตถุประสงค์รองเพื่อ (1) ชี้บ่งตัวชี้วัด 2 กลุ่มที่มีสัมพันธ์กับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพ (รวมตัวชี้วัดส่วนบุคคลและ (2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) กับแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) สำหรับการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจที่สัมพันธ์กับตัวชี้วัด 2 กลุ่ม

การศึกษาแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิของ 9 ตัวแปรที่เป็นตัวแทนของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม 3 ตัวแปรซึ่งเก็บรวบรวมจากรายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศและเสียงประเทศไทย สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ และสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสระบุรี ด้านสุขภาพ 5 ตัวแปร เก็บรวบรวมจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในสังกัดอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ระหว่างปี 2553 - 2557 และหนึ่งตัวแปรที่ได้จากการทบทวนงานวิจัย จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการทำงานของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรม Rapid Miner version 6.2 ทั้งนี้จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่นำเข้าแบบจำลองมีทั้งหมด 300 ระยะที่ 2 เป็นการนำผลการศึกษาไปปรึกษาหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการจัดการต่อไป

ผลการศึกษาพบว่าสามารถใช้ตัวแปร 5 ตัวแปรจากทั้งหมด 9 ตัวแปร ประกอบด้วย ช่วง ฤดูกาล, ระยะห่างจาก รพ.สต. ถึงสถานีตรวจวัด, จำนวนเด็กที่เข้าใช้บริการ, เปอร์เซนต์น้ำหนัก/ ส่วนสูง และค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบ ทางเดินหายใจในกลุ่มตัวอย่างตามแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมี ค่าความสัมพันธ์ 0.625 +/-0.155 และ 0.632 +/-0.118 ตามลำดับ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาท เทียม มีค่าความถูกต้อง 86.33% +/-5.67 และ 86.33% +/- 3.79% ตามลำดับ และสามารถ คาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ได้ 2 ระดับ ระดับแรกคือ ระดับอัตราป่วยโรกระบบ ทางเดินหายใจระดับต่ำ ในแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ ค่า Recall หรือค่า Sensitivity 94.62%, ค่า Precision 87.92%, ค่าความเชื่อมั่น 74.3%+/-0.354 และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ค่า Recall หรือค่า Sensitivity 92.38%, ค่า Precision 89.57% และค่าความเชื่อมั่น 77.2%+/-0.390 ระดับที่สอง อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับปานกลาง ในแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ค่า Recall หรือค่า Sensitivity 62.34%, ค่า Precision 80.00% ค่าความเชื่อมั่น 25.7%+/-3.54% และ ค่า Recall หรือค่า Sensitivity 68.83%, ค่า Precision 75.71%+/-3.90% และค่าความเชื่อมั่น 22.8%+/-3.90% ตามลำดับ

ผลการปรึกษาหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการจัดการ ประกอบด้วย จัดทำระบบการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งเพิ่มประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและลักษณะของสิ่งคุกคามที่เด็ก อาจจะได้รับสัมผัสในสมุทตะเบียนประวัติประจำตัวของเด็กเชื่อมโยงกับโรงเรียนในพื้นที่จัดกิจกรรม, เพิ่มช่องทางการสื่อสาร และปรับเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในการสื่อสารความเสี่ยงไปยังประชาชนให้ง่ายต่อการ เข้าถึง และส่งเสริมโครงการด้านสุขภาพ, ภาวะโภชนาการและประเมินการเจริญเติบโตของเด็ก ระหว่างเด็กเล็กอายุ 1-5 ปี และเด็กโต อายุ 6-11 ปี เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงและการ ก่อให้เกิดโรค

ดังนั้นสรุปได้ว่าเมื่อวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่าย ประสาทเทียม สามารถชี้บ่งและคัดเลือกตัวแปรที่สัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กับอัตราป่วยโรกระบบทางเดิน หายใจได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่าง ได้เฉพาะเมื่ออัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจอยู่ในระดับต่ำ ประการสุดท้าย แบบจำลองต้นไม้ ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสามารถใช้ในการคาดการณ์อัตราป่วยได้และเป็นไปใน ทิศทางเดียวกัน

คำสำคัญ: แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และโรคทางเดินหายใจ

Thesis Title	Use of environmental and health indicators for predicting respiratory disease rate in children living Napralan, district, Saraburi province
Author	Miss Bhunika Keawsananai
Degree	Master of Public Health
Major Field/Faculty/University	Major in Environmental Health and Safety Management Public Health Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Nantika Soonthornchaikul,Ph.D
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Charun Sanrach,Ph.D
Academic Years	2016

ABSTRACT

The main objective of this study is to predict the respiratory disease rate by using retrospectively collected data including environmental and health indicators. The additional objectives are to identify the association between the respiratory disease rate and the selected environmental and health indicators, and to compare the efficiency of two models, the artificial neural network model and the decision tree model, for predicting respiratory disease rate associated with the selected environmental and health indicators.

The study was conducted in two phases. Firstly, the study introduced the two mathematic models, Decision Tree Analysis and ANN, into the association analysis of children's respiratory disease rate. The nine attributes were selected and taken from the existing environmental and health data from 2010 to 2015. Of these, the three environmental indicators were collected from the air quality and noise in Thailand report, the Air Quality and Noise Management Bureau of the PCD (Pollution Control Department). Other five indicators were obtained from the Health Promoting Hospital District in Chaloeem Phra Kiat District, Saraburi; and the last indicator was reviewed from other studies. The 300 datasets were analyzed with the Rapid Miner

(version 6.2) for pattern recognition, data mining, and the prediction of complex systems. Secondary, the results from phase one were consulted with the local public health authorities.

The results show that five out of nine indicators were the factors for the prediction of respiratory disease in children. These indicators include season, distance between the district hospital and air quality station, number of patient, % weight for height and concentration of PM10. By using Decision Tree Analysis (DTA) and ANN approaches, the moderate and low levels of the respiratory disease rate can be characterized with the correlation coefficient of 0.625 +/-0.155 and 0.632 +/-0.118 respectively. The accuracy of these two approaches were 86.33% +/-5.67 and 86.33% +/- 3.79% respectively.

For overall sensitivity, precision and confidence, a DTA and an ANN had similar performance to predict the low respiratory disease rate which were 94.62%, 87.92% and 74.3%+/-0.354, respectively, for DTA; and 92.38%, 89.57% and 77.2%+/-0.390, respectively, for an ANN. Likewise, for prediction of the medium respiratory disease, the sensitivity, precision and confidence of the DTA were 62.34%, 80.00% and 25.7%+/-3.54%, respectively. The ANN had sensitivity, precision and confidence with the rate of 68.83%, 75.71%+/-3.90% and 22.8%+/-3.90% respectively. The DTA and ANN model were able to predict the low and moderate rate of the respiratory disease.

With respect to the consultation with the local public health authorities, they agreed with the proposed mitigation measures. These measures were: the improvement of health data collection system, which should add environmental information; types of hazard which children may be exposed should be identified and recorded in the school book; support of health promotion programs that focused on a nutritional status and growth rate of children with the age between 1-5 year olds and between 6-11 year olds; finally, the revision of risk communication regime and channel, which should be accessible and transparent.

They also suggested delivering a positive message for conveying risk information to minimize public outrage.

Keywords: Decision tree model, Artificial Neural Network model and Respiratory Disease



กิตติกรรมประกาศ

การใช้ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพ (รวมตัวชี้วัดส่วนบุคคล) สำหรับคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ รวมถึงผลการรักษาหรือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการจัดการ ส่งเสริม หรือ เผื่อระวังด้านสุขภาพ นำไปสู่การจัดการด้านสุขภาพ และการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมนั้น ถือเป็นส่วนสำคัญในการร่วมกันทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติ, การบริหาร และการเผื่อระวังอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจที่มีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาหล่อหลอมรวมกันจึงเกิดเป็นงานวิจัยฉบับนี้ขึ้นมา

ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ด้านสาธารณสุขทุกท่าน ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตการศึกษาของผู้วิจัยที่ได้อบรมสั่งสอน รวมทั้งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำองค์ความรู้มาบูรณาการสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลงตามความตั้งใจ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิกา สุนทรไชยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสนราช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนการติดตาม ดูแล เอาใจใส่ และช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศรี วัจฉลยะญาณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลีลี อิงศรีสว่าง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ได้เลี้ยงดูสั่งสอนและปลูกฝังในด้านการศึกษาทั้งยังห่วงใยและให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณสิบเอกสมเกียรติ พนาตร, คุณอัจฉรา อ่ำพันธุ์ ที่ริเริ่ม ผลักดัน และสนับสนุนให้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านดังรายนามข้างต้นอีกครั้ง คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ของงานวิจัยฉบับนี้ขอมอบให้และขอขอบพระคุณจากหัวใจ

นางสาวบุณิกา แก้วเสนห์ใน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
1.3 คำถามการวิจัย	8
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	8
1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	9
1.6 กรอบแนวทางการศึกษา	11
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
2.1 ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละออง และการสัมผัสฝุ่นละออง	13
2.2 การทำเหมืองแร่ บด ย่อยหิน	15
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลกระทบต่อ การสัมผัสฝุ่นละออง	17
2.4 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	22

2.5 การใช้แบบจำลองในการคาดการณ์หาความสัมพันธ์	27
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	31
3.1 รูปแบบการวิจัย	31
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	32
3.4 วิธีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่กำหนด	32
3.5 ตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Data mining	34
3.6 การเก็บข้อมูล	37
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล	40
3.8 การพัฒนามาตรการป้องกันและลดความเสี่ยงอย่างมีส่วนร่วม	46
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	48
4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	49
4.2 การประยุกต์แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจสำหรับคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ	50
4.3 การประยุกต์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ	65
4.4 การเปรียบเทียบแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและสรุปผลการคาดการณ์ตัวแปรหรือแอททริบิวต์	85
4.5 การรับฟังความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่	86
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	97
5.1 ตัวชี้วัดที่สัมพันธ์กับการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองและอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจในกลุ่มเด็กที่อาศัยในพื้นที่เสี่ยง	97
5.2 การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ	99

5.3	สรุปผลการศึกษา	100
5.4	ข้อเสนอแนะจากการศึกษาและจากการประชุมอภิปรายร่วมกับ เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ส่วนห้องและการนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่	102
5.5	ข้อจำกัดในการวิจัย	103
5.6	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	104
	รายการอ้างอิง	105
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก กระบวนการคาดการณ์อัตราป่วยด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	110
	ภาคผนวก ข กระบวนการคาดการณ์อัตราป่วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม	122
	ภาคผนวก ค การคำนวณ Information gain ของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	131
	ภาคผนวก ง การจัดกลุ่มอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	139
	ภาคผนวก จ สูตรการคำนวณค่า Recall ,Sensitivity,Precision and Accurcy	140
	ประวัติผู้เขียน	141

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 จำนวนโรงโม่บดย่อยหินในแต่ละภาคของประเทศไทย	3
1.2 จำนวนโรงงานโม่บดย่อยหินในแต่ละภาคของประเทศไทย	3
1.3 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	6
2.1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 5 ไมครอน	14
2.2 การตกค้างของฝุ่นละอองในส่วนต่างๆของระบบทางเดินหายใจ	21
2.3 ผลกระทบของความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อสิ่งแวดล้อม	21
3.1 แบบบันทึกการเก็บรวบรวมข้อมูล	36
3.2 ระยะห่างจากที่ รพ.สต.ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศแบบถาวร	37
3.3 แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวแปร	39
3.4 รายละเอียดของข้อมูล	41
3.5 Confusion Matrix	43
4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	49
4.2 การจัดระดับความเข้มข้นของค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง	50
4.3 การแบ่งระยะห่างจากรพ.สต.ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ	50
4.4 การแบ่งระดับภาวะโภชนาการของเด็ก อายุ 1-10 ปี ตามอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักและส่วนสูง (% W/H)	51
4.5 การแบ่งระดับจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการ รพ.สต.	51
4.6 การแบ่งระดับจำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์	51
4.7 การแบ่งระดับอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด	51
4.8 การแบ่งระดับอัตราการตายของทารกแรกเกิดต่อประชากรพันคน	52
4.9 การแบ่งระดับระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของเด็ก	52
4.10 การแบ่งระดับความเสี่ยงโรกระบบทางเดินหายใจตาม อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ	52
4.11 การแบ่งช่วงฤดูกาล	52
4.12 การแบ่งจำนวนระดับช่วงของแอตทริบิวต์สำหรับแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	54
4.13 ค่า Information Gain IG ของแอตทริบิวต์	57
4.14 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลการสร้าง	61

และการทดสอบโมเดล	
4.15 Confusion matrix ของกลุ่มตัวอย่าง	62
4.16 การเปรียบเทียบผลคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบ ทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	64
4.17 ค่าความเชื่อมั่นของผลการคาดการณ์กลุ่มตัวอย่างของ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	65
4.18 การแบ่งระดับความเสี่ยงตามอัตราป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ	65
4.19 ค่าน้ำหนักเริ่มต้นของเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดในชั้น Input และ ชั้น Hiddenกลุ่มตัวอย่าง	67
4.20 ค่าน้ำหนักเริ่มต้นของเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดในชั้น Hidden และ ชั้น Output กลุ่มตัวอย่าง	67
4.21 เปรียบเทียบระหว่างค่า sum (x) และค่า Threshold ของ output	71
4.22 ค่าผลรวมด้วยฟังก์ชันถ่ายโอน Log-sigmoid	73
4.23 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลในการสร้างโมเดล และการทดสอบ	77
4.24 Confusion matrix ของกลุ่มตัวอย่าง	78
4.25 การเปรียบเทียบผลคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ	80
4.26 ค่าความเชื่อมั่นของผลการคาดการณ์ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม	81
4.27 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างการคาดการณ์ อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจกับแอททริบิวต์	84
4.28 การเปรียบเทียบ ค่า Performance vector ของการคาดการณ์ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม	85
4.29 การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ กับโมเดลโครงข่ายประสาทเทียม (ANN)	86
4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงาน ในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับผู้รับสัมผัส	4
1.2 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	5
1.3 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน	5
1.4 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สถานีดับเพลิงเขาน้อย	6
1.5 สาเหตุการป่วยของผู้ป่วยนอก 10 อันดับแรก (อัตราต่อพันประชากร)	7
1.6 กรอบแนวทางการศึกษา	11
2.1 กระบวนการผลิตเหมืองหิน	16
2.2 กระบวนการผลิตของโรงโม่หินและย่อยหิน	17
3.1 โครงข่ายสถาปัตยกรรมแบบไม่ย้อนกลับ	33
3.2 รูปแบบของต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)	34
3.3 ตำแหน่งของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในรัศมี 10 กิโลเมตร	38
3.4 กรอบการมีส่วนร่วม	47
4.1 แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจของกลุ่มตัวอย่าง	58
4.2 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับกลุ่มตัวอย่าง	68
4.3 ขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์กับระดับของความสัมพันธ์	82
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจกับแต่ละกลุ่มตัวชี้วัดของกลุ่มตัวอย่าง	82
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจกับตัวชี้วัดแต่ละกลุ่ม	83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฝุ่นละอองในบรรยากาศแบ่งได้เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและฝุ่นละอองเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศเช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือปฏิกิริยาทางเคมีหรือ ปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะมีชื่อเรียกกันไปตามลักษณะการรวมตัวของฝุ่นละออง เช่น ควัน พุ่ม หมอก เป็นต้น การฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองขึ้นกับทิศทางและความเร็วของกระแสลม ความชื้น และอุณหภูมิ เช่น ถ้ามีความชื้นน้อยอุณหภูมิสูง และมีลมพัดแรงก็จะทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายไปได้ไกล

การตกลงสู่พื้นของอนุภาคมลสารขึ้นกับขนาดและความหนาแน่นของอนุภาคมลสาร ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่อาจแขวนลอยในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กอาจแขวนลอยในอากาศได้นานนับปี โดยทั่วไปขนาดของฝุ่นที่เป็นที่สนใจในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศจะแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ฝุ่นรวมหรือฝุ่นขนาดใหญ่ (Total Suspended Particulate Matter, TSP), ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของเมืองใหญ่ๆ หลายเมืองของประเทศไทย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) พื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละออง PM_{10} ในปี 2555 มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดสระบุรี, จังหวัดลำปาง, จังหวัดเชียงราย, จังหวัดแพร่, และ จังหวัดนครราชสีมา ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรในแต่ละจังหวัดแสดงให้เห็นว่า ในปี 2555 จำนวนวันที่ระดับฝุ่นละอองในแต่ละแห่งเกินค่ามาตรฐานเท่ากับร้อยละ 37.84, 18.57, 18.06, 9.88 และ 1.67 ตามลำดับ แสดงว่าสถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่ดังกล่าวยังเป็นปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไขต่อไป

พื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละอองรุนแรงที่สุดในจังหวัดสระบุรี คือ ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ เนื่องจากมีกิจกรรมหลักๆ ที่เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่สำคัญในพื้นที่ อาทิ กิจกรรมของการบดย่อยหิน การระเบิดหิน และการขนส่งเนื่องจากจังหวัดสระบุรีเป็นเส้นทางการขนส่งสำคัญที่เชื่อมต่อหลายจังหวัด (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับฝุ่นละออง PM_{10} ในบริเวณนี้ร้อยละ 76 เป็นฝุ่นจากการไม่หินและฝุ่นที่ฟุ้งจากพื้นซึ่งเป็นฝุ่นหยาบ (coarse particle) และฟุ้งไปได้ไม่ไกลนักจึงทำให้ระดับฝุ่นมีค่าสูงใกล้แหล่งกำเนิดในทิศทางใต้ลม (Pimonsree

Sittichai, 2008) นอกจากนี้ สิทธิชัย มุ่งดี และคณะ (2548) ได้รายงานความชุกของอาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดของนักเรียนในโรงเรียนหน้าพระลาน การศึกษานี้ได้พิจารณาเลือกพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี เป็นพื้นที่ศึกษาด้วยเหตุผลดังนี้

- 1.1.1 กิจกรรมแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในพื้นที่
- 1.1.2 ผลการแผ่กระจายคุณภาพอากาศในพื้นที่ที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด
- 1.1.3 ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่
- 1.1.4 ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ

1.1.1 กิจกรรมแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในพื้นที่

จากข้อมูลทั่วไปของจังหวัดสระบุรี (กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดสระบุรี, 2555) พื้นที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ มีกิจกรรมการเกิดฝุ่นละอองในบรรยากาศ แบ่งได้ สองประเภทใหญ่ๆ ประเภทแรก คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น ฝุ่นละอองดิน, ฝุ่นละอองทราย, ฝุ่นละอองน้ำ, ฝุ่นละอองเขม่าควันจากไฟฟ้า เป็นต้น ประเภทที่สองคือ ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle) ได้แก่ (1) การคมนาคมขนส่ง เช่น การบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์, วัตถุอื่นที่ทำให้เกิดฝุ่น หรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถ ขณะทำการขนส่งก็จะทำให้เกิดฝุ่นละอองตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในบรรยากาศ, ฝุ่นละอองจากไอเสียของรถยนต์, เครื่องยนต์ดีเซลที่ปล่อยเขม่า, ฝุ่น, ควันดำสู่บรรยากาศหรือแม้กระทั่งการก่อสร้างถนนใหม่, การปรับปรุงพื้นผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นละอองสู่บรรยากาศได้เช่นกัน (2) การก่อสร้าง การก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นละอองได้ง่าย เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค หรือ การก่อสร้างอาคารสูง, การรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง ทำให้ฝุ่นละอองจากปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคาร (3) การทำการเกษตร ทำให้เกิดฝุ่นละอองจากการเตรียมหน้าดินในการเพาะปลูก จากข้อมูลของพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ พบว่า ประชาชนในพื้นที่ประกอบอาชีพทำการเกษตร เช่น ไร่อ้อย ไร่ข้าวโพด เป็นต้น และ (4) โรงงานอุตสาหกรรม จากกระบวนการผลิตที่มีฝุ่นละอองออกมา เช่น การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ, การทำอุตสาหกรรมเหมืองแร่ บด ย่อยซึ่งจากข้อมูลของส่วนควบคุมสัมปทาน สำนักการอนุญาตอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ สสำรวจพบว่าโรงโม่บดย่อยหิน ในประเทศไทยตั้งอยู่ในภาคกลางเป็นส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 34.39 เมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนโรงงานโม่บดย่อยหินของภาคกลาง พบว่าจังหวัดสระบุรี มีโรงโม่หินมากกว่าทุกจังหวัดในภาคกลางคิดเป็นร้อยละ 50 ของจังหวัดในภาคกลางทั้งหมด รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 จำนวนโรงงานโม่บดย่อยหิน ในแต่ละภาคของประเทศไทย

ลำดับ	ภาค	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
1	ภาคเหนือ	22	9.95
2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	42	19.01
3	ภาคกลาง	76	34.39
4	ภาคตะวันออก	15	6.79
5	ภาคตะวันตก	9	4.07
6	ภาคใต้	57	25.79
	รวม	221	100

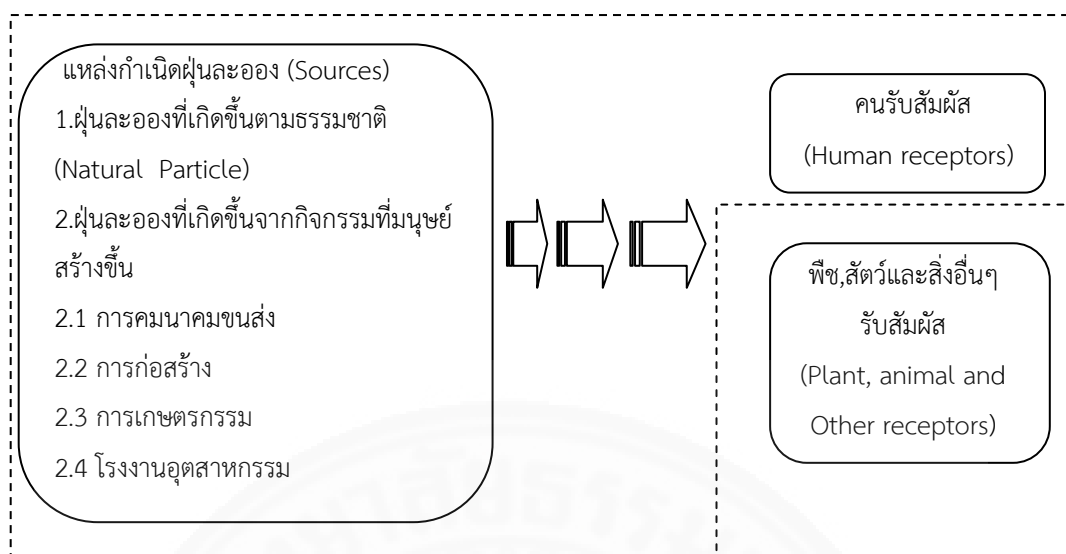
ที่มา: ส่วนควบคุมสัมปทาน สำนักการอนุญาตอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2550

ตารางที่ 1.2 จำนวนโรงโม่หินบดย่อยแต่ละจังหวัดของภาคกลาง

ลำดับ	จังหวัด	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
1	สระบุรี	38	50.00
2	สุโขทัย	5	6.57
3	สุพรรณบุรี	10	13.15
4	อุทัยธานี	3	3.95
5	กรุงเทพฯ	1	1.32
6	กำแพงเพชร	1	1.32
7	พิษณุโลก	1	1.32
8	เพชรบูรณ์	6	7.89
9	ลพบุรี	3	3.95
10	นครสวรรค์	8	10.53
	รวม	76	100.00

ที่มา: ส่วนควบคุมสัมปทาน สำนักการอนุญาตอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2550

การรับสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดแบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนแรกคือ คนผู้รับสัมผัสและส่วนที่สอง คือ พืช, สัตว์ และสิ่งอื่นๆ ที่ได้รับสัมผัส ซึ่งการศึกษานี้พิจารณาการสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดเฉพาะคนผู้รับสัมผัสเท่านั้น แสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองและผู้รับสัมผัส

1.1.2. ผลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ตำบลหน้าพระลาน มีกิจการโรงโม่หินและบดย่อยหิน การระเบิด บด ย่อย หิน ทำให้เกิดฝุ่นละออง ซึ่งฝุ่นละอองเป็นสิ่งคุกคามทางกายภาพ เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองสะสมมากขึ้น และล่องลอยอยู่ในอากาศเป็นระยะเวลาานาน ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่มีโอกาสได้รับการสัมผัสฝุ่นละอองโดยการหายใจ ทำให้ประชาชนมีความวิตกกังวลจนเกิดมีการร้องเรียนจากชุมชน ดังนั้นกรมควบคุมมลพิษจึงได้ติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรในพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของพื้นที่ และติดตั้งสถานีเปรียบเทียบที่สถานีดับเพลิงเขาน้อย อำเภอเมืองสระบุรี จังหวัดสระบุรี แผนที่ติดตั้งสถานีแสดงในภาพที่ 1.2 ภาพที่ 1.3 และภาพที่ 1.4 ตามลำดับ



ภาพที่ 1.2 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ



ภาพที่ 1.3 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน



ภาพที่ 1.4 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สถานีดับเพลิงเขาน้อย ต.ปากเพรียว
อ.เมืองสระบุรี จ.สระบุรี

จากผลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศพบว่าระดับความเข้มข้นของ PM_{10} ที่สถานี
ตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน มีค่า $128.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสถานีดับเพลิงเขาน้อย (PM_{10} 25.3
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) และสูงเกินค่ามาตรฐานของ PM_{10} ตามกฎหมายประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปมีค่า 120
ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 1.3)

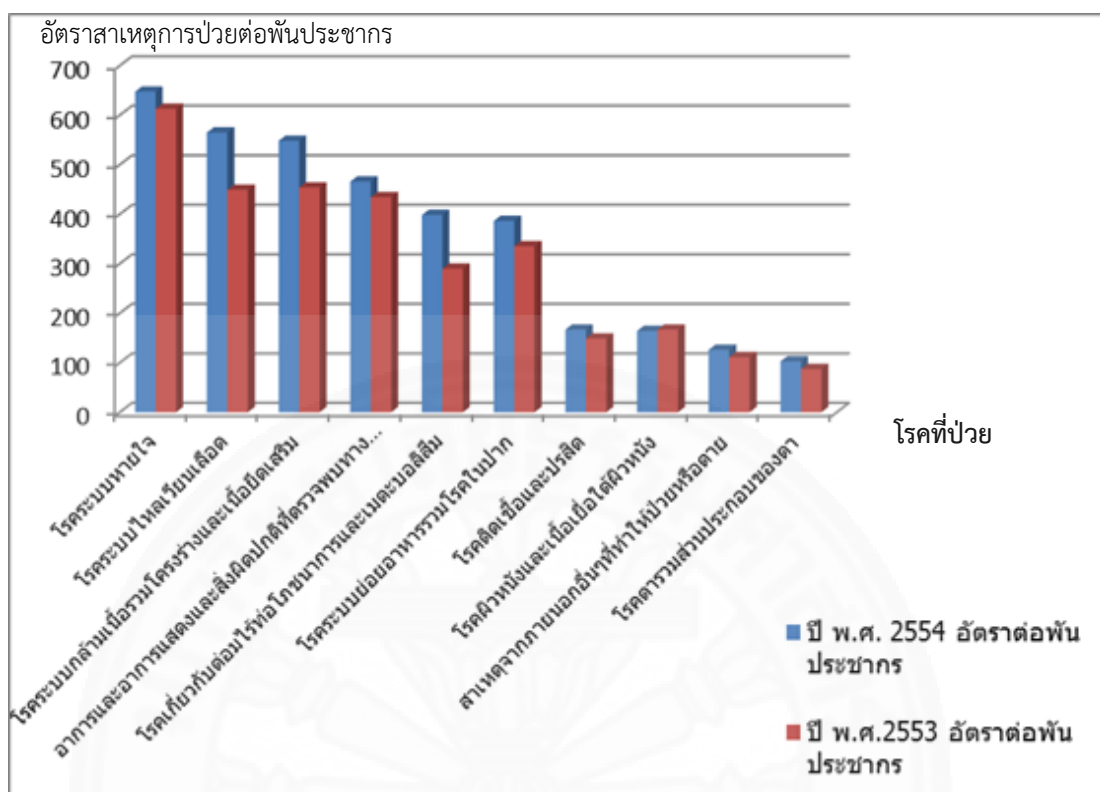
ตารางที่ 1.3 ผลการตรวจวัดค่ามลสารคุณภาพอากาศของ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ณ วันที่
31 มกราคม 2555

สถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศ	ก๊าซ ซัลเฟอร์ได ออกไซด์	ก๊าซ ไนโตรเจนได ออกไซด์	ก๊าซคาร์บอน มอนอกไซด์	ก๊าซโอโซน	ฝุ่นละอองขนาด ไม่เกิน 10 ไมครอน	ดัชนีคุณภาพ อากาศ(AQI)
ค่ามาตรฐาน	120 ppb (ส่วนในพันล้าน ส่วน)	170 ppb (ส่วนในพันล้าน ส่วน)	9 ppm (ส่วนใน ล้านส่วน)	100 ppb (ส่วนในพันล้าน ส่วน)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ไมโครกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)	100
หน้าพระลาน	1	29	1	8	128.8	104
ดับเพลิงเขาน้อย	2	22	0.9	16	25.3	32

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2555

1.1.3 ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่

สภาพปัญหาฝุ่นละอองในพื้นที่ตำบลหน้าพระลานนั้นได้ก่อให้เกิดความเดือดร้อน
รำคาญและปัญหาสุขภาพอนามัยแก่พนักงานที่ทำงานในภาคอุตสาหกรรมเหมืองหินปูนและโรงโม่หิน
บดและย่อยหิน รวมทั้งประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่ฝุ่นละอองแพร่กระจายไปถึง นอกจากนี้
สาเหตุการป่วยอันดับแรกในจังหวัดสระบุรี คือโรคระบบทางเดินหายใจดังแสดงในภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.5 สาเหตุการป่วยของผู้ป่วยนอก 10 อันดับแรก (อัตราต่อพันประชากร) จังหวัดสระบุรี ปี พ.ศ. 2553 – 2554 ตามรายงานผู้ป่วยนอกตามกลุ่มสาเหตุ 21 กลุ่มโรค (รง.504)

1.1.4 ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 7 สระบุรี, 2547 รายงานผลกระทบทางเศรษฐกิจจากปัญหาฝุ่นละอองโดยสรุปดังนี้

- 1) ผู้ประกอบการต้องเสียค่าใช้จ่ายในการป้องกันและควบคุมฝุ่นละอองให้อยู่ในมาตรฐานเพื่อมิให้รบกวนและเป็นอันตรายต่อบริเวณชุมชนใกล้สถานประกอบการ
- 2) ผู้ประกอบการต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการด้านการรักษาสุขภาพของเจ้าหน้าที่และคนงาน ซึ่งจากการศึกษาของ (สายจิตร จະวะนะ, 2541) ได้ศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเขตชุมชนตำบลหน้าพระลานจังหวัดสระบุรี พบว่าค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลที่คาดว่าจะต้องจ่ายของประชาชน คิดเป็น 36,061,135 บาท/ปี ซึ่งสูงกว่าเขตพื้นที่เปรียบเทียบกับเฉลี่ยเท่ากับ 4.7 เท่า และพบว่ามูลค่าความสูญเสียของรายได้ที่ควรเกิดขึ้นแต่ไม่ได้เกิดขึ้นในเขตพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 611,917 บาท/ปี สูงกว่าพื้นที่เปรียบเทียบกับ 2 เท่า รวมคิดต้นทุนสุขภาพของพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน เป็น 36,673,052 บาท/ปี

- 3) กิจการหรือธุรกิจบางอย่างไม่สามารถดำเนินการไปได้ หากตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสถานประกอบกิจการ เช่น ร้านอาหาร ธุรกิจท่องเที่ยว ฯลฯ
- 4) รัฐอาจจะต้องใช้งบประมาณแผ่นดินจัดโครงการกำจัดหรือลดฝุ่นให้อยู่ในระดับปลอดภัย
- 5) ฝุ่นละอองอาจจะทำอันตรายต่อพืชได้บ้าง ทำให้ผลิตผลการเกษตรลดลง ทำให้รายได้ของผู้ประกอบเกษตรกรรมใกล้เคียงลดลง

ด้วยเหตุผลสนับสนุนที่กล่าวมาข้างต้น ระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองมีผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และเศรษฐกิจของประชาชน ดังนั้นหากสามารถคาดการณ์ระดับผลกระทบจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผลที่ได้รับนำไปสู่การพัฒนามาตรการที่เหมาะสมสำหรับการป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยในพื้นที่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อบ่งชี้ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม และตัวชี้วัดด้านสุขภาพที่สัมพันธ์กับอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

1.2.2 เพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจด้วยตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพ

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) กับแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) ในการคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

1.3 คำถามการวิจัย

1.3.1 ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพ สามารถใช้คาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างอย่างไร

1.3.2 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) กับ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจแตกต่างกันอย่างไร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจด้วยตัวชี้วัดทั้งสองกลุ่มของเด็กที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1) **เด็ก** หมายถึง เด็กที่มีอายุตั้งแต่หนึ่งปีถึงสิบปี (Klaus Topfer et al, 2002) ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี อย่างน้อยเป็นเวลาหนึ่งปี

2) **การคาดการณ์อัตราป่วย (Morbidity prediction)** คือ การคาดการณ์โดยการวัดความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นจากโรกระบบทางเดินหายใจ ในปี 2553-2557 ของเด็กอายุ 1-10 ปีที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

3) **ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀)** คือ ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา มีสภาพเป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลวที่ความดันและอุณหภูมิปกติ ประกอบด้วยสารที่แตกต่างกัน และสามารถอยู่ในสภาพแขวนลอยในบรรยากาศได้จากการกระทำของกระแสลมหรือการสั่นสะเทือน

4) **การได้รับสัมผัสฝุ่นละออง** หมายถึง การได้รับสัมผัสฝุ่นละอองในที่นี่พิจารณาเฉพาะการได้รับโดยการหายใจ อย่างน้อยเป็นเวลาหนึ่งปี

5) **ตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน** คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน, ระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร, ระยะห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ถึงสถานีตรวจวัดและเผ้าระวังคุณภาพอากาศแบบถาวร และช่วงฤดูกาล

6) **ตัวชี้วัดด้านสุขภาพ (Health indicators)** คือ ข้อมูลเกี่ยวกับโรกระบบทางเดินหายใจ, จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์, อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด, อัตราตายของทารก %น้ำหนัก/ส่วนสูง และจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการ

7) **อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด (Life expectancy at birth)** หมายถึง จำนวนปีที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่ต่อไปนับตั้งแต่เกิดจนกระทั่งตาย

8) **อัตราตายของทารก (Infant mortality rate)** หมายถึง จำนวนทารกแรกเกิดมีชีพตายก่อนอายุครบ 1 ปี ต่อการเกิดมีชีพทั้งหมด 1,000 คน

9) **เด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ (Low birth weight babies)** คือ เด็กแรกเกิดน้ำหนักน้อยกว่า 2,500 กรัม

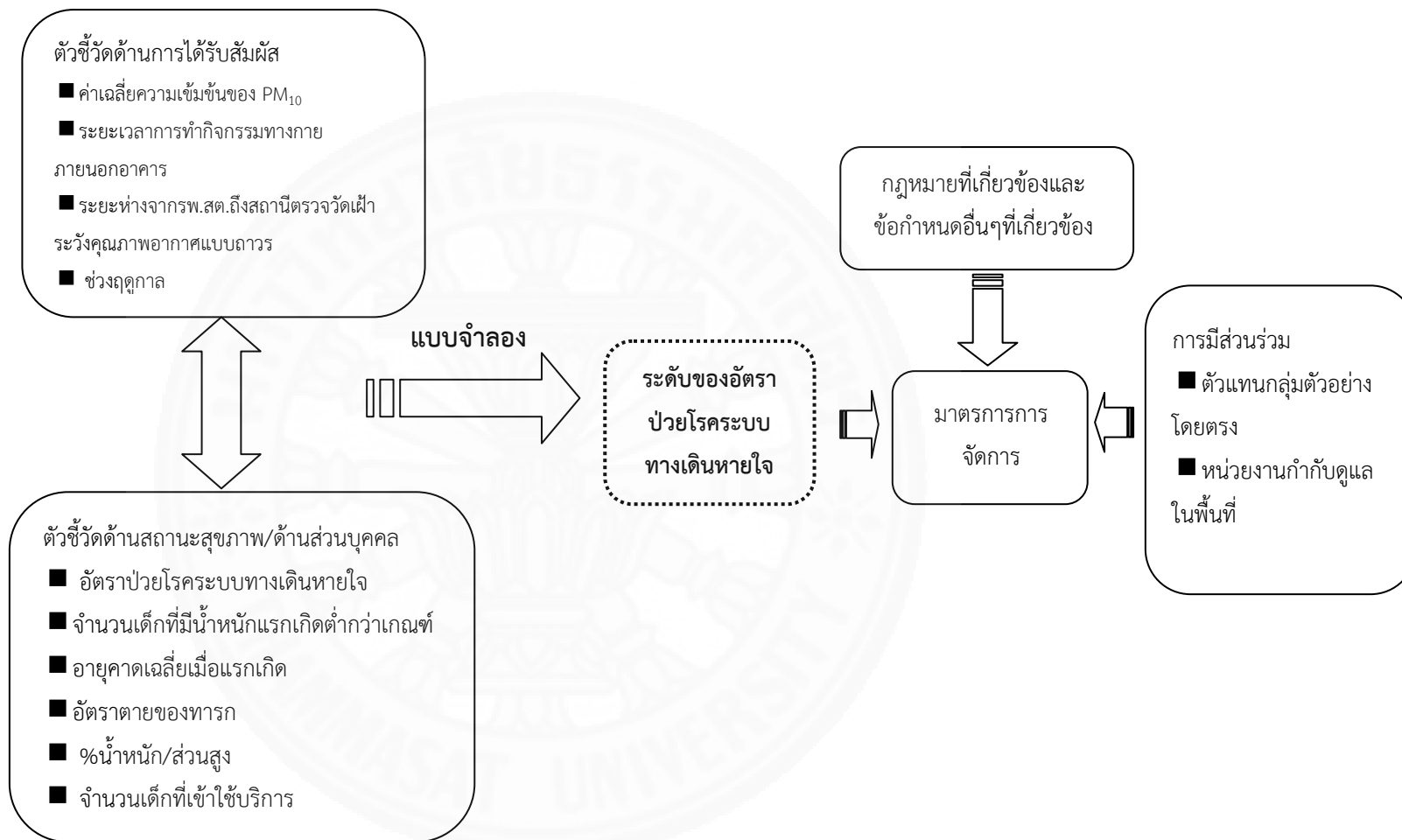
10) **กฎหมายที่เกี่ยวข้องและข้อกำหนดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง** หมายถึง กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม, ความปลอดภัย และ กฎหมายเกี่ยวกับการทำเหมืองหิน

11) **กิจกรรมทางกาย (Physical Activity)** หมายถึง เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายทำให้ร่างกายทำงานหนักกว่าปกติเป็นกิจกรรมที่อยู่ระหว่างกิจวัตรประจำวันของการนั่ง การยืน และการเดินลงบันได

12) ระยะห่างจากที่พักถึงสถานีตรวจวัดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ หมายถึง การพิจารณาระยะห่างที่พักอาศัยของประชาชน โดยใช้ที่ตั้งของที่พักโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพของแต่ละตำบลเป็นตัวแทน ถึงสถานีตรวจวัดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศแบบถาวร

13) เปอร์เซนต์น้ำหนักต่อส่วนสูง (weight for height ratio (% W/H)) คือ วิธีการประเมินภาวะโภชนาการหรือภาวะการเจริญเติบโตของเด็ก ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในเด็กที่อายุมากกว่า 1 ปี และไม่ทราบอายุที่แท้จริงของเด็กโดยใช้ตารางของ Waterlow's classification of nutritional status ประสงค์ เทียนบุญ, (2546)





ภาพที่ 1.6 กรอบแนวทางการศึกษา

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจในพื้นที่ที่มีเงื่อนไขเดียวกับการศึกษาครั้งนี้
- 2) สร้างมาตรการเพื่อลดอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ หรือแผนรองรับสำหรับการดูแลผู้ป่วยเด็กโรกระบบทางเดินหายใจ



บทที่ 2

บททวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพของเด็กที่สัมพันธ์กับการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนในตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี เป็นไปตามแนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

- 2.1 ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองและการสัมผัสฝุ่นละออง
- 2.2 การทำเหมืองแร่ บด ย่อยหิน
 - 2.2.1 กระบวนการผลิตเหมืองหินของประเทศไทย
 - 2.2.2 กระบวนการผลิตของโรงโม่ บด และย่อยหินในประเทศไทย
- 2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลกระทบต่อ การสัมผัสฝุ่นละออง
 - 2.3.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ
 - 2.3.2 ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น จากการสัมผัสอนุภาคฝุ่นละออง
- 2.4 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
 - 2.4.1 การเลือกตัวชี้วัดด้านสุขภาพ/ด้านส่วนบุคคล
 - 2.4.2 การเลือกตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม
 - 2.4.3 ตัวชี้วัดด้านสุขภาพที่เลือกในการศึกษาและมีผลต่อเด็ก
- 2.5 การใช้แบบจำลองในการคาดการณ์หาความสัมพันธ์
 - 2.5.1 การใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)
 - 2.5.2 การใช้แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

2.1 ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองและการสัมผัสฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง (Particulate Matter) ความหมายรวมถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่กระจายในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมโครเมตรลงมา (ฝ่ายข้อมูลคุณภาพอากาศ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2550) ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง

นภาพพร พาณิช (2547) ได้นิยามความหมายของคำว่าฝุ่นละอองตามขนาดของฝุ่นละอองไว้ 2 ลักษณะ กล่าวคือ ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) หมายถึง ฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมโครเมตรลงมา และฝุ่นขนาดเล็ก (PM₁₀) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมโครเมตรลงมา ซึ่ง PM₁₀ หรืออนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เป็นอนุภาคที่มีสภาพเป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลวที่ความดันและอุณหภูมิปกติ ประกอบด้วยสสารที่แตกต่างกันและสามารถอยู่ในสภาพแขวนลอยในบรรยากาศได้จากการกระทำของกระแสลม หรือการสั่นสะเทือนและสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน

เนื่องจากขนาดของอนุภาคมีขนาดเล็กฝุ่นละอองในบรรยากาศมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน และเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา(Dynamic System) ตามสภาพทางภูมิอากาศและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา เมื่อฝุ่นละอองเกิดขึ้นจะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้ว อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศหรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีความเร็วในการตกตัวต่ำ จะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า

แหล่งที่มาของฝุ่นละอองทั่วไปในบรรยากาศ จำแนกได้ 2 ประเภท คือฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น เกิดกระแสลมพัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย เขม่าควันจากไฟฟ้า ภูเขาไฟระเบิด เป็นต้น และฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การฟุ้งกระจายของฝุ่นดินที่เกิดจากการเหมืองแร่ เลี้ยงสัตว์ การก่อสร้าง รื้อถอนและการทำถนน เป็นต้น (มาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

จากรายงานการศึกษาของ (US EPA (Environmental Protection Agency, 2004) นำเสนอว่าฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น จากกิจกรรมเหมืองหิน โรงบด ย่อย นั้น เป็นอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน รายละเอียดคุณลักษณะของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน เมื่อเทียบกับฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน เปรียบแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอนและ 10 ไมครอน

คุณลักษณะที่ใช้เปรียบเทียบ	อนุภาคฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน	อนุภาคฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน
1. ลักษณะ	ก๊าซ	ของแข็งขนาดใหญ่/หยดน้ำ
2. ลักษณะการเกิด	ปฏิกิริยาเคมี: นิวเคลียร์ การควบแน่น การจับตัวกันเป็นก้อน	การกระทำของเครื่องจักร เช่น การบดการย่อย การขุดผิวหน้า (การใช้สเปรย์น้ำทำให้สามารถจับฝุ่นได้)
3. ส่วนประกอบ	ซิลิเกต, ไนเตรต แอมโมเนีย อีออนของไฮโดรเจน และส่วนประกอบของ	ฝุ่นละอองจากดิน, ฝุ่นละอองจากถนน : ถ่านหิน และ น้ำมันถั่วลันเตา; ออกไซด์ของโลหะ

	คาร์บอน , สารอินทรีย์ เช่น PAHs, PNAs (ซิลิคอน,อลูมิเนียม,ไททาเนียม,เหล็ก) ; โลหะเช่น ตะกั่ว,แคดเมียม,นิกเกิล, ทองแดง,สังกะสี, แมงกานีส , เหล็ก	(ซีลีคอน,อลูมิเนียม,ไททาเนียม,เหล็ก) ; แคลเซียมคาร์บอเนต,โซเดียมคลอไรด์, เกลือ,ละอองเกสร,สปอร์ของเชื้อรา จากพืชและสัตว์
4.แหล่งกำเนิด	การเผาไหม้ของถ่านหิน,น้ำมัน,ก๊าซโซลีน, ดีเซล, ไม้ ; การเปลี่ยนแปลงของ บรรยากาศ ทำให้เกิด ออกไซด์ของ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ไซด์ออกไซด์ และ สารประกอบอินทรีย์; กระบวนการที่มี อุณหภูมิสูง , การถลุง, โรงถลุงเหล็ก	อุตสาหกรรมที่มีการเปิดหน้าดิน และ ดิน ติดตามบนถนน; การทำฟาร์ม การทำเหมือง แร่ ,ถนนลูกรัง
5.ครึ่งชีวิตเมื่อลอยใน บรรยากาศ(Atmospheric half-life)	วัน ถึง สัปดาห์	นาที ถึง วัน
6.กระบวนการกำจัด (Removal processes)	รวมตัวในหยดน้ำฝนและสลายตัวไปกับ น้ำฝน	สลายตัวไปกับน้ำฝน
7.ระยะทางที่ฝุ่นละอองลอย ไป(Travel distance)	100 ถึง 1000 กิโลเมตร	< 1 ถึง 10 กิโลเมตร

แหล่งกำเนิดของอนุภาคฝุ่นละอองขนาด10 ไมครอน นั้นเกิดจากอุตสาหกรรมที่มีการเปิดหน้าดิน และ ดินติดตามบนถนน การทำฟาร์ม การทำเหมืองแร่ ถนนลูกรัง ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ที่มีการดำเนินกิจการเปิดหน้าดินและการทำเหมืองแร่

2.2 การทำเหมืองแร่ บด ย่อยหิน

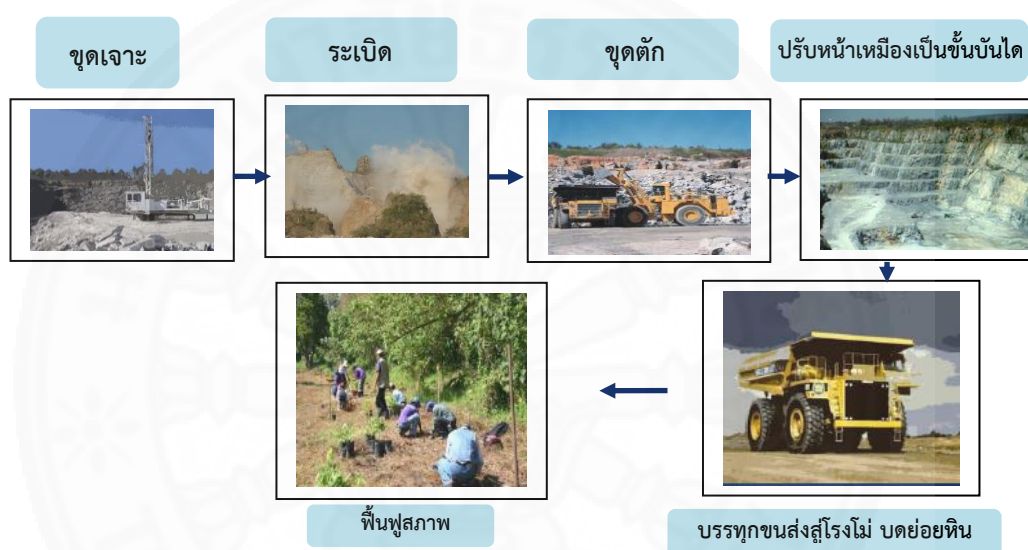
การทำเหมือง ความหมายตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 คือ การกระทำแก่พื้นที่ไม่ว่าจะบกหรือที่น้ำ เพื่อให้ได้ซึ่งแร่ ด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง/หลายวิธี แต่ไม่รวมถึง การขุดเจาะน้ำเกลือใต้ดิน การขุดหาแร่รายย่อย/การร่อนแร่ โรงโม่ บดและย่อยหิน หมายถึง อาคาร สถานที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังรวมตั้งแต่ 5 แรงม้าหรือกำลังเทียบเท่า 5 แรงม้า ขึ้นไปเพื่อประกอบกิจการเกี่ยวกับ หิน กรวด ทราย หรือดินสำหรับการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น การโม่ การบด การป่นหรือย่อยหิน การขุด หรือ ลอกกรวด การร่อน หรือคัดกรวดหรือทราย (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549) กระบวนการผลิตเหมืองหินและกระบวนการผลิตของโรงโม่หินและย่อยหินในประเทศไทยประกอบด้วย

2.2.1 กระบวนการผลิตเหมืองหินในประเทศไทย

2.2.2 กระบวนการผลิตของโรงโม่ บด และย่อยหินในประเทศไทย

2.2.1 กระบวนการผลิตเหมืองหินในประเทศไทย

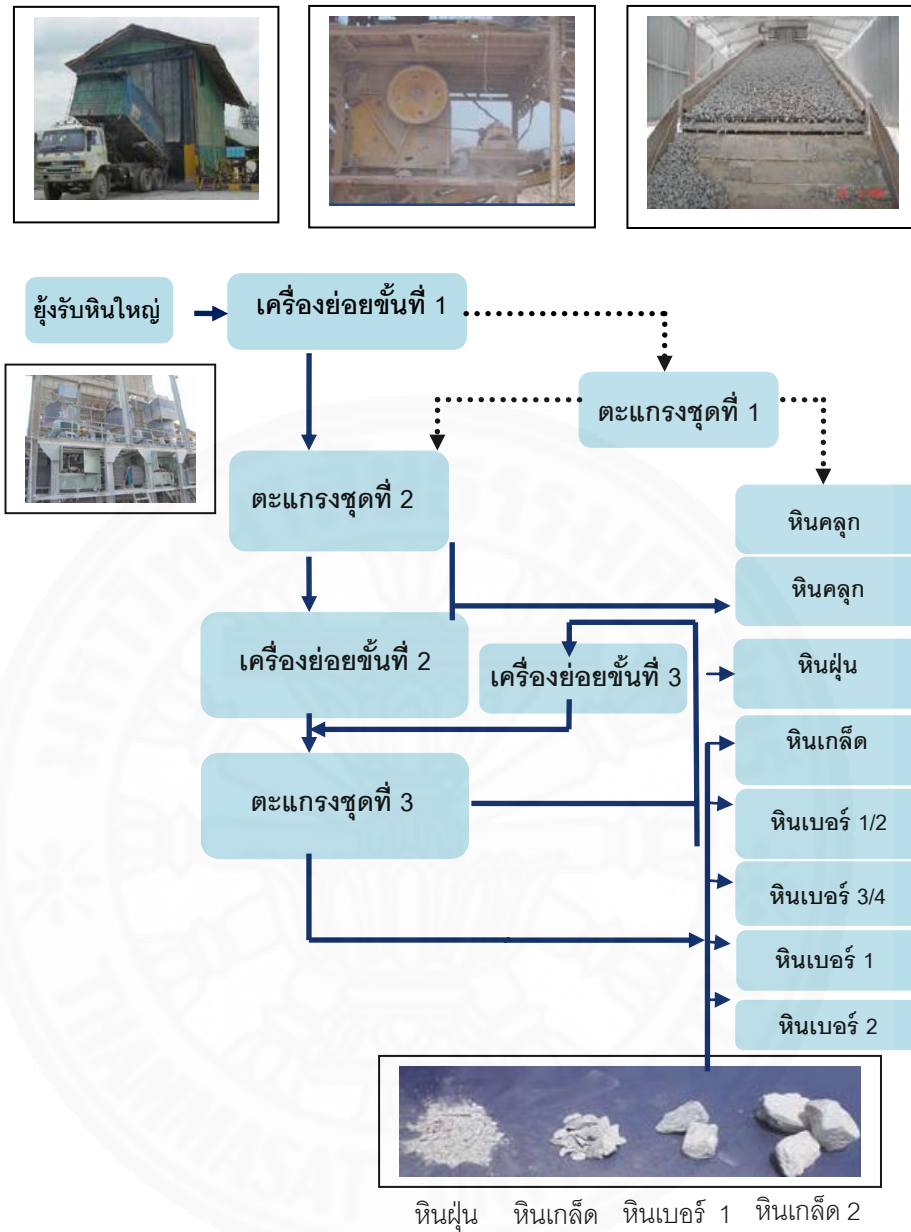
กระบวนการผลิตเหมืองหินของประเทศไทย ประกอบด้วยหลายขั้นตอนโดยการเริ่มต้นตั้งแต่ การขุดเจาะ การระเบิด การขุดตัด การปรับหน้าเหมืองเป็นขั้นบันได การบรรทุกขนส่งหินสู่โรงโม่หินและสุดท้าย การฟื้นฟูสภาพหน้าดิน (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549) แสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตเหมืองหิน

2.2.2 กระบวนการผลิตของโรงโม่ บด และย่อยหินในประเทศไทย

กระบวนการผลิตของโรงโม่หิน บด และย่อยหินในประเทศไทยประกอบด้วยหลายขั้นตอนประกอบด้วยการรับหินใหญ่เข้าเครื่องย่อยหินโดยจะบดย่อยหินเป็นแต่ละขนาด ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการผลิตของโรงโม่ บด และย่อยหิน

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลกระทบต่อการใช้ฝู่นละออง

2.3.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

การคาดการณ์อัตราป่วยในการศึกษานี้ พิจารณาตามกรอบแนวคิดเรื่องการประเมินความเสี่ยงขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีการชี้บ่งสิ่งคุกคาม รวมถึงความเป็นอันตรายของสิ่งคุกคามในที่นี้คือฝู่นละอองขนาด 10 ไมครอน และปัจจัยร่วมอื่นๆ ซึ่ง

คาดการณ์ว่ามีความสัมพันธ์กับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard identification and characterization) โดยพิจารณาจากข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง, ข้อมูลทางวิทยาการระบาดวิทยา, รายงานด้านสุขภาพของสำนักงานสาธารณสุขอำเภอ, รายงานผู้ป่วยโดยบุคลากรทางการแพทย์ เป็นต้น

จากนั้นใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คาดการณ์ความเชื่อมโยงการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) ภายใต้เงื่อนไขของการได้รับสัมผัส (Scenario) ตามกรอบการศึกษา โดยใช้ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดสุขภาพที่กำหนด และท้ายที่สุดเป็นการอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterizations) ทางอ้อมด้วยอัตราป่วยที่ได้จากการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งคุกคามสุขภาพและการได้รับสัมผัสผ่านตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดทางสุขภาพ (นันทิกาสุนทรไชยกุล, 2559)

2.3.2 ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากอนุภาคฝุ่นละออง

การมีปริมาณฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมอาจก่อให้เกิดผลไม่พึงประสงค์ต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพดังนี้

2.3.2.1 ผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป

2.3.2.2 ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

2.3.2.3 ผลกระทบต่อพืช

2.3.2.4 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

2.3.2.1 ผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป

เนื่องจากอนุภาคของฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวซึ่งสามารถดูดซับและหักเหได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นไม่ดีซึ่งถ้ามีปริมาณอนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศมากจนกลายเป็นหมอกอาจรบกวนการมองเห็นมากจนอาจทำให้เกิดอันตรายในการสัญจรได้ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการศึกษาผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองต่อความสามารถในการมองเห็น พบว่าช่วงของการมองเห็นลดลงถึง 70 เปอร์เซ็นต์จากสภาวะเดิม ทางด้านทิศตะวันตกของสหรัฐอเมริกาสามารถมองเห็นได้ในระยะทางเพียง 14 – 24 ไมล์ ซึ่งจากเดิมมองเห็นได้ 90 ไมล์ ส่วนทิศตะวันออกในปัจจุบันสามารถมองเห็นได้ในระยะทางเพียง 33 – 90 ไมล์ ซึ่งจากเดิมคือ 140 ไมล์ สำหรับในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การมองเห็นเริ่มลดลงซึ่งสังเกตได้จากสภาพเหมือนหมอกและควันปกคลุมหนาแน่นมากขึ้นในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมาโดยเฉพาะในช่วงเช้าตรู่ของบางวันในฤดูหนาว นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังเข้าไปมีส่วนทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยา

และทำให้เกิดมลภาวะในอากาศรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะเกิดร่วมกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ (นัทธีรา สรรมณี, 2541)

2.3.2.2 ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศที่ตกกลับตามแรงดึงดูดของโลก และเกาะติดวัตถุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ทำให้เกิดเป็นความสกปรกเลอะเทอะ นอกจากนี้อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยยังมีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะ สารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ ไว้ที่พื้นผิวของอนุภาคหรือจากชนิดของอนุภาคฝุ่นละอองเองที่เป็นชนิดที่มีสภาพเป็นกรดหรือมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอันตราย เมื่อเกาะติดวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างจึงสามารถทำอันตรายต่อสิ่งต่างๆ เหล่านี้ได้ เช่น ทำให้เกิดการสึกกร่อนของวัตถุที่ทำจากโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง เช่น การเสื่อมสภาพของผลงานทางศิลปะ เป็นต้น

2.3.2.3 ผลกระทบต่อพืช

อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถตกลงมาสู่พืชแล้วจับเกาะกระบังบนส่วนต่างๆ ของพืชโดยเฉพาะใบซึ่งเป็นส่วนที่มีพื้นผิวมากและรับการตกลงมาเกาะของอนุภาคฝุ่นละอองได้ดีดังนั้นจึงไปขัดขวางการหายใจของพืชทำให้พืชหายใจได้อย่างจำกัดเป็นผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลงและเกิดการสะสมความร้อนไว้ภายในมากขึ้นจึงมีส่วนเร่งรัดหรือขัดขวางการเจริญเติบโตของพืชได้

2.3.2.4 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

ฝุ่นละอองนอกจากจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้เกิดความสกปรกและสร้างความเดือดร้อนรำคาญแล้ว จากการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองสามารถทำให้เสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควร ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งมีการยืนยัน จากการศึกษาของวิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2540) พบว่าเด็กนักเรียนที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละออง อนุภาคขนาด 10 ไมครอน มากกว่า 100 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จะมีอัตราการป่วยด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจสูงกว่าเด็กที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละอองอนุภาคขนาด 10 ไมครอน น้อยกว่า 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และยังพบว่าระดับความรุนแรงของอาการป่วยจะเปลี่ยนแปลงตามระดับของฝุ่นละออง

การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดอนุภาค 10 ไมครอน ส่งผลกระทบต่อร่างกายโดยเฉพาะคนที่อ่อนแอ เช่น หญิงตั้งครรภ์ คนวัยชรา เด็ก และคนที่เป็โรคที่ติดหอบ มากกว่าคนปกติ ยืนยันผลการศึกษาจาก Jan Dejmek (1999) พบว่าขนาดของมดลูกขณะคลอดการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับ

การได้รับสัมผัสระดับความเข้มข้นของ PM_{10} ในการตั้งครุฑช่วงเดือนแรก และอาการของระบบทางเดินหายใจ ตั้งแต่อาการเล็กน้อย เช่น ไอ จาม มีน้ำมูก จนไปถึงการอักเสบของไซนัส เจ็บคอ ไอ มีเสมหะ มีไข้ หรืออาจจะมีอาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ได้แก่ หายใจลำบาก เจ็บหน้าอก หรือหายใจมีเสียงดัง วีซ (Wheez) เนื่องจากการหดตัวของหลอดลม และถ้าคนที่เป็โรคหืดหอบ อาจจะทำให้มีอาการเพิ่มมากขึ้น

การศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า ถ้าคนที่เป็โรคหืดหอบอยู่แล้ว เมื่อไปสัมผัสกับฝุ่นละออง จะส่งผลให้มีอาการเพิ่มมากขึ้น (Isabelle Romieu,1996) และพบว่า อัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (The Peak expiratory flow rate;PEFR) มีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากกับระดับอนุภาคของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน อาการของระบบทางเดินหายใจ (อาการ ไอ มีเสมหะ หายใจหืดหอบ หายใจลำบาก) มีความสัมพันธ์กับทั้งระดับของอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน และระดับของโอโซนนอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนจากปกติ เป็น 20 ug/m^3 ทำให้เด็กที่เป็โรคหืดหอบมีอาการของระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 8% และการเพิ่มขึ้นของระดับอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน จากปกติ เป็น 10 ug/m^3 ใน 1 สัปดาห์ ทำให้มีอาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเพิ่มขึ้นร้อยละ 21%

นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการเข้ารับรักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือดจะสูงขึ้นเมื่อระดับฝุ่นขนาดเล็กลงกว่า 10 ไมครอนเพิ่มสูงขึ้น ผู้ใหญ่ที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองสูง จะมีโอกาสป่วยเป็โรคระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันได้สูงเป็นสองเท่าของคนที่อยู่สิ่งแวดล้อมที่มีปริมาณฝุ่นละอองต่ำ มีการประมาณว่าในแต่ละปีอาจจะมีผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันสมควร ประมาณ 4,000 ถึง 5,000 คนต่อพันประชากร เนื่องจากฝุ่นละอองเป็นสาเหตุ

การได้รับสัมผัสฝุ่นละอองจากสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยมีได้ 3 ทาง คือ 1) ทางจมูกซึ่งเป็นทางเข้าของฝุ่นละอองสู่ร่างกายมากที่สุด 2) ทางปากได้รับโดยการที่ฝุ่นละอองปนเป็นอาหาร และ 3) ทางผิวหนังจะดูดซับน้ำและน้ำมันออกทำให้ผิวแห้งเกิดการระคายเคืองทำให้เป็นผื่นคันได้ ซึ่งการศึกษารั้งนี้ พิจารณาศึกษาเฉพาะการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองทางจมูกโดยการหายใจเท่านั้น

การตกค้างของฝุ่นละอองในทางเดินหายใจเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ ได้แก่

- 1) ฝุ่นละอองขนาด 1-2 ไมครอน มีความน่าจะเป็นสูงสุดในการฝังติดในระบบทางเดินหายใจ สามารถติดได้ในถุงลม แต่มีฝุ่นละอองบางส่วนที่หลุดออกมาได้ ส่วนที่ขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนจะไม่สามารถติดในบริเวณนี้
- 2) ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 1-2 ไมครอน จะไม่ติดค้างอยู่ที่ถุงลมเพราะอัตราส่วนสัมพัทธ์ในการตกค้างลดลง เพราะความเร็วปลายช้าเกินไป

- 3) ฝุ่นละอองขนาด 0.5 ถึง 0.25 ไมครอน มีความน่าจะเป็นน้อยที่สุดของการฝังติดในระบบทางเดินหายใจ เพราะผลรวมกันของแรงโน้มถ่วงกับการแพร่กระจายมีค่าต่ำสุด
- 4) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 0.25 ไมครอน มีความน่าจะเป็นในการฝังติดเพิ่มขึ้นเนื่องจากการแพร่กระจายเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดอนุภาคของฝุ่นละอองเล็กลงต่ำสุด
- การตกค้างของฝุ่นละอองในส่วนต่างๆของระบบทางเดินหายใจสามารถสรุปดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การตกค้างของฝุ่นละอองในส่วนต่างๆของระบบทางเดินหายใจ
(มาริษา ภู่วิทยัญกุล, 2542)

ขนาดของฝุ่นละออง	บริเวณตกค้างของฝุ่นในทางเดินหายใจ
5-30 ไมครอน	จมูกและคอหอยส่วนจมูก
1-10 ไมครอน	คอหอยและหลอดลม
1 ไมครอนและเล็กกว่า	ถุงลม รอบบริเวณถุงลม

กล่าวโดยสรุปถึงอันตรายของฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป ต่อวัตถุก่อสร้าง ต่อพืชและต่อมนุษย์นั้นจะก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายเล็กน้อยเพียงใด จะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค ปริมาณที่ได้รับ ระยะเวลาที่ได้รับ และการเกิดปฏิกิริยาซึ่งแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลกระทบของความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อสิ่งแวดล้อม (นันทิธีรา สรรวมณี, 2541)

ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (mg/m ³)	สถานการณ์และเวลาที่ได้รับ	ลักษณะของผลกระทบ
60-180	ตลอดปี รวมกับไอน้ำและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	เร่งปฏิกิริยาการกัดกร่อนของเหล็กและสังกะสี
100-130	ฝุ่นละอองรวมกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 120 mg/m ³	เกิดโรคทางเดินหายใจกับเด็ก ๆ มากขึ้น ลดความสามารถในการมองเห็น
150	สัมพันธ์กับความชื้นที่มีค่าน้อยกว่า 70%	เพิ่มอัตราการเจ็บป่วยของคนงาน
200	ได้รับฝุ่น ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 250 mg/m ³	หยุดงานที่เพิ่มขึ้น

300	ได้รับฝุ่นติดต่อกัน 24 ชั่วโมง ร่วมกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มากกว่า 630 mg/m^3	ผู้ป่วยโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังอาการแย่ง
750	ได้รับฝุ่น ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ร่วมกับ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มากกว่า 715 mg/m^3	เพิ่มปริมาณการตายและการเจ็บป่วย

2.4. ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

จากความสำคัญของปัญหาที่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเมื่อสัมผัสฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนทำให้จำเป็นต้องมีการคาดการณ์ผลจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนเพื่อสร้างมาตรการป้องกันและบรรเทาผลกระทบที่จะเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายจากการได้รับสัมผัสฝุ่นเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและมีปัจจัยร่วมหลายประการ อีกทั้งอาจใช้เวลานานที่จะแสดงอาการเจ็บป่วย

ดังนั้นการใช้อัตราป่วยเฉพาะโรคซึ่งในที่นี้คือโรกระบบทางเดินหายใจเป็นผลลัพธ์สุขภาพจากการได้รับสัมผัสฝุ่นขนาด 10 ไมครอนเพียงปัจจัยเดียว อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและมีผลต่อการจัดการปัญหานี้ การศึกษานี้จึงใช้ดัชนีจากปัจจัยร่วมอื่นๆกับตัวแปรฝุ่นขนาด 10 ไมครอน ในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

ตัวชี้วัด (Indicator)

องค์การอนามัยโลก (WHO, 1981) ให้ นิยาม ตัวชี้วัด คือ ตัวแปรที่ช่วยตัววัดหรือแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น หรืออาจกล่าวได้คือ ตัวบ่งชี้สภาวะหรือสะท้อนสถานการณ์ต่างๆ ตัวชี้วัดที่ดีมีคุณสมบัติดังนี้

1. ความเที่ยงตรงในการวัด (Validity) คือ ตัวชี้วัดเหล่านั้น ต้องวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือแสดงในสิ่งที่ต้องการแสดงโดยตรง
2. ความเป็นรูปธรรม (objectivity and reproducibility) สามารถวัดได้ และผลการวัดต้องเป็นอย่างเดียวกัน แม้ผู้วัดจะไม่ใช่คนเดียวกันก็ตาม (กรณีสถานการณ์คงที่หรือคล้ายคลึงกัน)
3. ความไว (sensitivity) คือ มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ที่ต้องการวัดสามารถแสดงให้เห็นได้แม้การเปลี่ยนแปลงจะไม่มาก

4. ความจำเพาะ (Specificity) ต้องสามารถสะท้อนสถานการณ์ที่ต้องการวัดอย่างเฉพาะเจาะจง เฉพาะเรื่อง ปัจจุบันยังไม่มีตัวชี้วัดที่สมบูรณ์แบบ องค์การอนามัยโลกได้เสนอให้มี Global Health Indicators 4 กลุ่มได้แก่

- 1) ตัวชี้วัดด้านนโยบายสุขภาพ (Health policy indicators)
- 2) ตัวชี้วัดด้านสังคมและด้านเศรษฐกิจ (Social and economic indicators)
- 3) ตัวชี้วัดของการให้การดูแลสุขภาพ (Indicators of the provision of health care)
- 4) ตัวชี้วัดเบื้องต้นด้านสถานะสุขภาพ (Basic health status indicators)

2.4.1 การเลือกตัวชี้วัดด้านสถานะสุขภาพ

รายงาน Quality of life in twelve of New Zealand's cites (Anonymous, 2007) ได้เสนอตัวชี้วัดด้านสุขภาพทั้งหมด 10 เรื่องได้แก่

1. อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด (Life expectancy)
2. เด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ (Low birth weight babies)
3. อัตราตายของทารก (Infant mortality rate)
4. พ่อแม่วัยรุ่น (Teenage parents)
5. โรคติดต่อ (Communicable diseases)
6. การเข้าถึงบริการทางการแพทย์ (Access to general practitioners)
7. สุขภาพจิตและอารมณ์ที่ดี (Mental health and emotional wellbeing)
8. สถานะสุขภาพที่ตนเองรายงาน (Self-reported health status)
9. ปัจจัยเสี่ยงที่ปรับแก้ไข (Modifiable risk factors)
10. นันทนาการและการพักผ่อน (Recreation and leisure)

พิจารณาจากงานวิจัยที่มีการประเมินความเสี่ยงสุขภาพของเด็กและรายงาน Quality of life in twelve of New Zealand's cites (anonymous, 2007) ตัวชี้วัดที่เลือกนำมาใช้ในการศึกษาคือ เด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ (Low birth weight babies) เนื่องจากน้ำหนักแรกเกิดของทารกเป็นผลมาจากสุขภาพโดยรวมของแม่เช่นเดียวกับที่แม่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมและระดับของการเข้าถึงการดูแลก่อนคลอด ลำดับต่อมาพิจารณาเลือกตัวชี้วัด คืออัตราตายของทารก (Infant mortality rate) เนื่องจากตัวชี้วัดนี้แสดงสภาวะสุขภาพอนามัยของชุมชนได้ดี มีความสำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุขช่วยประเมินบริการอนามัยแม่และเด็ก ว่ามีมากน้อยเพียงใด อัตราานี้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ เช่น ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม, การสุขาภิบาลที่ไม่เหมาะสม, ภาวะโภชนาการ, การบริการอนามัยในด้านส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรคในวัยทารก ตัวชี้วัด

สุดท้ายที่พิจารณาเลือก คือ อายุคาดเฉลี่ย (Life expectancy at birth) ตัวชี้วัดแสดงค่าเฉลี่ยของความยืนยาวของชีวิต นำมาวิเคราะห์โดยวิธีการของตารางชีพ อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นรวมทั้งบริการทางการแพทย์และการสาธารณสุขที่ดีขึ้น (ไพบูลย์ โล่สุนทร, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาบางส่วนของ Kyriaki Kitikidou and Lazaros iliadis (2012) ที่ได้พัฒนาการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศและตัวชี้วัดด้านคุณภาพชีวิต ทั้งนี้ตัวชี้วัดด้านคุณภาพชีวิตที่นำมาประกอบการศึกษามีจำนวน 5 ตัวชี้วัดได้แก่ infant mortality rate, life expectancy at birth, healthy life years, GDP, GDP Growth rate ส่วนตัวชี้วัดด้านคุณภาพอากาศประกอบด้วยไนโตรเจนไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ผลการศึกษาพบว่า GDP, GDP Growth rate มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ของคุณภาพของอากาศในขณะที่ infant mortality rate, life expectancy at birth และ healthy life years มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

2.4.2 การเลือกตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม

รายงานการศึกษา Quality of life in New Zealand's cities ได้เสนอตัวชี้วัดด้านสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (Natural Environment) ที่มีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตในเมือง ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 1) การจัดการของเสียและการรีไซเคิล (Waste Management and Recycling) 2) ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) 3) การใช้พลังงาน (Energy Use) 4) คุณภาพอากาศ (Air Quality) 5) คุณภาพชายหาด/น้ำลำธาร/ทะเลสาบ (Beach and Stream/Lake Water Quality) 6) คุณภาพน้ำดื่ม (Drinking Water Quality) 7) การบริโภคน้ำ (Water Consumption) และ 8) รอยเท้าทางระบบนิเวศ (Ecological Footprint) จากตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 8 ตัวชี้วัดได้เลือกตัวชี้วัดด้านคุณภาพอากาศ (Air Quality) โดยให้ความสนใจเฉพาะฝุ่นละออง ขนาด (PM₁₀) ในบรรยากาศภายนอกอาคารซึ่งเป็นขนาดที่สามารถเข้าสู่ปอดได้ จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษรายงานว่าคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) นั้นในช่วงปีพ.ศ. 2535-2539 นั้นไม่มีแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน และ ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน ภายในอาคาร นอกจากนี้ฝุ่นละอองภายในและภายนอกอาคารนั้นมีลักษณะแปรผันตามกัน และถ้าฝุ่นภายนอกอาคารมากก็จะมีผลทำให้ฝุ่นภายในอาคารมากขึ้นตามไปด้วย โดยสัดส่วนของระดับฝุ่นละอองภายในอาคารอาจอยู่ระหว่างร้อยละ 50 และเต็มร้อยละของระดับภายนอกอาคาร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กลิ่นประทุม ปัญญาปิงและคณะ (2014) พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมภายนอกอาคารมีค่า 254.2876 ug/m³ และพบความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมภายในอาคาร 123.8188 ug/m³ ซึ่งมีลักษณะแปรผันตามกัน ถ้าฝุ่นละอองภายนอกอาคารมากก็จะมีฝุ่นละอองภายในอาคารมากขึ้นเป็นสัดส่วนร้อยละ 50

เด็กมีการทำกิจกรรมทางกาย (Physical activity) ภายนอกอาคาร เช่น การเดิน การวิ่ง จึงมี การสัมผัสกับฝุ่นละอองภายนอกอาคารแต่ระยะเวลาในการทำกิจกรรมทางกายของเด็กจะแตกต่างกันในกลุ่มอายุ ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของ National Association for Sport and Physical Education, (2009) แนะนำว่าเด็กวัยเตาะแตะ (Toddler) และก่อนวัยเรียน (Preschool age) ให้ทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร 30-60 นาทีต่อวัน และคำแนะนำของ U.S. Department of health and human services' Physical Activity Guidelines for children and Adolescents (2009) แนะนำเด็กอายุ 6 ขวบขึ้นไป ให้ทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคารอย่างน้อย 60 นาทีต่อวัน การได้รับสัมผัสปริมาณฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร ยิ่งมีระยะเวลาสัมผัสมาก ก็ได้รับปริมาณฝุ่นละอองมากขึ้น

ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของ Tanja Pless-Mulloli, (1999) ในกลุ่มเด็ก 2 กลุ่ม กลุ่มที่อาศัยใกล้กับการทำเหมืองถ่านหิน และกลุ่มที่อาศัยในชุมชนที่มีการควบคุม พบว่ามีข้อมูลสนับสนุนเพียงเล็กน้อยสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างการอาศัยใกล้กับการทำเหมืองแบบกลางแจ้งและผลต่อสุขภาพอย่างไรก็ตามการสัมผัสอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนของสองชุมชนขึ้นอยู่กับระยะเวลาการสัมผัสฝุ่นละออง ยิ่งสัมผัสเป็นระยะเวลานานเท่าไร ก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพมากขึ้น

ในขณะที่ระยะเวลาเป็นตัวชี้ว่า ถ้ามีการสัมผัสฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนระยะเวลานาน จะทำให้เกิดผลกระทบมากขึ้น ยังมีอีกปัจจัยเรื่องระยะห่างจากแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองต่อการสัมผัสฝุ่นละอองแล้วส่งผลกระทบต่อสุขภาพกล่าวคือ ยิ่งมีระยะห่างมากก็จะลดผลกระทบด้านสุขภาพได้ ซึ่งจากรายงานการศึกษาของ Tanja Pless-Mulloli, (2001) ได้ทำการศึกษาต่อโดยศึกษาเด็กที่อาศัยใกล้แหล่งการทำเหมืองถ่านหินแบบกลางแจ้งกับกลุ่มเด็กที่อยู่ห่างไกลออกไปจากเหมืองถ่านหินแบบกลางแจ้ง พบว่าความชุกของการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจของเด็กอาศัยใกล้เหมืองถ่านหินเพิ่มขึ้น หรือ หืดหอบรุนแรง ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัส คือ ระยะเวลาในการทำกิจกรรมทางกายของเด็กและระยะห่างจากที่พักถึงสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองมาทำการศึกษาในงานวิจัย

2.4.3 การเลือกตัวชี้วัดด้านส่วนบุคคล (Personal factor)

Chuang liu et el. (2014) ได้ทำการศึกษาโดยนำตัวแปรอิสระปัจจัยส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมศึกษา ประกอบด้วย เพศ วัยหนุ่มสาว ดัชนีมวลกาย การอดอาหาร การศึกษาของพ่อแม่ ฤดูกาล ชั่วโมงการทำกิจกรรมทางกายต่อสัปดาห์ อายุ (คิดเป็นเดือน) ส่วนตัวชี้วัดด้านความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาด 2.5-10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและโรคกระดูกพรุนในเด็ก โดยนำตัวแปรอิสระปัจจัยส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมศึกษา

ประกอบด้วย เพศ วัยแรกเริ่ม ดัชนีมวลกาย การอดอาหาร การศึกษาของพ่อแม่ ฤดูกาล ชั่วโมงการทำกิจกรรมทางกายต่อสัปดาห์ พร้อมทั้งยังมีการสำรวจผลกระทบของการใช้ชีวิตอยู่ใกล้กับถนนสายหลักด้วย พบว่า ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ระดับฝุ่นละอองขนาด 2.5-10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน มีนัยสำคัญทางบวก กับปัจจัยส่วนบุคคล ที่ประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพ วัยหนุ่มสาว การอดอาหาร และการออกกำลังกาย

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จึงเลือกปัจจัยส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ รวมการทำกิจกรรมทางกายทั้งหมด มาทำการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2538) ที่พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลประกอบด้วย อายุ เพศ ขนาดครอบครัว สถานภาพครอบครัว รายได้ อาชีพ การศึกษา เป็นลักษณะที่สำคัญและสถิติที่วัดได้ของประชากรที่ช่วยกำหนดเป้าหมาย

2.4.4 ตัวชี้วัดด้านสุขภาพที่เลือกในการศึกษาและมีผลต่อเด็ก

ตัวชี้วัดสภาวะสุขภาพ หมายถึง ตัวบ่งชี้ภาวะสุขภาพอนามัยของชุมชน โดยมากเป็นการวัดด้านปริมาณในด้านต่างๆ เพื่อแสดงถึงสุขภาพอนามัยของชุมชนหรือเป็นตัวบ่งชี้ความถี่ของการเกิดการเจ็บป่วย ความพิการ การตาย และภาวะสุขภาพอนามัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อัตราป่วยและอัตราตายด้วยโรคต่างๆ การให้และการใช้บริการอนามัยของชุมชน ดัชนีหรือเครื่องชี้วัดที่แสดงถึงความรุนแรงของการเกิดความเจ็บป่วยหรือการตาย ซึ่งเครื่องชี้วัดดังกล่าวมักอยู่ในอัตราส่วน และสัดส่วนหรือความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ สถิติที่นิยมใช้ทั่วไป มักนิยมใช้เป็นอัตราต่อพันประชากร หรืออัตราต่อแสนประชากร ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกตัวชี้วัดด้านสถานะสุขภาพมีผลต่อเด็กในชุมชนคือ โรคระบบทางเดินหายใจ พิจารณาจากจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจที่เข้ารับบริการอนามัยของชุมชน (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล) จำแนกตามเพศ อายุ ตำบล ตามรายเดือนและรายปี

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การศึกษานี้เพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจของเด็กในตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรีโดยมีตัวแปรจาก 2 กลุ่มตัวชี้วัด ร่วมในการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Artificial Neural Networks (ANNs) และแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

2.5 การใช้แบบจำลองในการคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ และตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพ

การคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดทั้ง 2 กลุ่มและอัตราป่วยด้วยระบบโรคทางเดินหายใจในเด็กใช้แบบจำลอง 2 ลักษณะดังนี้

2.5.1 การใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งทางด้านปัญญาประดิษฐ์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานหลายด้าน เช่น การจำแนก การทำนาย การควบคุม การหาความเหมาะสม และการจัดกลุ่ม (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552) โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ

1) ข้อมูลป้อนเข้า (input) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ต้องแปลงให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณที่โครงข่ายประสาทเทียมยอมรับได้

2) ข้อมูลส่งออก (Output) คือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (actual output) จากกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

3) ค่าน้ำหนัก (weights) คือ สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าค่าความรู้ (knowledge) ค่านี้จะถูกเก็บเป็นทักษะเพื่อใช้ในการจดจำข้อมูลอื่นๆ ที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

4) ฟังก์ชันผลรวม (Summation function: S) เป็นผลรวมของข้อมูลป้อนเข้า a_i และค่าน้ำหนัก w_i

$$S = \sum_{i=1}^n a_i w_i$$

5) ฟังก์ชันการแปลง (transfer function) เป็นการคำนวณการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม เช่น ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (sigmoid function) ฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิกแทนเจนท์ (hyperbolic tangent function) เป็นต้น

ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งได้ 2 แบบ

1) โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single layer) ซึ่งจะมีเพียงชั้นสัญญาณประสาทขาเข้า และชั้นสัญญาณประสาทขาออกเท่านั้น เช่น โครงข่ายเพอร์เซพตรอนอย่างง่าย (Simple perceptron) และโครงข่ายโฮปฟิลด์ (Hopfield networks) เป็นต้น

2) โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer) ซึ่งจะมีชั้นสัญญาณประสาทขาเข้า ชั้นสัญญาณประสาทขาออก และมีชั้นแอบแฝง (Hidden) เพิ่มขึ้น โดยอยู่ส่วนกลางระหว่างชั้นนำข้อมูลและชั้นส่งข้อมูลออก (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552)

สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม แบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multi-Layer Perception: MLP) ประกอบด้วยโครงข่าย 3 ชั้น คือ ชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) การทำงานของชั้นอินพุตไม่มีการประมวลผลทำหน้าที่รับสัญญาณเข้าแล้วกระจายออกไปยังแต่ละโหนด ในชั้นถัดไปชั้นซ่อนหรือแอบแฝง (Hidden layer) ทำหน้าที่ประมวลผล และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) ทำหน้าที่ประมวลผลเช่นกัน

ชั้นซ่อนแอบแฝงอาจมีได้มากกว่าหนึ่งชั้น (เสาวลักษณ์ อร่ามพงศานุวัตและพยุง มีสัจ, 2010). ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้ โครงข่ายประสาทเทียม แบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multi - Layer Perception: MLP) ในการสร้างตัวแบบจำลอง เนื่องจาก ประการแรกจำนวนชั้นต่างๆ โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนจะประกอบด้วยชั้นต่างๆ คือ ชั้นอินพุต (Input layer) ชั้นเอาต์พุต (Output layer) และชั้นซ่อน (Hidden layer) ซึ่งจะอยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุต ลำดับต่อมาจะมีการเชื่อมต่อระหว่างชั้นต่างๆ การเชื่อมต่อระหว่างชั้นต่างๆ นั้น ทุกๆ โหนดในชั้นอินพุตจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นซ่อนชั้นแรก และทุกๆ โหนดในชั้นซ่อนชั้นแรกจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นถัดไป จนในที่สุดทุกๆ โหนดในชั้นซ่อนชั้นสุดท้ายจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นเอาต์พุตและ ประการสุดท้ายการทำงานของชั้นต่างๆ ชั้นอินพุตไม่มีการประมวลผลทำหน้าที่รับ (ภรณ์ยา อำนวยรัตน์ และพยุง มีสัจ, 2010)

2.5.1.1 การคาดการณ์ตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัสด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

Azid, et al., (2103) ประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis: PCA) เพื่อทำนายดัชนีมลพิษทางอากาศ โดยตัวแปรที่เป็นข้อมูลขาเข้า 12 ตัวแปรประกอบด้วย CO, O₃, SO₂, PM₁₀, NO₂, CH₄, NMHC (non- methane hydrocarbon), THC (Total hydrocarbon) ทิศทางลม ความเร็วลม ความชื้น และอุณหภูมิ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลหตุยภูมิจากสถานีตรวจคุณภาพอากาศ ภาคใต้ของคาบสมุทรมมาเลเซียจำนวน 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ซึ่งสถานีที่ตั้งมีแหล่งอุตสาหกรรมและมีความหนาแน่นของประชาชน ยืนยันว่าวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hooyberhs Jef, et al.,(2005) ได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมคาดการณ์ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนต่อวันของประเทศเบลเยียม โดยใช้สถานีตรวจวัดและเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ 10 สถานีตรวจวัดของประเทศเบลเยียม มีการใช้ตัวแปรข้อมูลป้อนเข้า(input) 6 ตัวแปร ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย 1 วันของความสูงของชั้น, ความเร็วของลม, อุณหภูมิ, เมฆปกคลุม, ทิศทางลมที่ความสูง 10 เมตร, วันแรก

ของสัปดาห์ และตัวแปรข้อมูลป้อนออก(output) 1 ตัวแปร คือ ฝุ่นละอองขนาดอนุภาค 10 ไมครอน ในโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า ค่าเฉลี่ย 1 วันของความสูงของชั้นมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองPM₁₀ ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ส่วนตัวแปรที่ประกอบด้วย เมฆปกคลุม, วันของสัปดาห์และทิศทางลมสามารถเพิ่มความแม่นยำในการคาดการณ์เมื่อนำตัวแปรเข้าในการวิเคราะห์ ในขณะที่ตัวแปรอุณหภูมิและความเร็วลม ไม่ได้เพิ่มความแม่นยำและความถูกต้อง

2.5.1.2 การคาดการณ์ตัวชี้วัดด้านสถานะสุขภาพด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

Qixin Wang, et al.,(2008) ศึกษามลพิษทางอากาศจากสถานีตรวจวัดมลพิษทางอากาศ ณ กรุงปักกิ่ง และคาดการณ์อัตราการตายด้วยโรคทางเดินหายใจด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมเป็นข้อมูลป้อนเข้าในโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียม ที่ประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ และฝุ่นละอองขนาดอนุภาค 10 ไมครอน เพื่อใช้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการตายจากโรกระบบทางเดินหายใจ ซึ่งพบว่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ มีสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการตายที่สำคัญที่สุด สาเหตุหลักของมลพิษก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นก๊าซไอเสียจากยานพาหนะและโรงงานที่ผลิตกรดไนตริก Haim Bibi และคณะ (2002) ใช้ตัวชี้วัดข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย อุณหภูมิ; ความชื้นสัมพัทธ์; ความกดดันของบรรยากาศและข้อมูลด้านมลพิษทางอากาศประกอบด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์; ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยคาดการณ์ร่วมกับสถิติผู้ป่วยที่มารักษาที่แผนกฉุกเฉินด้วยโรกระบบทางเดินหายใจ ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลด้านมลพิษทางอากาศ สามารถช่วยในการคาดการณ์ความถี่ของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉินด้วยโรกระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ Hongbo Liu และคณะ (2009) ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจัดกลุ่มคนงานเหมืองถ่านหินตามระดับความเสี่ยงของการเป็นโรคปอดจากการประกอบอาชีพ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 3 ชั้น พบว่าพนักงานที่ทำงานเหมืองถ่านหินที่มีระยะเวลาในการสัมผัสฝุ่นละออง มากกว่า 25 ปีและในอดีตที่เคยมีการสัมผัสฝุ่นละอองในระยะเวลาที่ผ่านมามากกว่า 10 ปี มีความเสี่ยงสูงในการเป็นโรคปอดจากการทำงาน ส่วนพนักงานที่ทำงานในเหมืองถ่านหินที่มีระยะเวลาในการสัมผัสฝุ่นละอองน้อยกว่า 15 ปีและในอดีตที่เคยมีการสัมผัสฝุ่นละอองในระยะเวลาที่ผ่านมาไม่น้อยกว่า 25 ปี มีความเสี่ยงต่ำในการเป็นโรคปอดจากการทำงาน

2.5.2 การใช้แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเป็นกลไกการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการสร้างตัวแบบ (Model) และการจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนด ซึ่งต้นไม้ตัดสินใจมีความสามารถในการเรียนรู้พฤติกรรมของข้อมูลและสร้างตัวจำแนก (Classifies) ได้เร็วกว่ากลไกวิธีอื่นๆ ดังการศึกษาของดิษฐพล มั่นธรรม ,(2553) มีการประยุกต์อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจในการสืบค้นการวินิจฉัยแยก 3 โรค ประกอบด้วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนแบบเฉียบพลัน โรคปอดอักเสบและโรคไซนัสของผู้ที่เข้ามารับการรักษาในครั้งแรกระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2549 ที่โรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการแบ่งข้อมูลฝึกสอนต่อข้อมูลทดสอบ 70:30 ในโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนแบบเฉียบพลันและโรคปอดอักเสบ พบว่าอัลกอริทึม C4.5 ของโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนแบบเฉียบพลันและโรคปอดอักเสบ ให้ผลค่าวัดประสิทธิภาพสูงสุด คือให้ค่าความถูกต้อง 92.32% และ 94.70% ตามลำดับ ค่าความไว 92.40% และ 93.42% ตามลำดับ ส่วนการแบ่งข้อมูลฝึกสอนต่อข้อมูลทดสอบ 50:50 ในโรคไซนัส อัลกอริทึม Cart ให้ค่าวัดประสิทธิภาพสูงสุด คือให้ค่าความถูกต้อง 94.69% ค่าความไว 100% ซึ่งการคาดการณ์ที่ได้ทำให้สามารถนำไปเป็นแนวทางสนับสนุนการคัดกรองผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในเบื้องต้น นอกจากนี้ วราภรณ์ พิมา, (2551) ทำการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงและการจัดจำแนกกลุ่มของการดื้อยาในผู้ป่วยวัณโรคปอดที่เกิดโรครีบ ด้วยการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกและการวิเคราะห์ Classification tree โดยศึกษาในกลุ่มผู้ป่วย จำนวน 196 ราย พบว่าการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก มีค่าความไวร้อยละ 24.10 ค่าความจำเพาะร้อยละ 95.50 ค่าพยากรณ์บวกร้อยละ 70.00 และค่าพยากรณ์ลบร้อยละ 74.10 การวิเคราะห์ Classification tree ให้ค่าความไวร้อยละ 16.70 ค่าความจำเพาะร้อยละ 98.50 ค่าพยากรณ์บวกร้อยละ 83.30 และค่าพยากรณ์ลบร้อยละ 72.80 ซึ่งทำให้พบว่า การวิเคราะห์ Classification tree ให้ค่าที่สูงกว่าวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก จากงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสามารถนำแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม มาใช้คาดการณ์การอัตราโรคระบบทางเดินหายใจและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดเรื่องการได้รับสัมผัสสิ่งคุกคามและการเป็นอันตรายต่อสุขภาพ การเป็นอันตรายต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองโดยมีปัจจัยอื่นร่วมด้วย อาจใช้เวลานานก่อนที่จะแสดงอาการเจ็บป่วย (ในที่นี่พิจารณาเฉพาะโรกระบบทางเดินหายใจ) ดังนั้นการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจจึงจำเป็นต้องพิจารณาตัวชี้วัดอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องร่วมในการคาดการณ์ผลที่จะเกิดตามมา การศึกษาครั้งนี้จึงให้ความสนใจศึกษาตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน และตัวชี้วัดด้านสุขภาพในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่าง

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytic Study) ชนิดย้อนหลัง (Retrospective) ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 ตัวชี้วัดด้านสุขภาพและด้านส่วนบุคคล จำนวน 6 ตัวแปร ตัวแปรที่เลือกนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์ได้แก่ 1) จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ 2) อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด 3) อัตราตายของทารก 4) อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ 5) จำนวนเด็กที่ใช้บริการของ รพ.สต. และ 6) % ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ส่วนสูงของเด็กอายุระหว่าง 1-10 ปี

ส่วนที่ 2 ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้เลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการได้รับสัมผัส PM₁₀ จำนวน 4 ตัวแปร ตัวแปรที่เลือกนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์ได้แก่ 1) ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (PM₁₀) 2) ระยะห่างจาก รพ.สต.ถึงสถานีตรวจวัดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ 3) ระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร และ 4) ฤดูกาล

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยนี้เลือกศึกษากลุ่มประชากรเด็กซึ่งเป็นกลุ่มที่ไวรับความเสี่ยงจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าวัยผู้ใหญ่และมีการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัยในสถานที่เด็กได้รับ โดยสามารถสัมผัสสิ่งแวดล้อมได้สองลักษณะ (Klaus Topfer et al, 2002) คือ 1) ตัวชี้วัดสำหรับการได้รับสัมผัส

ภายในอาคาร เช่น บ้าน ในห้องเรียน และ 2) ตัวชี้วัดสำหรับการได้รับสัมผัสภายนอกอาคาร เช่น สภาพแวดล้อมภายนอก สนามเด็กเล่น เป็นต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือกลุ่มที่อยู่ในเขตโรงงานอุตสาหกรรม บด ย่อย หิน

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเลือกกลุ่มที่อยู่ในเขตโรงโม่บดหิน ซึ่งเป็นเด็กที่อาศัยในพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี มีอายุตั้งแต่ 1 ปีถึง 10 ปี ที่เข้ารับการรักษาและใช้บริการจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในระหว่างปี 2553 – ปี 2557 กลุ่มตัวอย่างนี้จัดว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงเพราะอาศัยในพื้นที่ที่เข้าเกณฑ์ดังนี้

- 1) มีผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ
- 2) เป็นพื้นที่ที่มีโรงโม่หินหรือมีโรงงานอุตสาหกรรม บด ย่อย หิน
- 3) เป็นพื้นที่ที่พบค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองอยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงหรือเกินเกณฑ์กับมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แบบบันทึกข้อมูลสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.1 และโปรแกรมสำเร็จรูป Rapid Miner Version 6.2 (เอกสิทธิ์ พัทธรงค์ศักดิ์ดา, 2558) สำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพ

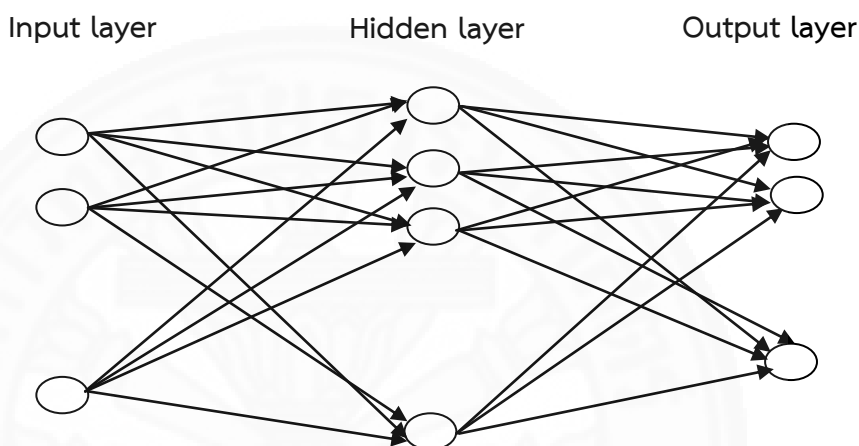
3.4 วิธีกรใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่กำหนด

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดทั้งสองกลุ่มและอัตราป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย 2 แบบจำลอง ดังนี้

3.4.1 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network: ANN)

แบบจำลองนี้เป็นการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feed forward network) เป็นสถาปัตยกรรมที่กำหนดให้การส่งข้อมูลจากชั้นข้อมูลขาเข้า (Input layer) เข้ามาภายในชั้นซ่อน (Hidden layer) และส่งไปยังข้อมูลขาออก (Output layer) มีทิศทางการไหลของข้อมูลไปทิศทางเดียวกัน ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจาก Input ส่งต่อมาเรื่อยๆจนถึง Output โดยไม่มีการย้อนกลับของข้อมูลหรือแม้แต่ Nodes ในชั้นเดียวกันก็ไม่มี การเชื่อมต่อกัน ซึ่งประกอบด้วย 3 ชั้น ได้แก่ (1) ชั้นอินพุต (Input Layer) เป็นชั้นที่รองรับข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม โดยต้องเป็นข้อมูลที่ผ่านการเตรียมข้อมูลตามข้อกำหนดและแบบบันทึกข้อมูลของโปรแกรมที่

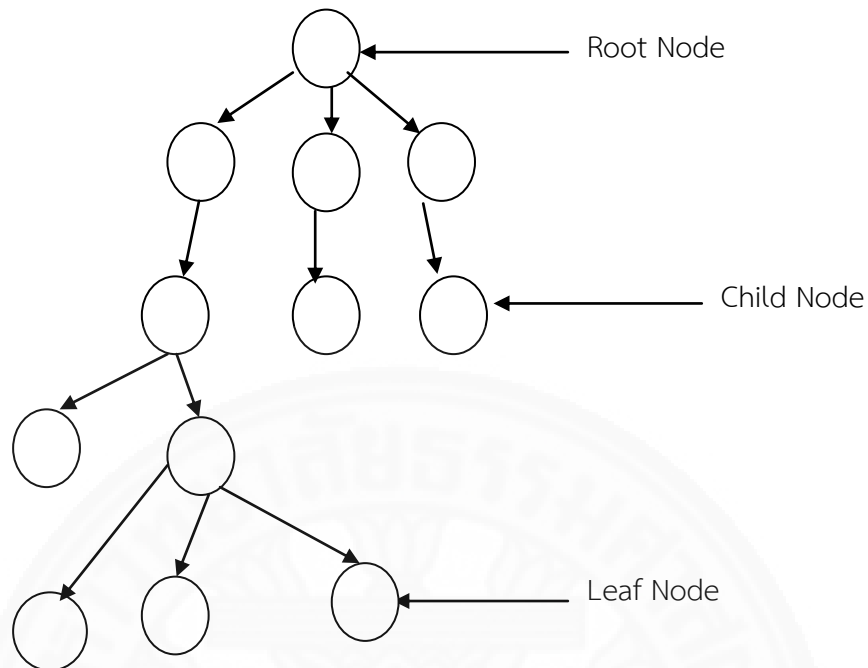
ใช้สำหรับ ANN (2) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) เป็นชั้นที่เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มข้อมูล และ (3) ชั้นเอาต์พุต (Output Layer) เป็นชั้นที่คำนวณหาผลลัพธ์ของโครงข่ายประสาทเทียม ลักษณะการเชื่อมโยงตามแนวคิด ANN แสดงในภาพที่ 3.1 สำหรับขั้นตอนการดำเนินการอย่างละเอียดแสดงในภาคผนวก ข กระบวนการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรม Rapidminer version 6.2



ภาพที่ 3.1 โครงข่ายสถาปัตยกรรมแบบไม่ย้อนกลับ (Feed forward network)

3.4.2 แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

แบบจำลองนี้เป็นการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองการคาดการณ์ในรูปของต้นไม้ ซึ่งต้นไม้ตัดสินใจนั้นใช้เทคนิคการวิเคราะห์ด้วย Data mining แบบเทคนิคการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) กล่าวคือสร้างแบบจำลองจากข้อมูลในอดีตเพื่อคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Cabema et.,1998) โดยชุดข้อมูลในอดีตจะถูกจัดกลุ่มเป็นตัวตั้งต้นของแบบจำลองเรียกชุดข้อมูลนี้ว่า ชุดข้อมูลฝึกสอน (Training data) และนำแบบจำลองที่ได้นี้ไปใช้กับชุดข้อมูลอีกชุดหนึ่งเรียกว่า ชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) เพื่อคาดการณ์กลุ่มของรายการข้อมูลที่ยังไม่เคยนำมาจัดกลุ่ม รูปแบบของต้นไม้ตัดสินใจจะประกอบด้วยโหนดแรกสุดที่เรียกว่า โหนดราก (Root Node) จากโหนดรากก็จะแตกออกเป็นโหนดลูก (Child Node) และที่โหนดลูกก็จะมีลูกของตัวเองซึ่งโหนดที่ระดับสุดท้ายจะเรียกว่า โหนดใบ (Leaf Node) ซึ่งเป็นส่วนแสดงผลการตัดสินใจในการคาดการณ์ องค์ประกอบของต้นไม้ตัดสินใจแสดงในภาพที่ 3.2 สำหรับขั้นตอนการดำเนินการอย่างละเอียดแสดงในภาคผนวก ก กระบวนการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจด้วยโปรแกรม Rapidminer version 6.2



ภาพที่ 3.2 รูปแบบของต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

3.5 ตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Data mining

ตามที่อธิบายข้างต้นการศึกษานี้ใช้แบบจำลอง ANN และ Decision tree ในการวิเคราะห์ข้อมูล และได้กำหนดตัวชี้วัดต่างๆเป็นตัวแปรนำเข้าแบบจำลอง รายละเอียดดังนี้

3.5.1 ตัวแปรต้นในข้อมูลขาเข้า (Data input)

ตัวแปรต้นสำหรับนำเข้าวิเคราะห์ในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และเป็น โหนดราก (Root Node) ในแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจประกอบด้วย ตัวชี้วัดด้านสุขภาพ และตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม รายละเอียดดังนี้

1) ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้เลือกค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ในระหว่างปี 2553 ถึง ปี 2557 เป็นระยะเวลา 5 ปี นอกจากนี้ยังพิจารณาเลือก ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการได้รับสัมผัสเพิ่มอีก 3 ตัวแปร ได้แก่ ระยะห่างจากรพ.สต. ถึง

สถานีฝ้าระวังคุณภาพอากาศแบบถาวร ระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร และ ฤดูกาล

2) ตัวชี้วัดด้านสุขภาพ ประกอบด้วย 5 ตัวแปรได้แก่ จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ อายุคาดเฉลี่ย อัตราตายของทารกแรกเกิด อัตราส่วนค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ส่วนสูงของเด็กอายุ 1-10 ปี (% weight/Height) และจำนวนของเด็กที่เข้ารับบริการ

3.5.2 ตัวแปรตามในข้อมูลขาออก (Output)

ตัวแปรตามคือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (actual output) จากกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม และจากต้นไม้มัดตสันใจ ในที่นี้ใช้ตัวชี้วัดด้านสุขภาพคือ อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจเป็นตัวแปรตามในข้อมูลขาออกของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และเป็นโหนดใบของแบบจำลองต้นไม้มัดตสันใจ ซึ่งเป็นการคาดการณ์อัตราการเป็นโรกระบบทางเดินหายใจในอนาคต

การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพื่อนำเข้าสู่การวิเคราะห์ตามข้อตกลงของแบบจำลอง ANN analysis และ Decision tree analysis แสดงในตารางที่ 3.1

3.6 การเก็บข้อมูล

3.6.1 ชนิดของตัวแปร

- 1) ตัวแปรสำคัญที่เก็บรวบรวมให้ตรงตามกรอบแนวคิดการวิจัยประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ PM₁₀ เก็บข้อมูลเป็นรายเดือนระหว่างปี 2553-2557 โดยมีเก็บข้อมูลจากรายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย หมวดย่อยข้อมูลย้อนหลังของสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษที่เว็บไซต์ <http://air4thai.pcd.go.th>
- 2) ระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมของเด็กที่มีการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร (National Association for Sport and Physical Education, 2009)
- 3) ระยะห่างจากที่พักถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ หมายถึง ระยะห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลของแต่ละตำบล ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศแบบถาวร (สถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศตำรวจภูธรหน้าพระลาน) ดังแสดงในตารางที่ 3.2

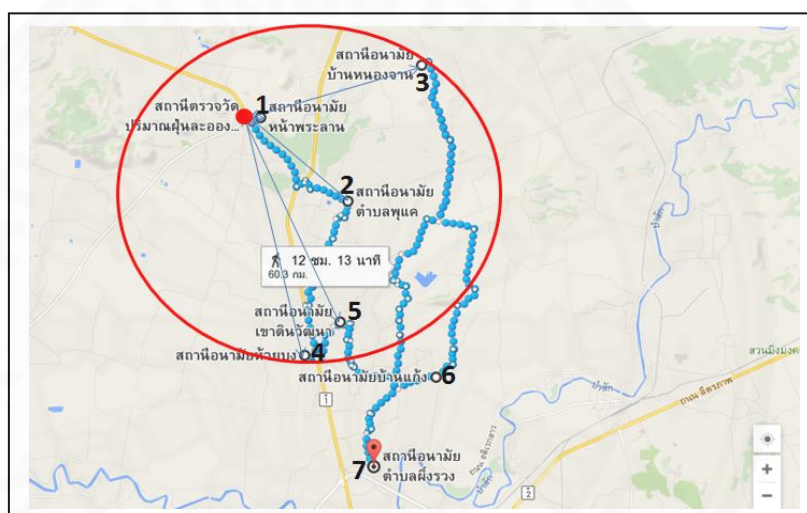
ตารางที่ 3.2 ระยะห่างจาก รพ.สต.ถึง สถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศแบบถาวร

ลำดับ	ชื่อ รพ.สต.	พิกัดที่ตั้ง รพ.สต.	พิกัดที่ตั้งสถานีตรวจวัด	ระยะห่าง (กิโลเมตร)
1	หน้าพระลาน			
2	พู่แค			
3	บ้านหนองจาน			
4	ห้วยบง			
5	เขาดินพัฒนา			
6	ตะกุด			
7	ปากข้าวสาร			
8	ดาวเรือง			
9	หนองโน			

- 4) ตัวแปรกลุ่มดัชนีชี้วัดทางสุขภาพ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ความสูงของเด็ก จำนวนของเด็กที่เข้าใช้บริการ จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด อัตราตายของทารกและอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ตัวแปรกลุ่มรวบรวมจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนในเด็กตั้งแต่ 1 ปี ถึง 10 ปีที่

อาศัยในพื้นที่ อำเภอลำปางหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างปี 2553-2557 (แบบสำหรับการเก็บข้อมูลแสดงใน ตารางที่ 3.3) ทั้งนี้การคัดเลือกโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ของแต่ละตำบลเป็น ตัวแทนในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีเกณฑ์ดังนี้

การเลือกโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลของแต่ละตำบล ในอำเภอลำปางหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีหน่วยงานในสังกัดทั้งหมด 7 หน่วยงานพิจารณาจากระยะห่างของแต่ละตำบลใน รัศมี 10 กิโลเมตรจากสถานีตำรวจวัดและเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของสถานีตำรวจหน้าพระลานพบว่า มีทั้งหมด 5 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ประกอบด้วยโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหน้า พระลาน, รพ.สต.พุกแดง, รพ.สต.บ้านหนองจาน, รพ.สต. ห้วยบง และรพ.สต. เขาหินพัฒนา ดังแสดงใน ภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในรัศมี 10 กิโลเมตร

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลของแต่ละตำบล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ความสูงของเด็ก จำนวนของเด็กที่เข้าใช้บริการ จำนวนเด็กที่มีน้ำหนัก แรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ อายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด อัตราตายของทารก และอัตราป่วยโรคระบบทางเดิน หายใจ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนในเด็กตั้งแต่ 1 ปี ถึง 10 ปีที่เข้ารับการรักษาที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่อำเภอลำปางหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างปี 2553 -2557 ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวแปร โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล..... อำเภอลำปาง จังหวัด
 สวรรบุรี ประจำปี..... ผู้ให้ข้อมูล..... ตำแหน่ง.....

เดือน	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเด็ก อายุ 1-10 ปี (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของ เด็ก อายุ 1-10 ปี (เซนติเมตร)	จำนวนเด็กที่เข้าใช้ บริการ อายุ 1-10ปี (คน)	จำนวนเด็กที่มีน้ำหนัก แรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ (คน)	อายุคาดเฉลี่ยเมื่อ แรกเกิด (ปี)	อัตราการตายของทารก แรกเกิดต่อ ประชากรพันคน	อัตราการเป็นโรคระบบ ทางเดินหายใจต่อ ประชากรพันคน

3.6.2 การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลตัวแปร

ข้อมูลที่ถูกนำเข้าจะถูกตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล ดังนี้

1) ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลเป็นการตรวจสอบรายการต่างๆ ว่า ได้มีการบันทึกครบถ้วนทุกรายการที่กำหนดหรือไม่

2) ตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูล เป็นการตรวจสอบข้อมูลว่า มีการบันทึกมาถูกต้องแม่นยำหรือไม่

3) การตรวจสอบความแม่นยำภายใน (Internal consistency) คือ การตรวจว่าข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน มีความสอดคล้องกันหรือไม่

4) การตรวจสอบความแม่นยำภายนอก (External consistency) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยอาศัยความรู้ความชำนาญหรือสถานการณ์ภายนอกมาช่วยในการพิจารณา

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้เทคนิค Data mining ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีการตรวจวัดฝุ่นละอองในพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี ของสำนักการจัดการคุณภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมลพิษ, สำนักงานสาธารณสุขตำบลหน้าพระลาน, สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 และกรมโยธาและผังเมืองสระบุรี โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป RapidMiner studio เวอร์ชัน 6.2 ในการประมวลผล (Eakasit Pachrawongsakda, 2005) สร้างแบบจำลองและทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติ การวิจัยนี้เลือกใช้ เทคนิค Neural network และ Decision tree ในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ในทำัยการวิเคราะห์ที่ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิค ทั้ง 2 แบบจำลอง

3.7.1 การเตรียมข้อมูล

การนำข้อมูลจากแบบบันทึกการเก็บรวบรวมข้อมูล (ตามหัวข้อ 3.5) มาวิเคราะห์และแบ่งประเภทของแอตทริบิวต์ (Attribute) และกำหนดคีย์โค้ด (Key code) ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 9 Attributes มี 1 คลาส (Classes) คือ คาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของข้อมูล

ตัวแปรหรือแอททริบิวต์	ระดับการแบ่ง	หน่วยนับ
ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละออง	1=ระดับต่ำมาก 2=ระดับต่ำ 3=ระดับปานกลาง 4=ระดับสูง	ตัวเลข(มคก./ ลบม.)
ระยะห่างจาก รพ.สต. ถึง สถานีไฟฟ้าวัง คุณภาพอากาศ	1=ระยะทางไกลมาก 2=ระยะทางไกล 3=ระยะทางใกล้ 4=ระยะทางใกล้มาก	ตัวเลขกิโลเมตร
เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ส่วนสูง (% weight/Height)	1=ระดับปกติ 2=ระดับต่ำเล็กน้อย 3=ระดับต่ำปานกลาง 4=ระดับต่ำมาก	ตัวเลขเปอร์เซ็นต์
จำนวนเด็กที่ใช้บริการ	1=จำนวนต่ำมาก 2=จำนวนต่ำ 3=จำนวนปานกลาง 4=จำนวนสูง	ตัวเลขจำนวนคน
จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์	1=จำนวนต่ำมาก 2=จำนวนต่ำ 3=จำนวนปานกลาง 4=จำนวนสูง	ตัวเลขจำนวนคน
อายุคาดเฉลี่ย	1=อายุยืนมาก 2=อายุยืน 3=อายุคาดเฉลี่ยต่ำ 4=อายุคาดเฉลี่ยต่ำมาก	จำนวนตัวเลขเป็น ปี
อัตราการตายของทารกแรกเกิด	1=ระดับต่ำมาก 2=ระดับต่ำ 3=ระดับปานกลาง 4=ระดับสูง	อัตราการป่วยต่อ ประชากรพันคน
ระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของ เด็ก	1=ระดับต่ำมาก 2=ระดับต่ำ 3=ระดับปานกลาง	ตัวเลขจำนวน นาที

ฤดูกาล	1=ฤดูหนาว 2=ฤดูร้อน 3=ฤดูฝน	-
อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในเด็ก อายุ 1 – 10 ปี	1= อัตราป่วยระดับต่ำ 2= อัตราป่วยระดับปานกลาง 3= อัตราป่วยระดับสูง	อัตราป่วยต่อ ประชากรพันคน

3.7.2 การสร้างแบบจำลองและการสอนข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองและการสอนข้อมูลต้องทำการแบ่งข้อมูลสำหรับทำการทดสอบ 3 วิธี ดังนี้

1) **วิธี Self Consistency Test** หรือบางครั้งเรียกว่า Use Training Set นี้เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดคือ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโมเดลและข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโมเดลเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน กระบวนการนี้เริ่มจากสร้างโมเดลด้วยข้อมูลเทรนนิ่ง ดาต้า หลังจากนั้นนำโมเดลที่สร้างได้มาทำนายข้อมูลเทรนนิ่ง ดาต้าชุดเดิม การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้จะให้ผลการวัดประสิทธิภาพที่มีค่าสูงมาก (อาจจะเข้าใกล้ 100%) เนื่องจากเป็นข้อมูลชุดเดิมที่ระบบได้ทำการเรียนรู้มาแล้ว แต่ผลการวัดที่ได้ไม่เหมาะที่จะนำไปรายงานในงานวิจัยต่างๆ ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูแนวโน้มของโมเดลที่สร้างขึ้น ถ้าได้ผลการวัดที่น้อยแสดงว่าโมเดลไม่เหมาะสมกับข้อมูล จึงไม่ควรจะนำไปทดสอบด้วยวิธีการแบ่งข้อมูลแบบต่างๆ

2) **วิธี Split validation Test** เป็นการแบ่งข้อมูลด้วยการสุ่มออกเป็น 2 ส่วน เช่น 70% ต่อ 30% หรือ 80% ต่อ 20% โดยข้อมูลส่วนที่หนึ่ง (70% หรือ 80%) ใช้ในการสร้างโมเดล และข้อมูลส่วนที่สอง (30% หรือ 20%) ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล การทดสอบแบบ Split Test นี้ทำการสุ่มข้อมูลเพียงครั้งเดียวซึ่งในบางครั้งถ้าการสุ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลที่ใช้สร้างโมเดลทำให้ผลการวัดประสิทธิภาพได้ออกมาดี ในทางตรงข้ามถ้าการสุ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ ที่มีลักษณะแตกต่างกับข้อมูลที่ใช้สร้างโมเดลมากทำให้ผลการวัดประสิทธิภาพออกมาต่ำ ดังนั้น จึงควรใช้วิธี Split Test นี้หรือทำการสุ่มหลายๆครั้ง ข้อดีของวิธีการนี้คือใช้เวลาในการสร้างโมเดลน้อยซึ่งเหมาะกับชุดข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มาก

3) **วิธี Cross-validation Test** วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล เนื่องจากผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี Cross-validation นี้จะทำการ

แบ่งข้อมูลเป็นหลายส่วน (มักจะแสดงด้วยค่า k) เช่น 5-fold Cross-validation คือ ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน หรือ 10-fold Cross-validation คือ ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน หลังจากนั้นข้อมูลหนึ่งส่วนจะใช้เป็นตัวทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ทำวนไปเช่นนี้จนครบจำนวนที่แบ่งไว้ (เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ ศักดา, 2557)

การศึกษานี้ใช้วิธีการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง ANNs และ Decision tree โดยการแบ่งข้อมูลเพื่อทำการทดสอบ ด้วยวิธีการตรวจสอบไขว้ (Cross – validation test) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมและเหมาะสมกับการศึกษา เนื่องจากผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี Cross-validation เป็นวิธีการในการตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการคาดการณ์ของโมเดล โดยพื้นฐานของวิธีการการตรวจสอบไขว้กันคือ การสุ่มตัวอย่างซ้ำ (resampling) โดยเริ่มจากแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นบางส่วนและนำบางส่วนจากชุดข้อมูลนั้นมาตรวจสอบผลลัพธ์จากการทำการตรวจสอบไขว้กัน (ภรณ์ยา อามฤครัตน์, 2552)

3.7.3 การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง

วิธีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึมในแต่ละโมเดล ใช้โปรแกรม Rapid Miner studio 6.2 สำหรับการคาดการณ์อัตราโรคระบบทางเดินหายใจ สามารถพิจารณาได้จากค่าความถูกต้องของวิธีการประเมินความสามารถของแบบจำลอง โดยวัดที่ประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลตามแนวคิดทางด้านการค้นคืนสารสนเทศ ซึ่งก็คือการวัดค่าตัวแปร 5 ตัวแปร ได้แก่ ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่า Sensitivity ของคลาสหลัก (True Positive Rate) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่า F-Measurement ซึ่งคำนวณได้ตาม Confusion matrix ที่แสดงในตารางที่ 3.5

Confusion matrix ที่ใช้ในการศึกษานี้มีขนาด 2x2 (ตารางที่ 3.5) โดยข้อมูลด้านคอลัมน์คือ คลาสที่อยู่ในข้อมูลเทรนนิ่งดาต้า (actual) และข้อมูลในแนวแถว คือ คลาสที่โมเดลทำนายมาได้

ตารางที่ 3.5 Confusion matrix

Predicted/Actual	Yes	No
Yes	True Positive	False Positive
No	False Negative	True Negative

หมายเหตุ

- True Positive (TP) คือ สิ่งที่ระบบควรทำนายว่าจริงและระบบทำนายว่าจริง
- True Negative (TN) คือ สิ่งที่ระบบควรทำนายว่าไม่จริงและระบบทำนายว่าไม่จริง
- False Positive (FP) คือ สิ่งที่ระบบควรทำนายว่าไม่จริงแต่ระบบทำนายว่าจริง
- False Negative (FN) คือ สิ่งที่ระบบควรทำนายว่าจริงแต่ระบบทำนายว่าไม่จริง

3.7.4 การนำแบบจำลองที่สร้างเข้าสู่โปรแกรมทางสถิติเพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

การศึกษานี้ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ สำหรับการคาดการณ์ของอัตราโรคระบบทางเดินหายใจ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำนายในแต่ละแบบจำลอง การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นสามารถได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (unsupervised learning) และการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (supervised learning) ซึ่งการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (unsupervised learning) เน้นที่การพิจารณาข้อมูลเป็นหลัก เช่น พิจารณาว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในลักษณะใดบ้าง เทคนิคในประเภทนี้จะแบ่งย่อยได้อีก คือ เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (association rule) และการแบ่งกลุ่มข้อมูล (clustering) แต่การเรียนรู้แบบมีการควบคุม (Supervised Learning) เป็นการเรียนรู้ซึ่งต้องมีชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) เทคนิคในประเภทนี้จะเน้นการเรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่ในอดีตเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสำหรับทำนายหรือคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต แบบจำลองในที่นี่อาจจะเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ หรือ กฎต่างๆ ก็เป็นได้เทคนิคการเรียนรู้แบบมีผู้สอนนี้สามารถแบ่งย่อยได้อีก คือ การจำแนกประเภทข้อมูล (classification) และการประมาณค่าข้อมูล (regression) ซึ่งทั้งสองเทคนิคจะมีลักษณะที่คล้ายกันมากแต่แตกต่างกันที่คำตอบที่ต้องการทำนาย ซึ่งการจำแนกประเภทข้อมูลจะทำนายข้อมูลที่มีค่าเป็นนามินอล (nominal) เช่น เพศชาย เพศหญิง หรือค่าที่ไม่ใช่ตัวเลขนั่นเอง ส่วนการประมาณค่าข้อมูลจะใช้กับข้อมูลคำตอบที่เป็นตัวเลขเท่านั้น ซึ่งแบบจำลองการเรียนรู้แบบมีการควบคุม เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้

3.7.5 การแปลผล

การเตรียมข้อมูล, การสร้างแบบจำลองและการสอนข้อมูล, การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลและการนำแบบจำลองที่สร้างเข้าสู่โปรแกรมทางสถิติเพื่อคาดการณ์อัตราการเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ จะได้ผลการคาดการณ์ตามวิธีของระบบของทั้ง 2 แบบจำลอง แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับ	ความหมาย
1	อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ
2	อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจระดับปานกลาง
3	อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจระดับสูง

3.8 การพัฒนามาตรการป้องกันและลดความเสี่ยงอย่างมีส่วนร่วม

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้และคงไว้ซึ่งความเชื่อมั่นและไว้วางใจ (Trust and confidence) ทั้งนี้ด้วยหลักการที่ว่าต้องให้ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจ ง่ายต่อการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบหรือมาตรการการป้องกันและลดความเสี่ยง การศึกษาในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การคัดเลือกผู้เข้าร่วมและวิธีดำเนินการประชุม ดังนี้

3.8.1 วัตถุประสงค์ในการจัดประชุมอภิปราย

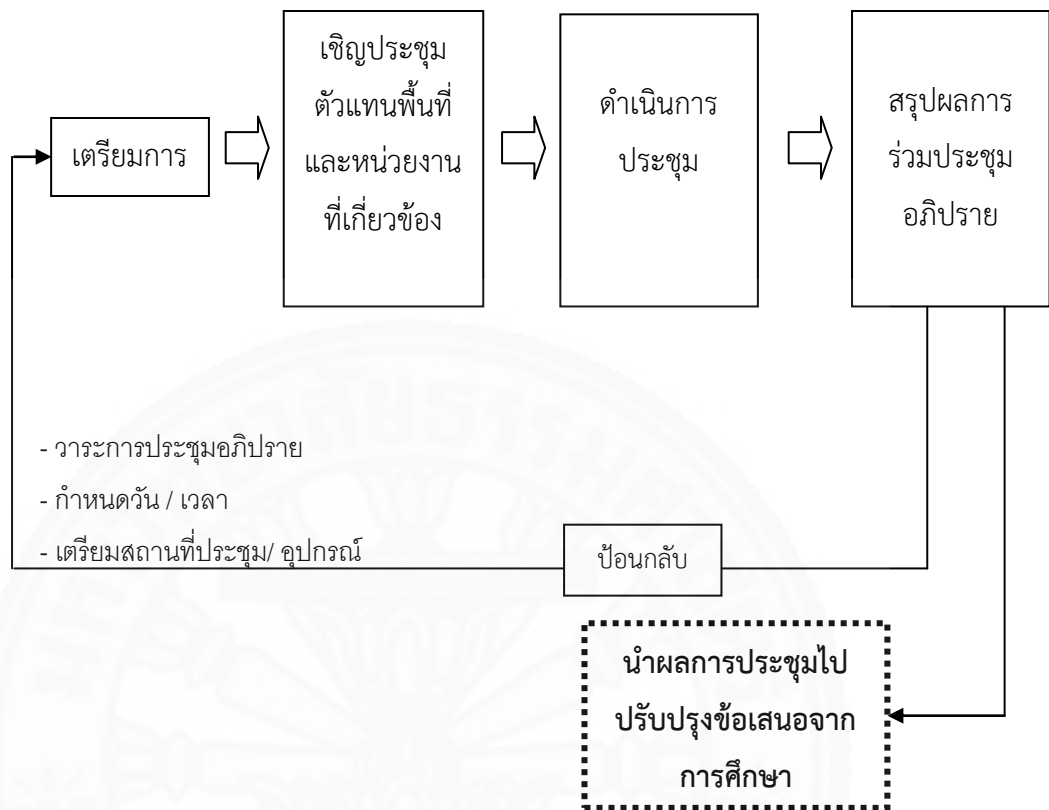
- 1) เพื่อนำเสนอผลการศึกษาเบื้องต้น
- 2) เพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนามาตรการป้องกันและลดความเสี่ยงของโรคระบบทางเดินหายใจในเด็กอายุระหว่าง 1-10 ปี ที่อาศัยในพื้นที่ศึกษา

3.8.2 ผู้เข้าร่วมการประชุม ประกอบด้วย

- 1) ตัวแทนโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหน้าพระลาน
- 2) หน่วยงานที่ทำหน้าที่กำกับดูแล ประกอบด้วย สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 สระบุรี, เทศบาลตำบลหน้าพระลาน และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด

3.8.3 วิธีดำเนินการประชุม

วิธีการดำเนินการประชุมมีขั้นตอนตามที่แสดงในภาพที่ 3.4 และหลังจากประชุมอภิปรายร่วม นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงมาตรการป้องกันและลดความเสี่ยงของโรคระบบทางเดินหายใจในเด็กอายุระหว่าง 1-10 ปี ที่อาศัยในพื้นที่ศึกษา แสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.4 กรอบการมีส่วนร่วม

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน และข้อมูลปัจจัยกำหนดสุขภาพที่เกี่ยวข้องของกลุ่มตัวอย่างซึ่งรวบรวมจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลอำเภอเฉลิมพระเกียรติ โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ สำหรับการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษานำเสนอโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย แบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 การประยุกต์แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจสำหรับคาดการณ์อัตราโรกระบบทางเดินหายใจด้วยตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้ด้านสุขภาพ

ส่วนที่ 3 การประยุกต์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้ด้านสุขภาพ

ส่วนที่ 4 การเปรียบเทียบแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้ด้านสุขภาพ และการสรุปผลการคาดการณ์ (Predict)

ส่วนที่ 5 ผลการรับฟังความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้ตัวแปรทั้ง 9 ตัวแปรที่ได้จากรายงานสถานการณ์สุขภาพของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ระหว่าง ปี 2553 – 2557, รายงานสถานการณ์ฝุ่นละอองของสถานีตรวจวัดและเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติของฝ่ายคุณภาพอากาศในบรรยากาศ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ระหว่างปี 2553 – 2557 และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นตัวแปรต้นโดยมีข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 300 ข้อมูล รายละเอียดของข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปรตาม/แอตทริบิวต์(หน่วย)	กลุ่มตัวอย่าง			
	Min	Max	Average	SD
1.ฤดูกาล (ฤดู)	-	-	-	-
2.ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	45	184	96.76	36.41
3.ระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายของเด็กอายุ 1-10 ปีจากการทบทวนกรรม (นาที)			60	
4.ระยะห่างจาก รพ.สต ถึงสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ (กิโลเมตร)	0.65	9.8	6.93	3.40
5.%ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ค่าเฉลี่ยส่วนสูงอายุ 1-10 ปี (เปอร์เซ็นต์)	46.65	148.33	85.69	9.30
6. จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี เข้าใช้บริการที่ รพ.สต. (คนต่อเดือน)	8	444	210.59	109.36
7. จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ (คน)	0	3	1.80	1.16
8. อายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด (ปี)	72.90	74.75	73.89	0.72
9. อัตราตายของทารกต่อประชากรพันคน	5.90	7.60	6.6	0.58
10. อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจต่อประชากรพันคน	0	46.16	15.902	10.05

4.2 การประยุกต์แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจสำหรับคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

การใช้แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเป็นเครื่องมือสำหรับการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจจากตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพจำนวน 9 ตัวแปร มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

4.2.1 การแปลงข้อมูลตัวแปรต้น

เนื่องจากข้อมูลทุกตัวมีทั้งหมดเป็นข้อมูลประเภทตัวเลข (Numeric) จึงต้องแปลงให้เป็นข้อมูลประเภทตัวอักษร (Nominal scale) ตามข้อกำหนดของโปรแกรม RapidMiner รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.2 ถึงตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.2 การจัดระดับความเข้มข้นตามค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละออง

ลำดับ	ระดับความเข้มข้น*	ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	ต่ำมาก	0 – 39.9
2	ต่ำ	40 – 79.9
3	ปานกลาง	80 – 119.9
4	สูง	≥ 120

*เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปและการแบ่งคุณภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของกรมควบคุมมลพิษ, 2538

ตารางที่ 4.3 การแบ่งระยะห่างจาก รพสต. ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ

ลำดับ	ระยะใกล้/ไกล*	ระยะห่างจากสถานีตรวจวัด (km)
1	ระยะไกลมาก	7.8 - 10.2
2	ระยะไกล	5.2 - 7.7
3	ระยะใกล้	2.6 - 5.19
4	ระยะใกล้มาก	0 - 2.59

*วารสารข่าวสารอากาศและเสียง ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรมควบคุมมลพิษ, 2557

ตารางที่ 4.4 การแบ่งระดับภาวะโภชนาการของเด็ก อายุ 1-10 ปีตามอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักและส่วนสูง (% W/H)

ลำดับ	ระดับภาวะโภชนาการ*	ระดับช่วง %W/H
1	ปกติ	>90%
2	ต่ำเล็กน้อย	89.9% - 80%
3	ต่ำปานกลาง	79.9% - 70%
4	ต่ำมาก	<69.9%

*Waterlow JC. Note on the assessment and classification of PEM in children. Lancet 1973; 1:87-89.

ตารางที่ 4.5 การแบ่งระดับจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการ รพสต.

ลำดับ	ระดับจำนวนผู้เข้ารับบริการ*	จำนวนของเด็ก(คน)
1	จำนวนน้อยมาก	0-99
2	จำนวนน้อย	100-199
3	จำนวนปานกลาง	200-299
4	จำนวนมาก	≥300

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรพ.สต. ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

ตารางที่ 4.6 การแบ่งระดับจำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์

ลำดับ	ระดับจำนวน*	ระดับช่วงจำนวนของเด็ก(คน)
1	น้อยมาก	0-99
2	น้อย	100-299
3	ปานกลาง	300-499
4	มาก	≥500

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรพ.สต. ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

ตารางที่ 4.7 การแบ่งระดับอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด

ลำดับ	ระดับอายุขัย*	ระดับช่วงอายุขัยเฉลี่ย (ปี)
1	อายุขัยเฉลี่ยยืนยาวมาก	80 – 89.9
2	อายุขัยเฉลี่ยยืนยาว	70 – 79.9
3	อายุขัยเฉลี่ยต่ำ	60 – 69.9
4	อายุขัยเฉลี่ยต่ำมาก	50 – 59.9

*อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด ปี พ.ศ.2554-2557 จากการคาดประมาณของสถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล

ตารางที่ 4.8 การแบ่งระดับอัตราตายของทารกแรกเกิดต่อประชากรพันคน

ลำดับ	อัตราตาย*	อัตราตายของทารก (ต่อประชากรพันคน)
1	ต่ำมาก	1 -4.4
2	ต่ำ	4.5-7.5
3	ปานกลาง	7.6-10.2
4	สูง	10.3-12.9

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรายอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

ตารางที่ 4.9 การแบ่งระดับระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของเด็ก

ลำดับ	ระดับของกิจกรรม*	ระยะเวลา (นาที)
1	ปกติ	30 - 60
2	ต่ำกว่าเกณฑ์	0 - 29

* Physical activity guidelines of children (WHO, 2011)

ตารางที่ 4.10 การแบ่งระดับอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

ลำดับ	ระดับอัตราป่วย*	อัตราป่วย (ต่อประชากรพันคน)
1	ต่ำ	0 - 23.9
2	ปานกลาง	24 - 47.9
3	สูง	48 ขึ้นไป

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรายอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

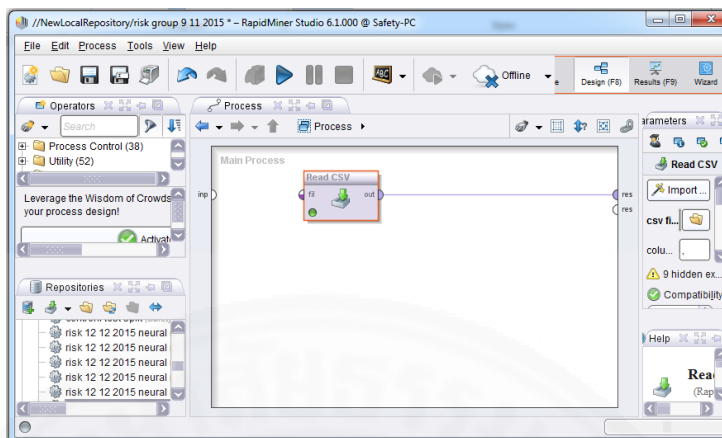
ตารางที่ 4.11 การแบ่งช่วงฤดูกาล

ลำดับ	ความหมาย*	ระยะเวลา
1	ฤดูหนาว	พ.ย.- ม.ค.
2	ฤดูร้อน	ก.พ.- พ.ค.
3	ฤดูฝน	มิ.ย.- ต.ค.

*กลุ่มภูมิอากาศ, สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, กรมอุตุนิยมวิทยา, กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2552.

4.2.2 การนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 นำข้อมูลจาก file excel แปลงเป็น file CSV. โดยการ import เข้าสู่โปรแกรม



ขั้นที่ 2 ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล

การตรวจสอบความผิดพลาดพิจารณาจากค่า Miss ซึ่งจะต้องเป็น 0 (ศูนย์) หมายถึงไม่มีข้อมูลที่กรอกผิดหรือข้อมูลที่สูญหาย เพื่อจะดำเนินการเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป หากค่า Miss มีค่าความผิดพลาด จะไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้

 A screenshot of the 'Result Overview' window in RapidMiner Studio. It displays a table of data attributes for the 'Read CSV' operator. The table has columns for 'Name', 'Type', 'Miss', and 'Filter (16 / 16 attributes)'. The 'Miss' column shows a value of 0 for all attributes, indicating no missing data. The 'Filter' column shows the distribution of values for each attribute.

Name	Type	Miss	Filter (16 / 16 attributes)
id	Polynomial	0	Least E9 (1) Most A1 (1)
name	Polynomial	0	Least Most
label	Polynomial	0	Least high res [...] rate (1) Most no risk (168)
PM10	Polynomial	0	Least high (80) Most low (120)
Physical act	Polynomial	0	Least normal (300) Most normal (300)
Distance	Polynomial	0	Least low (60) Most none (180)
Avg.weight of girl	Polynomial	0	Least normal (111) Most low weight (111)

4.2.3 ตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์กับลาเบลโดยใช้แบบจำลองต้นไม้

ตัดสินใจ

การตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์กับลาเบลของการใช้แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ ใช้การคำนวณค่า Entropy และ Information Gain (IG) ซึ่งต้องดำเนินการแบ่งจำนวนระดับช่วงของตัวแปรตามหรือแอตทริบิวต์ (จากนี้ไปจะใช้คำว่าแอตทริบิวต์) เพื่อใช้ในการ

คำนวณหาค่า Information Gain (IG) ต่อไป (การคำนวณค่า IG แสดงในภาคผนวก ค) การแบ่งจำนวนระดับช่วงของตัวแปรทรีบิตต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การแบ่งจำนวนระดับช่วงของแอตทริบิวต์สำหรับแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

แอตทริบิวต์	จำนวนข้อมูล
PM10 (ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละออง)	
ต่ำมาก	0
ต่ำ	120
ปานกลาง	100
สูง	80
ระยะห่างจากรพ.สต.ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ	
ระยะไกลมาก	180
ระยะไกล	60
ระยะใกล้	0
ระยะใกล้มาก	60
ระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของเด็ก	
ปกติ	300
ต่ำกว่าเกณฑ์	0
เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ส่วนสูงของเด็กอายุ 1-10 ปี	
ปกติ	93
เล็กน้อย	143
ปานกลาง	49
รุนแรง	15
จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต.	
จำนวนต่ำมาก	84
จำนวนต่ำ	51
จำนวนปานกลาง	104
จำนวนสูง	61

ตารางที่ 4.12 การแบ่งจำนวนระดับช่วงของแอดทริบิวต์สำหรับแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

แอดทริบิวต์	จำนวนข้อมูล
จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์	
ต่ำมาก	300
ต่ำ	0
ปานกลาง	0
สูง	0
อายุคาดเฉลี่ย	
ยืนยาวมาก	0
ยืนยาว	300
ยืนยาวต่ำ	0
ยืนยาวต่ำมาก	0
อัตราการตายของทารกแรกเกิดต่อประชากรพันคน	
ต่ำมาก	0
ต่ำ	240
ปานกลาง	60
สูง	0
อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจต่อประชากรพันคน	
ต่ำ	233
ปานกลาง	77
สูง	0

การแบ่งจำนวนระดับช่วงของตัวแปรเพื่อเตรียมเข้าสู่แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจจะมีการคำนวณค่า Entropy และ Information Gain (IG) เพื่อทำการคัดเลือกแอตทริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสหรือลาเบลมากที่สุดขึ้นมาเป็นโหนดบนสุดของ TREE (Root node) หลังจากนั้นก็จะหาแอตทริบิวต์ถัดไปเรื่อยๆ ซึ่งคำนวณค่า Entropy และ Information Gain (IG) จากสูตรของเอกสิทธิ์ พชรวงศ์ศักดิ์, (2557)

จากสูตร

$$\text{Entropy (C1)} = -p(\text{C1}) \log p(\text{C1})$$

$$\text{IG (parent)} = \text{Entropy (parent)} - [p(\text{c1}) \times \text{Entropy}(\text{c1}) + p(\text{c2}) \times \text{Entropy}(\text{c2}) + \dots]$$

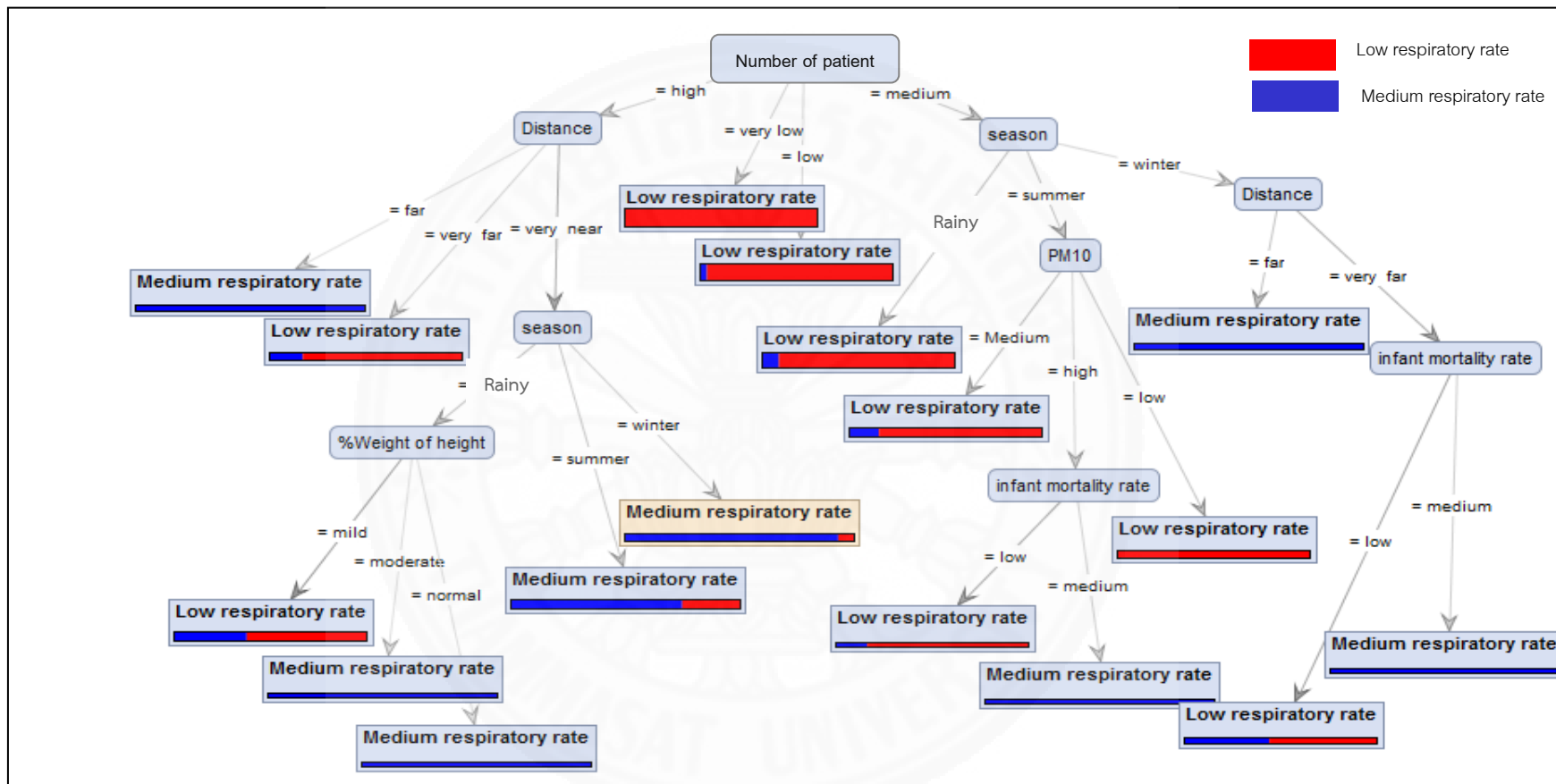
Entropy (C1) โหนดลูก	หมายถึง ค่าที่ใช้วัดความแตกต่างกันของข้อมูล
p (c1)	หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นของค่า C1
Information Gain IG (parent)	หมายถึง การหาความสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์
Entropy (parent)	หมายถึง ค่าที่ใช้วัดความแตกต่างกันของข้อมูล โหนดบนหรือเป็นโหนดแม่

จากสูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า Entropy ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันน้อยค่า Entropy จะมีค่าต่ำ แต่ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันมากค่า Entropy จะมีค่าสูง ดังนั้นถ้าข้อมูล Entropy ของโหนดลูกสามารถแบ่งแยกข้อมูลได้ดีจะมีค่า Entropy ต่ำ และจะทำให้ค่า IG มีค่าสูงอยู่เป็นโหนดบน (parent) (เอกสิทธิ์ พชรวงศ์ศักดิ์,2557) Information Gain (IG) ของตัวแปรทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ค่า Information Gain IG ของแอททริบิวต์

แอททริบิวต์	กลุ่มใกล้โรงโม่บดหิน
1.ฤดูกาล	0.0795
2.ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ PM ₁₀	0.104
3.ระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของเด็ก	0
4.ระยะห่างจาก รพ.สต.ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ	0.20
5. % W/H ของเด็กอายุระหว่าง 1-10ปี	-0.016
6.จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต.	0.248
7.จำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์	0.0
8.อายุคาดเฉลี่ย	0.0
9.อัตราการตายของทารก	0.009

จากตารางค่า Information Gain (IG) ของอัตราป่วยของโรคระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์กับจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใช้ใน รพ.สต. มากที่สุดจึงให้จำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใช้ใน รพ.สต. เป็น Root Node ของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ เมื่อนำเข้าวิเคราะห์พบว่าค่า Information Gain ของจำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการใช้ใน รพ.สต., ระยะห่างจาก รพ.สต. ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ, ฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนและฤดูกาล มีความสัมพันธ์กับอัตราการเป็นโรคระบบทางเดินหายใจด้วยค่า 0.248, 0.20, 0.104, 0.0795 ตามลำดับ ดังแสดงในแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจตามภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเพื่อดูความเชื่อมโยงระหว่างจำนวนเด็กในพื้นที่เสี่ยงที่เข้าใช้บริการ รพ.สต. และอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ พบว่ามี 5 ตัวแปรที่มีความเชื่อมโยงกับอัตราป่วย ได้แก่ (1) ระยะทางระหว่าง รพ.สต. กับสถานีดตรวจวัด (2) ภาวะการเจริญเติบโต (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อส่วนสูงของเด็ก) (3) ฤดูกาล (4) อัตราตายของทารกแรกเกิด และ (5) ความเข้มข้น PM₁₀ ดังนั้นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของเด็กอายุ 1-10 ปี โดยเริ่มจาก Root node-จำนวนเด็กที่เข้าใช้บริการ รพ.สต. จึงต้องแบ่งออกเป็น 3 กรณี (scenarios) ดังนี้

1) เมื่อมีจำนวนเด็กที่เข้าใช้บริการน้อย (จำนวนเด็กต่ำกว่า 199 คนต่อเดือน) อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจมีระดับต่ำ (อัตราป่วย ต่ำกว่า 23.9 ต่อประชากรพันคนต่อเดือน) โดยไม่มีความเชื่อมโยงกับทั้งห้าตัวแปร

2) เมื่อมีจำนวนเด็กที่เข้าใช้บริการปานกลาง (จำนวนเด็ก 200 – 299 คนต่อเดือน) พบว่า

2.1) อัตราป่วยระดับต่ำ (อัตราป่วย ต่ำกว่า 23.9 ต่อประชากรพันคนต่อเดือน) มีความเชื่อมโยงกับฤดูฝน ระดับความเข้มข้น PM₁₀ ต่ำถึงระดับปานกลาง อัตราตายของทารกแรกเกิดระดับต่ำ และระยะทางระหว่าง รพ.สต.กับสถานีดตรวจวัดที่ไกลมาก

2.2) อัตราป่วยระดับปานกลาง (อัตราป่วย 24 – 47.9 ต่อประชากรพันคนต่อเดือน) มีความเชื่อมโยงกับฤดูหนาว และฤดูร้อนระดับความเข้มข้น PM₁₀ ระดับสูง (ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง มากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) อัตราตายของทารกแรกเกิดระดับปานกลางและระยะทางระหว่างรพ.สต.กับสถานีดตรวจวัดที่ไกล

3) เมื่อมีจำนวนเด็กที่เข้าใช้บริการสูง (จำนวนเด็กมากกว่า 300 คนต่อเดือน) พบว่าตัวแปรที่มีความเชื่อมโยงกับระดับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจได้แก่ (1) ระยะทางระหว่าง รพ.สต. กับสถานีดตรวจวัด (2) ฤดูกาล และ (3) ภาวะการเจริญเติบโต โดยที่

3.1) อัตราป่วยระดับต่ำ (อัตราป่วย ต่ำกว่า 23.9 ต่อประชากรพันคนต่อเดือน) มีความเชื่อมโยงกับระยะทางระหว่าง รพ.สต.กับสถานีดตรวจวัดที่ไกลและไกลมาก

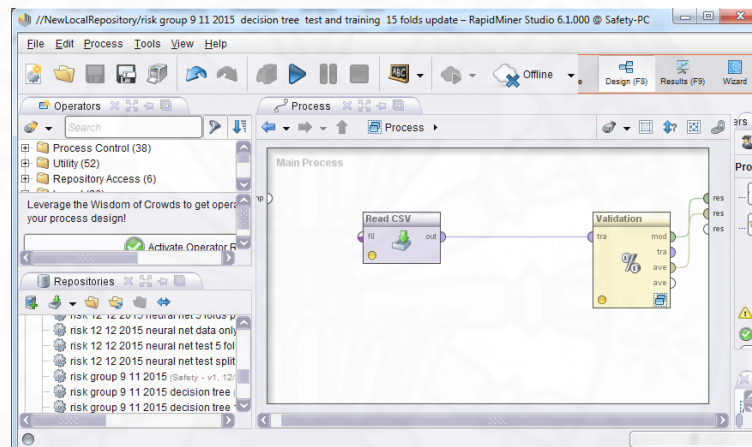
3.2) แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างอยู่ใกล้มากอัตราป่วยระดับต่ำ (อัตราป่วย ต่ำกว่า 23.9 ต่อประชากรพันคนต่อเดือน) ขึ้นกับฤดูฝน และภาวะการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย ขณะที่ในฤดูหนาวและฤดูร้อน อัตราป่วยจะอยู่ในระดับปานกลางโดยเฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีภาวะการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าเกณฑ์ระดับปานกลางถึงระดับปกติ

4.2.4 ตรวจสอบประสิทธิภาพและการสร้างแบบจำลองใหม่

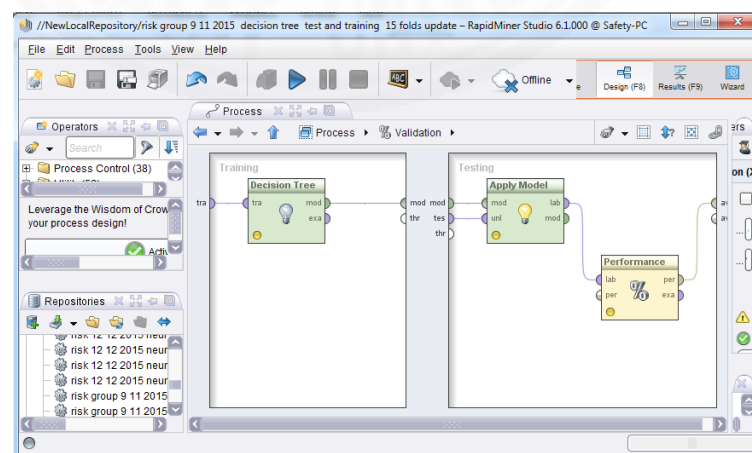
วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพและการสร้างแบบจำลองใหม่ตามเทคนิคแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมด จำนวน 9 ตัวแปรชนิดแอททริบิวต์ และ 1 ตัวแปรชนิดลาเบล ป้อนเข้าสู่แบบโปรแกรม Rapidminer ซึ่งข้อมูลแบ่งเป็น 2 ชุดคือ ข้อมูลชุดเรียนรู้ (Training set) หรือข้อมูลชุดสร้างตัวแบบ และข้อมูลชุดทดสอบ (Test set) โดยวัดประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) รายละเอียดแสดงเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การป้อนข้อมูลและการแบ่งข้อมูลด้วยวิธี Folds cross – validation test

หรือ Split validation (ตามรูป)



ขั้นที่ 2 สร้างแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและการคำนวณค่าความถูกต้อง (Accuracy)



ขั้นที่ 3 แสดงผลค่าความถูกต้องของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

05 2016 decision tree test and training 60 20 split validation add WH - RapidMiner Studio 6.1.000 @ Safety-PC

Offline

Table View Plot View

accuracy: 73.33%

	true medium respirator	true low respiratory rate	true high respiratory rat	true very low respiratory	class pre
pred. medium respirat	6	3	0	1	60.00%
pred. low respiratory ra	9	33	0	10	63.46%
pred. high respiratory r:	0	0	0	0	0.00%
pred. very low respirato	0	9	0	49	84.48%
class recall	40.00%	73.33%	0.00%	81.67%	

ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่ได้จากแบบจำลองจะทำการเปรียบเทียบด้วยวิธี Split test 50%, 60%, 70%, และด้วยวิธี Cross-validation test ประกอบด้วย 5 folds cross validation, 10 folds cross validation, 15 folds cross validation แสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลการสร้างและการทดสอบ แบบจำลอง

การแบ่ง กลุ่ม	ค่าความถูกต้อง (Accuracy)					
	50%	60%	70%	5 Folds	10 Folds	15 Folds
	Split validation	Split validation	Split validation	Cross-validation	Cross-validation	Cross-validation
	68.67%	73.33%	68.89%	83.00%	86.33%	85.67%
				+/- 5.31%	+/- 5.67%	+/- 8.54%

จากตารางการเปรียบเทียบการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองและทดสอบแบบ คือ K- Folds cross validation พบว่าการแบ่งข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยค่า Accuracy 86.33%+/- 5.67% และ 98.33%+/-2.92% ตามลำดับ ดังนั้น จึงเลือกการแบ่งข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพวิธี 10 Folds cross validation ในการทดสอบซึ่งคำนวณค่า Confusion matrix ในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 Confusion matrix ของกลุ่มตัวอย่าง

Predicted/ Actual	Ture medium respiratory rate	Ture low respiratory rate	Class precision
Pred.medium respiratory rate	48	12	80%
Pred.low respiratory rate	29	211	87.92%
Class recall	62.34%	94.62%	

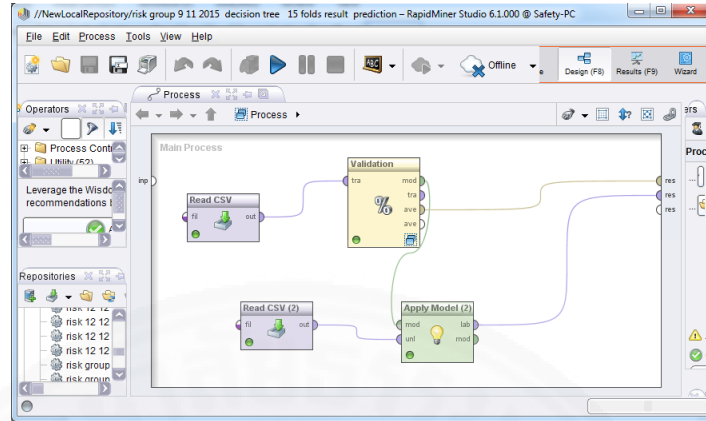
วัดความถูกต้องของแบบจำลองโดยการพิจารณาแยกที่ละคลาส จากค่า Recall หรือค่า Sensitivity (ตารางที่ 4.15) พบว่า แบบจำลองมีความถูกต้องมากที่สุดเมื่อใช้ทำนาย Ture low respiratory rate คิดเป็น 94.62% รองลงมาคือค่าการทำนายของ Ture medium respiratory rate ซึ่งมีค่า 62.34%

นอกจากนี้ยังพบค่าความแม่นยำ (precision) ในการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยการพิจารณาแยกที่ละคลาสค่า Pred.low respiratory rate มีค่ามากที่สุด 87.92% รองลำดับลงมา Pred.medium respiratory rate 80% ซึ่งการวัดค่าความถูกต้องของ Recall และ precision มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ สามารถทำนายได้ดีทั้ง low respiratory rate และ medium respiratory rate

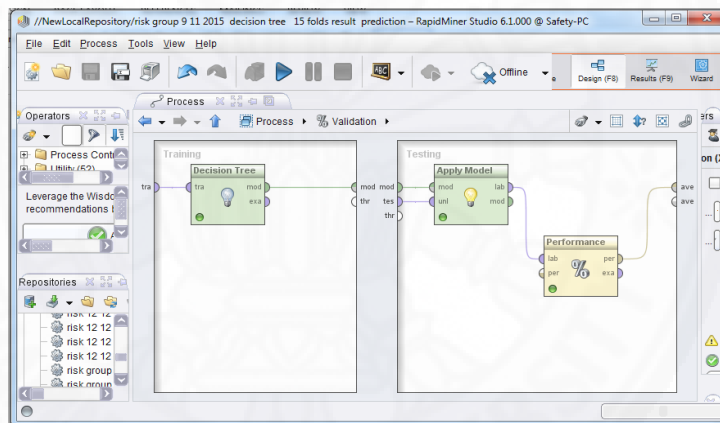
4.2.5 การคาดการณ์ (Predict) โรคระบบทางเดินหายใจด้วยแบบจำลองที่สร้าง

หลังจากตรวจสอบประสิทธิภาพและการสร้างแบบจำลองใหม่ ซึ่งนำข้อมูลชุดเดิมใส่การในทดสอบ ยกเว้นลาเบลหรือตัวแปรตามให้ตัดออกก่อนนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองในการคาดการณ์ผลอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ดังรายละเอียดแสดง 4 ขั้นตอนถัดไปหรือขั้นตอนการดำเนินการอย่างละเอียดแสดงใน ภาคผนวก ก และ ข

ขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองในการทำนายข้อมูลใหม่



ขั้นที่ 2 ทดสอบแบบจำลองด้วยวิธี K-folds validation

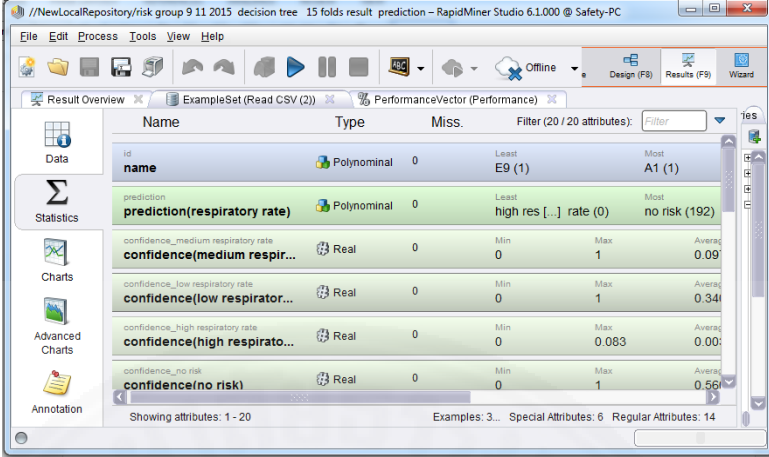


ขั้นที่ 3 ผลการทำนายหรือคาดการณ์ที่ได้พร้อมค่าความน่าจะเป็น

The screenshot shows the 'Result Overview' window in RapidMiner Studio. It displays a table with 12 rows of data, each representing a prediction result. The columns include 'Row', 'name', 'prediction(respiratory ra...', 'confidence(medium respir...', 'confidence(low respir...', 'confidence(high ...', and 'confidence(no ris...'. The data is as follows:

Row	name	prediction(respiratory ra...	confidence(medium respir...	confidence(low respir...	confidence(high ...	confidence(no ris...
1	A1	medium respiratory rate	0.667	0.333	0	0
2	A2	medium respiratory rate	0.538	0.385	0	0.077
3	A3	low respiratory rate	0.167	0.833	0	0
4	A4	medium respiratory rate	1	0	0	0
5	A5	no risk	0	0.333	0	0.667
6	A6	no risk	0	0.333	0	0.667
7	A7	medium respiratory rate	1	0	0	0
8	A8	no risk	0	0.333	0	0.667
9	A9	low respiratory rate	0.167	0.833	0	0
10	A10	medium respiratory rate	0.538	0.385	0	0.077
11	A11	medium respiratory rate	0.538	0.385	0	0.077
12	A12	medium respiratory rate	0.833	0.083	0.083	0

ขั้นที่ 4 ผลการทำนายหรือคาดการณ์ที่ได้พร้อมค่าทางสถิติ



Name	Type	Miss.	Least	Most	Average
name	Polynomial	0	E9 (1)	A1 (1)	
prediction	Polynomial	0	high res [...]	rate (0)	no risk (192)
confidence_medium respiratory rate	Real	0	0	1	0.09
confidence_low respirator...	Real	0	0	1	0.34
confidence_high respirato...	Real	0	0	0.083	0.00
confidence_no risk	Real	0	0	1	0.56

ผลคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ แสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบผลคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

การแบ่งระดับกลุ่มอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ	ข้อมูลจริงจากการเก็บรวบรวมข้อมูล		การคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง	
	จำนวนชุดข้อมูล	สัดส่วน	จำนวนชุดข้อมูล	สัดส่วน
Low respiratory rate	223	0.743	230	0.767
Medium respiratory rate	29	0.097	70	0.233
High respiratory rate	1	0	0	0
Total	300	1	300	1

จากตารางคาดการณ์การอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจที่สัมพันธ์กับกลุ่มตัวชี้วัดแยกได้ 9 แอททริบิวต์ของกลุ่มตัวอย่างพบว่าสัดส่วน Low respiratory rate, Medium respiratory rate, High respiratory rate มีสัดส่วน 0.767, 0.233, 0 ตามลำดับ ผลการคาดการณ์คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในกลุ่ม Low respiratory rate และ Medium respiratory rate และไม่สามารถใช้คาดการณ์เมื่ออัตราป่วยมีค่าสูง (High respiratory rate) ได้

ตารางที่ 4.17 ค่าความเชื่อมั่นของผลการคาดการณ์กลุ่มตัวอย่างของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

การแบ่งระดับกลุ่มอัตราการเป็น โรคระบบทางเดินหายใจ	ค่าความเชื่อมั่น (confidence)			
	Min	Max	Average	Deviation
Low respiratory rate	0	1	0.743	0.354
Medium respiratory rate	0	1	0.257	0.354
High respiratory rate	0	0	0	0

ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ของผลการคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในกลุ่มตัวอย่างตามการแบ่งระดับอัตราป่วย 3 ระดับ พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย 0.743, 0.257, 0.0 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นสูงสุดมีค่า 0.743 (หรือ 74.3%) สำหรับการคาดการณ์อัตราป่วย Low respiratory rate รองลงมาคือ Medium respiratory rate มีค่า 0.257 (หรือ 25.7%) และค่าความเชื่อมั่นน้อยมาก (น้อยกว่า 10%) พบในกลุ่ม High respiratory rate กล่าวคือแบบจำลองนี้สามารถทำนายได้ดีเมื่อจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจอยู่ในระดับต่ำ

4.3 การประยุกต์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

การใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโรคระบบทางเดินหายใจและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน และปัจจัยกำหนดสุขภาพ 9 ปัจจัย (9 ตัวแปร) โดยใช้โปรแกรม Rapidminer ข้อมูลที่รวบรวมเป็นข้อมูลประเภทตัวเลข (Numeric) มีความเหมาะสมในการนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม แต่ตัวแปรตามหรือลาเบลต้องมีการแบ่งระดับอัตราโรคระบบทางเดินหายใจ เป็น 3 ระดับเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการวิจัย แสดงในตารางที่ 4.18

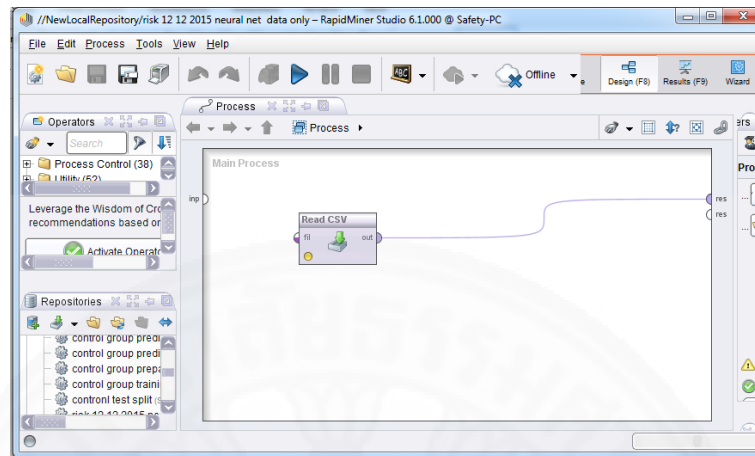
ตารางที่ 4.18 เกณฑ์การแบ่งระดับอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

ลำดับ	ระดับอัตรา*	อัตราป่วยต่อประชากรพันคน
1	ระดับต่ำ (Low)	0 - 23.9
2	ระดับปานกลาง (Medium)	24 - 47.9
3	ระดับสูง (High)	48 ขึ้นไป

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรายอำเภอเฉลิมพระเกียรติและอำเภอเมืองสระบุรี จังหวัดสระบุรี

4.3.1 นำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมของโปรแกรม Rapidminer ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 นำข้อมูลจาก file excel แปลงเป็น file CSV. โดยการ import เข้าสู่โปรแกรม



ขั้นที่ 2 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลพิจารณาจากค่า Miss จะต้องเป็น 0 (ศูนย์) หมายถึง ไม่มีข้อมูลที่กรอกผิดหรือข้อมูลที่สูญหาย เพื่อจะดำเนินการเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป หากค่า Miss มีค่าความผิดพลาด จะไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้

 A screenshot of the 'Result Overview' window in RapidMiner Studio. The window displays a table of data attributes. The table has columns for 'Name', 'Type', 'Miss', and 'Filter (16 / 16 attributes)'. The 'Miss' column shows the number of missing values for each attribute.

Name	Type	Miss	Filter (16 / 16 attributes)
id	Polynomial	0	Least E9 (1)
name	Nominal	0	Least 4 (1)
respiratory rate	Nominal	0	Least 4 (1)
PM10	Real	0	Min 45
Physical act	Integer	0	Min 60
Distance	Real	0	Min 0.650
Avg.weight of girl	Real	0	Min 3.070

 The window also shows a sidebar with 'Data', 'Statistics', 'Charts', and 'Advanced Charts' options. The bottom status bar indicates 'Showing attributes: 1 - 16' and 'Exam... Special Attributes: 2 Regular Attributes:'.

4.3.2 ตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์กับลาเบลโดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

การตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์กับลาเบลของแบบจำลอง ANN นั้นต้องกำหนดค่าน้ำหนัก (weight) ที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดชั้น input และโหนดในชั้น Hidden และค่าน้ำหนัก (weight) ที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดในชั้น hidden และโหนดในชั้น Output แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเสี่ยงและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4.19 และตารางที่ 4.20

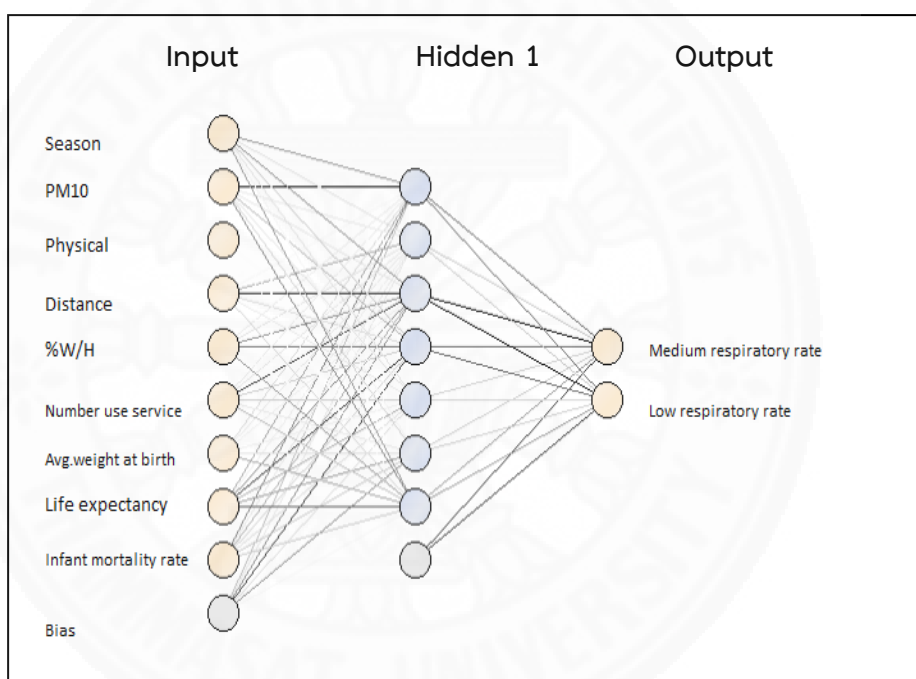
ตารางที่ 4.19 ค่าน้ำหนักเริ่มต้นของเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดในชั้น Input และ ชั้น Hidden ของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปรต้นหรือแอตทริบิวต์	Node 1 (sigmoid)	Node 2 (sigmoid)	Node 3 (sigmoid)	Node 4 (sigmoid)	Node 5 (sigmoid)	Node 6 (sigmoid)	Node 7 (sigmoid)
1.Season	4.747	-1.246	5.343	2.545	-1.290	0.447	4.974
2.PM10	-12.036	-0.945	-1.100	-3.387	1.218	-2.038	5.885
3.Physical activity	0.0	0.027	0.040	0.002	0.031	-0.013	-0.007
4.Distance	0.214	4.031	11.252	-1.463	0.783	0.021	1.851
5.% W/H	0.842	1.169	-5.208	6.522	0.064	0.018	-4.650
6. Number of patient	-0.951	1.053	-8.570	2.102	-2.310	-0.906	-2.995
7.number Avg.weight at birth	1.730	-0.959	-0.587	-0.002	0.634	-1.249	4.161
8.Life expectancy	4.348	-0.686	-5.811	9.476	3.720	4.582	7.526
9. Infant mortality rate	5.874	0.969	-3.986	2.008	-1.446	2.437	2.315
Bias	-2.986	-0.979	-5.610	-9.636	-1.674	-5.442	0.181

ตารางที่ 4.20 ค่าน้ำหนักเริ่มต้นของเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดในชั้น Hidden และ ชั้น Output กลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปรตามหรือลาเบล	Node 1 (sigmoid)	Node 2 (sigmoid)	Node 3 (sigmoid)	Node 4 (sigmoid)	Node 5 (sigmoid)	Node 6 (sigmoid)	Node 7 (sigmoid)	Threshold
Class 1 (Sigmoid) Low respiratory rate	6.994	2.537	11.491	6.999	1.914	2.174	4.734	-9.430
Class 2 (Sigmoid) Medium respiratory rate	-6.994	-2.536	-11.492	-6.998	-1.914	-2.177	-4.735	9.430

แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมของกลุ่มตัวอย่างมี ตัวแปรจำนวน 9 ตัวแปร พบว่า ตัวแปรจำนวน 8 ตัวแปร ประกอบด้วย ฤดูกาล, ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (PM₁₀), ระยะห่างจากรพ.สต. ถึงสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ, จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี เข้าใช้บริการที่ รพ.สต., เปอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ค่าเฉลี่ยส่วนสูง, จำนวนน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์, อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด (ปี) และอัตราการตายของทารกต่อประชากรพันคน มีความสัมพันธ์กับอัตราการป่วยโรคระบบทางเดินหายใจเชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายแต่ระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายของเด็กไม่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายของเด็กไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ดังแสดงในภาพที่ 4.2

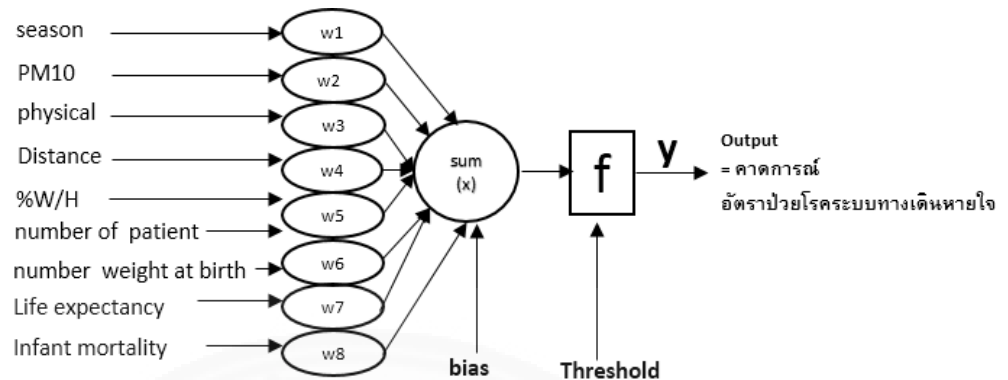


ภาพที่ 4.2 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับกลุ่มตัวอย่าง

4.3.3 การสร้างแบบจำลองด้วยข้อมูลเทรนนิ่ง ดาต้า (Training data)

การสร้างแบบจำลองด้วยข้อมูลเทรนนิ่งดาต้า (Training data) ด้วยค่าน้ำหนัก (weight) ที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดชั้น Input และโหนดในชั้น Hidden ของกลุ่มตัวอย่าง ในตารางที่ 4.19 และ 4.20 นำค่าแอดทริบิวต์จำนวน 9 ตัวแปรที่แปลงแล้วมาใส่ ในสมการเพื่อส่งไปยัง activate function รายละเอียดดังนี้ 1) กระบวนการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม และ 2) หลักการคำนวณหาสมการสำหรับคาดการณ์แอดทริบิวต์หรือตัวแปร ดังนี้

1) กระบวนการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม



สมการ(1) $Sum(x) = (input_1 \times weight_1 + input_2 \times weight_2 \dots\dots\dots)$

สมการ.....(2) $f(x) = 1 / 1 + e^{-x}$

สมการ.....(3) $y = f(\sum Norm_attribute \times weight\ of\ node) + threshold$

Sum (x) = ค่าผลรวมของ Norm_attribute x weight of node

Weight = น้ำหนัก (weight) ของแต่ละแขน

f(x) = ฟังก์ชันปรับค่าน้ำหนัก (activation function)

2) หลักการคำนวณหาสมการ คาดการณ์ตัวแอททริบิวต์ ดังนี้

2.1) หาค่า Rang ค่า Rang คือค่าสูงสุดและต่ำสุดของตัวแอททริบิวต์หารด้วยสองตั้ง

สมการ

สูตร (1)

$$Rang = \frac{\text{ค่าสูงสุดของแอททริบิวต์} - \text{ค่าต่ำสุดของแอททริบิวต์}}{2}$$

2.2) หาค่า Base ค่า Base คือ ค่าสูงสุดและต่ำสุดของตัวแอททริบิวต์รวมกันหารด้วย

สอง

ตั้งสมการ

สูตร (2)

$$Base = \frac{\text{ค่าสูงสุดของแอททริบิวต์} + \text{ค่าต่ำสุดของแอททริบิวต์}}{2}$$

2.3) หาค่า Norm_attribute โดยนำค่า Rang และค่า Base จากสูตร (1) และ (2) ดัง
สมการ

สูตร (3)

$$\text{Norm_attribute} = \frac{\text{ค่าของแอตทริบิวต์} - \text{base}}{\text{Rang}}$$

2.4) นำค่า Norm_attribute ไปหาผลรวม ได้ค่า SUM หรือค่าผลรวมของแต่ละ
นิวรอน

ในชั้นซ่อนของแต่ละโหนด

สูตร (4)

$$\text{ค่า Sum (x)} = \text{Norm_attribute แต่ละattribute} \times \text{Node (sigmoid)} \\ \text{ชั้น input and Hidden}$$

ผล ค่า Sum (x) ของแต่ละโหนด

Norm_attribute แต่ละattribute x Node (sigmoid) ชั้น input and Hidden	Node 1 (sigmoid)	Node 2 (sigmoid)	Node 3 (sigmoid)	Node 4 (sigmoid)	Node 5 (sigmoid)	Node 6 (sigmoid)	Node 7 (sigmoid)
ค่า Sum (x)	-13.021	-2.944	-10.697	-2.31	-2.007	-1.597	-5.621

2.5) นำค่า SUM (x) หรือค่าผลรวมของแต่ละนิวรอนในชั้นซ่อนของแต่ละโหนด
เปรียบเทียบกับ

ค่า threshold ถ้ามีค่า Sum (x) น้อยกว่า ค่า threshold จะไม่เกิด output

ภัททิตรา ล้อมเล็ก, (2557) ดังสมการที่ 5

สูตร (5)

$$\text{If (sum (Norm_attribute} \times \text{weight)} > \text{threshold then output}$$

ตารางที่ 4.21 เปรียบเทียบระหว่าง ค่า Sum (x) และค่า Threshold ของ Output

Norm_attribute แต่ละattribute × Node (sigmoid) ชั้น input and Hidden	Node 1 (sigmoid)	Node 2 (sigmoid)	Node 3 (sigmoid)	Node 4 (sigmoid)	Node 5 (sigmoid)	Node 6 (sigmoid)	Node 7 (sigmoid)	สรุปการเปรียบเทียบ ระหว่าง ค่า Sum(x) กับ ค่าThreshold
ค่า Sum (x)	-13.021	-2.944	-10.697	-2.31	-2.007	-1.597	-5.621	
ค่า Threshold ของ Class 1 (Sigmoid) Low respiratory rate	-9.43	-9.43	-9.43	-9.43	-9.43	-9.43	-9.43	Low respiratory rate ของแต่ละโหนดมีค่า มากกว่า ค่า Threshold แสดงว่า Low respiratory rate สามารถ เกิดผลการ คาดการณ์ได้
ค่า Threshold ของ Class 2 (Sigmoid) Medium respiratory rate	9.43	9.43	9.43	9.43	9.43	9.43	9.43	Medium respiratory rate ของแต่ละโหนดมี ค่าน้อยกว่า ค่า Threshold แสดงว่า Medium respiratory rate ไม่สามารถ เกิดผลการ คาดการณ์ได้

จากตารางที่ 4.21 สรุปการเปรียบเทียบ ระหว่าง ค่า Sum(x) กับ ค่าThreshold Low respiratory rate ของแต่ละโหนดมีค่ามากกว่า ค่า Threshold แสดงว่า Low respiratory rate สามารถ เกิดผลการคาดการณ์ได้ แต่ Medium respiratory rate ของแต่ละโหนดมีค่าน้อยกว่าค่า Threshold แสดงว่า Medium respiratory rate ไม่สามารถเกิดผลการคาดการณ์ได้

2.6) นำค่า Sum (x) หรือค่าผลของแต่ละนิวรอนในชั้นซ่อนของแต่ละโหนด ทำการปรับค่าผลรวมด้วยฟังก์ชันถ่ายโอน Log-sigmoid หรือฟังก์ชันการปรับค่าน้ำหนัก (activation function) ดังสมการที่ 6

$$\text{สูตร (6) } f(x) = 1/1+e^{-x}$$

2.7) นำค่า f(x) หรือ ค่าผลรวมด้วยฟังก์ชันถ่ายโอน Log-sigmoid ของแต่ละโหนดที่คำนวณค่า มาคูณกับค่า Sigmoid ของ Output คือ ระดับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ ดังสมการที่ 7

สูตร (7) $y = ((f(x) \times \text{weight of node of output} + \dots) + \text{threshold of low respiratory rate})$ ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ค่าผลรวมด้วยฟังก์ชันถ่ายโอน Log-sigmoid หรือฟังก์ชันการปรับค่าน้ำหนัก (Activate function)

Norm_attribute แต่ละattribute x Node (sigmoid) ชั้น input and Hidden	Node 1 (sigmoid)	Node 2 (sigmoid)	Node 3 (sigmoid)	Node 4 (sigmoid)	Node 5 (sigmoid)	Node 6 (sigmoid)	Node 7 (sigmoid)	ค่า sum ของ (y) low respiratory rate
1. ค่า Sum (x)	-13.021	-2.944	-10.697	-2.31	-2.007	-1.597	-5.621	
2. f(x) ของกลุ่มตัวอย่าง	2.21E-06	0.05	0.0000236	0.09	0.118	0.168	0.0036	
3. Class 1 (Sigmoid) Low respiratory rate	6.994	2.537	11.491	6.999	1.914	2.174	4.734	
4. (y) low respiratory = ค่า f(x)ของกุ่มตัวอย่าง × class 1 (low)	1.54567E-05	0.12685	0.000271188	0.62991	0.225852	0.365232	0.0170424	1.365173044

จากตารางที่ 4.22 สามารถคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ (low respiratory disease rate) ได้ 1 ระดับ เพราะค่าผลรวมของทุกโหนดของอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ มีค่ามากกว่า ค่า Threshold ชั้น Hidden และ ชั้น Output ของอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ (low respiratory disease rate)

2.8) การคำนวณของอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำของกลุ่มตัวอย่าง

$$y_{low1} = (2.21E-06 \times 6.994) + (0.05 \times 2.537) + (0.0000236 \times 11.491) + (0.090 \times 6.999)$$

$$+ (0.118 \times 1.914) + (0.168 \times 2.174) + (0.00360 \times 4.743) + (-9.43)$$

$$y_{low1} = 1.365 + (-9.43)$$

$$y_{low1} = -8.065$$

ดังนั้น สามารถคำนวณหาค่า Activate function = $y(f)_{low} = 1/1+e^{-x}$

$$= 1/1+e^{8.065} = 1/1+3181.15$$

$$= 0.0003142$$

สมการการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำของกลุ่มตัวอย่าง

$$y(f)_{low \text{ respiratory rate}} = 0.0003142$$

2.9) ค่าการคาดการณ์ที่ได้ คือ $y(f)_{low \text{ respiratory rate}} = 0.0003142$ ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งสามารถคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ด้วยการแปลงค่ากลับให้ไปอยู่ในช่วงของข้อมูลของแต่ละแอตทริบิวต์ในข้อมูลเทรนนิ่ง ดังนี้

1) ค่าการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำของกลุ่มตัวอย่างแอตทริบิวต์ของ จำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใน รพสต.

$$\text{Rang} = (\text{max}-\text{min})/2 = \frac{(444-8)}{2} = 218$$

$$\text{Base} = (\text{max} + \text{min})/2 = \frac{(444+8)}{2} = 226$$

การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำของกลุ่มตัวอย่าง

Low respiratory rate ของกลุ่มตัวอย่าง = $(0.0003142 \times 218) + 226 = 226.06$

สรุปได้ว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม สามารถคาดการณ์จำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใน รพ.สต. ออกมาได้ 226.06

2) นำผลการคาดการณ์ไปใช้ในแต่ละแอททริบิวต์ พิจารณานำแอททริบิวต์จำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใน รพ.สต.

Low respiratory rate ของกลุ่มตัวอย่าง = $(0.0003142 \times 218) + 226 = 226.06$

การแปลผล : เมื่อมีจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใน รพ.สต. จำนวน 200 คนต่อเดือนในปัจจุบัน สามารถคาดการณ์ได้ว่า ในเดือนถัดไปจะมีจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใน รพ.สต.

$226.06 - 200 = 26.06$ ซึ่ง 26.06 เป็น ค่า error

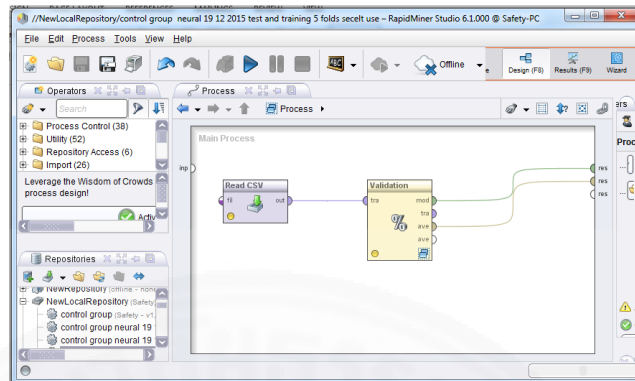
ดังนั้น ในเดือนถัดไปจะมีจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการใน รพ.สต. $200 - 26.06$

= 173.94 คนต่อเดือนและมีอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ (อัตราป่วยต่ำกว่า 23.9 ต่อประชากรพันคนต่อเดือน)

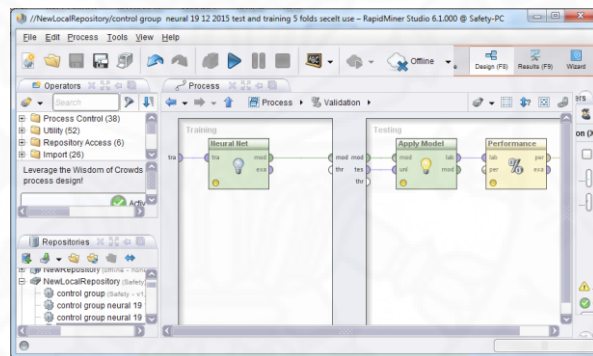
4.3.4 การตรวจสอบประสิทธิภาพและการสร้างแบบจำลองใหม่

วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพและการสร้างแบบจำลองใหม่ เลือกใช้โปรแกรม Rapid miner มาช่วยในการสร้างและทดสอบตัวแบบด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยตัวแบบที่ได้จะอยู่ในรูปของกฎการจำแนกประเภทข้อมูลจากการเรียนรู้ด้วยข้อมูลชุดเรียนรู้ (Training set) หรือข้อมูลชุดสร้างตัวแบบแล้วนำไปทดสอบด้วยข้อมูลชุดทดสอบ (Test set) โดยวัดที่ประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 การป้อนข้อมูลและการแบ่งข้อมูลด้วยวิธี K-Folds cross – validation หรือ Split-validation



ขั้นที่ 2 สร้างแบบจำลอง Neural Net และการคำนวณค่าความถูกต้อง (Accuracy)



ขั้นที่ 3 ค่าความถูกต้องของแบบจำลอง Neural Net (โครงข่ายประสาทเทียม)

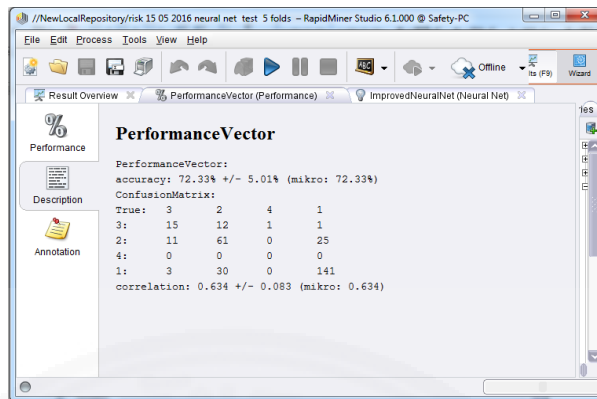
Result Overview: PerformanceVector (Performance) ImprovedNeuralNet (Neural Net)

Criterion: accuracy

Performance: accuracy: 72.33% +/- 5.01% (mikro: 72.33%)

	true 3	true 2	tr
pred. 3	15	12	1
pred. 2	11	61	0
pred. 4	0	0	0
pred. 1	3	30	0
class recall	51.72%	59.22%	0

ขั้นที่ 4 ค่า Performance Vector



จากตรวจสอบประสิทธิภาพและการสร้างแบบจำลองใหม่ของโครงข่ายประสาทเทียมของกลุ่มตัวอย่างแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลในการสร้างแบบจำลองและการทดสอบ

การแบ่งกลุ่ม	ค่าความถูกต้อง(Accuracy)					
	50% Split validation	60% Split validation	70% Split validation	5 Folds Cross-validation	10 Folds Cross-validation	15 Folds Cross-validation
	86.0%	86.56%	84.9%	86.10% +/- 5.27%	86.33% +/- 3.79%	84.67% +/- 7.85%

จากตารางพบว่าการเปรียบเทียบการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองและทดสอบ แบบสอง คือ K-Folds cross - validation พบว่าการแบ่งข้อมูลแบบ 10 folds cross-validation มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยค่า Accuracy มีค่า 86.33% +/- 3.79% ดังนั้น จึงเลือกการแบ่งข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพวิธี 10 folds cross - validation ในการทดสอบซึ่งคำนวณค่า Confusion matrix ในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 Confusion matrix ของกลุ่มตัวอย่าง

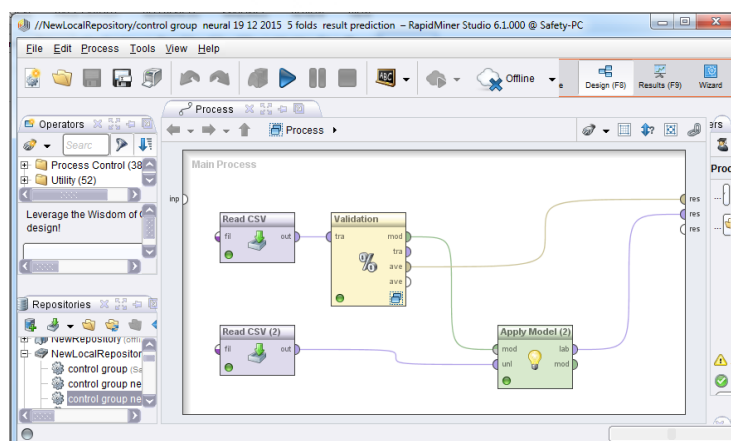
Predicted/ Actual	Ture medium respiratory rate	Ture low respiratory rate	Class precision
Pred.medium respiratory rate	53	17	75.71%
Pred.low respiratory rate	24	206	89.57%
Class recall	68.83%	92.38%	

จากตาราง Confusion matrix เมื่อพิจารณาแยกทีละคลาส พบว่าค่า Recall ของการทำนาย Ture low respiratory rate มีค่ามากที่สุด 92.38% รองลำดับลงมาคือค่า Recall ของ Ture medium respiratory rate ด้วยค่า 68.83% นอกจากนี้ค่าความแม่นยำ (Precision) สำหรับการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยการพิจารณาแยกทีละคลาส ของการทำนายค่า Pred.Low respiratory rate มีค่ามากที่สุด 89.57% รองลำดับลงมาคือ Pred.medium respiratory rate rate มีค่า 75.71% ซึ่งค่าความถูกต้องของ Recall และ Precision อธิบายว่าการคาดการณ์มีความสัมพันธ์และแม่นยำทั้ง Low respiratory rate และ Medium respiratory rate

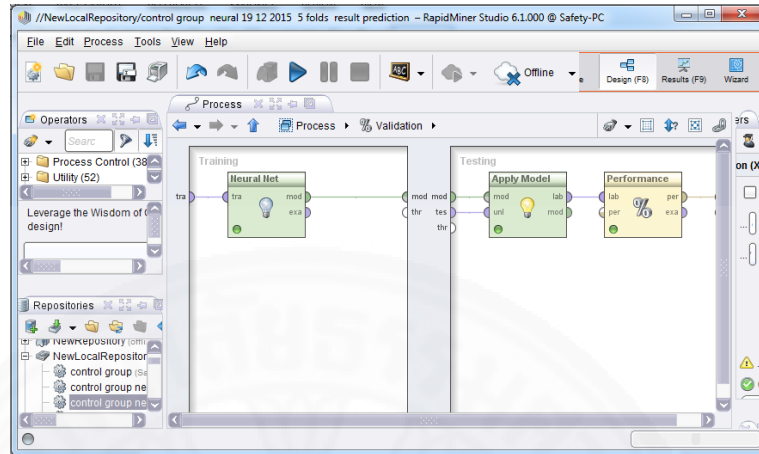
4.3.5 การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยแบบจำลองที่สร้าง

หลังจากตรวจสอบประสิทธิภาพและการสร้างแบบจำลองโมเดลใหม่ แบบจำลองที่สร้างจะถูกใช้คาดการณ์ผลการเป็นโรกระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองในการทำนายข้อมูลใหม่



ขั้นที่ 2 ทดสอบแบบจำลองด้วยวิธี K-fold cross- validation



ขั้นที่ 3 ผลการทำนายหรือคาดการณ์ที่ได้ พร้อมค่าความน่าจะเป็น

The screenshot shows the 'Performance' operator results in RapidMiner Studio. The table displays 12 rows of data with columns for 'Ro..._name', 'prediction(respiratory rate)', 'confidence(1)', 'confidence(2)', 'PM10', 'Physical act', 'Distance', and 'Avg.'. The data is as follows:

Ro..._name	prediction(respiratory rate)	confidence(1)	confidence(2)	PM10	Physical act	Distance	Avg.
1 A1	1	1.000	0.000	46.770	60	3.100	14.4
2 A2	1	1.000	0.000	65.400	60	3.100	13.0
3 A3	1	1.000	0.000	82	60	3.100	10.6
4 A4	1	1.000	0.000	61.100	60	3.100	10.0
5 A5	1	1.000	0.000	66.600	60	3.100	15.6
6 A6	1	1.000	0.000	24.600	60	3.100	13.6
7 A7	1	1.000	0.000	22.700	60	3.100	9.76
8 A8	1	1.000	0.000	21.500	60	3.100	13.6
9 A9	1	1.000	0.000	23.600	60	3.100	11.4
10 A10	1	1.000	0.000	31.100	60	3.100	11.4
11 A11	1	1.000	0.000	62.600	60	3.100	8.94
12 A12	1	1.000	0.000	53.300	60	3.100	9.17

ขั้นที่ 4 ผลการทำนายหรือคาดการณ์ที่ได้ พร้อมค่าทางสถิติ

Name	Type	Miss.	Filter (18 / 18 attributes):
name	Polynomial	0	Least D9 (1) Most A1 (1)
prediction(respiratory rate)	Binomial	0	Least 2 (11) Most 1 (229)
confidence_1	Real	0	Min 0.012 Max 1 Average 0.943
confidence_2	Real	0	Min 0 Max 0.998 Average 0.057
PM10	Numeric	0	Min 9 Max 82 Average 30.025
Physical act	Numeric	0	Min 60 Max 60 Average 60

ผลการคาดการณ์อัตราโรคระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) แสดงในตารางที่ 4.25 และแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.25 การเปรียบเทียบผลคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่าง

การแบ่งระดับกลุ่มการเป็นโรค ระบบทางเดินหายใจของกลุ่มเสี่ยง ตำบลหน้าพระลาน	ข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวม จาก รพ.สต.		ผลการคาดการณ์ด้วย ANN	
	จำนวนชุด ข้อมูล	สัดส่วน	จำนวนชุด ข้อมูล	สัดส่วน
1. Low respiratory rate	223	0.743	229	0.763
2. Medium respiratory rate	102	0.340	71	0.236
3. High respiratory rate	0	0.00	0	0.00
Total	300	1	300	1

การคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างพบว่าค่าสัดส่วนกลุ่ม Low respiratory rate, Medium respiratory rate และ High respiratory rate มีค่าสัดส่วนอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ 0.763 , 0.236 และ 0 ตามลำดับ ผลการคาดการณ์สามารถใช้คาดการณ์ได้เฉพาะอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจระดับต่ำเท่านั้น

ตารางที่ 4.26 ค่าความเชื่อมั่นผลการคาดการณ์กลุ่มตัวอย่างของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

การแบ่งระดับกลุ่มอัตราป่วย โรกระบบทางเดินหายใจ	ค่าความเชื่อมั่น (confidence)			
	Min	Max	Average	SD
1. Low respiratory rate	0.000	1.000	0.772	0.390
2. Medium respiratory rate	0.000	1.000	0.228	0.390
4. High respiratory rate	0.000	0.000	0.000	0.000

ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ผลการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ในกลุ่มตัวอย่างตามการแบ่งระดับกลุ่มอัตราป่วย 3 ระดับ ประกอบด้วย 1.Low respiratory rate 2. Medium respiratory rate และ 3.High respiratory rate มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุดคือ 0 และ 1 ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย ของกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจต่ำ มีค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย 0.772 ซึ่งมีความมากที่สุดและอันดับรองลงมา คือ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับปานกลาง 0.228 และกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับสูง มีค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย 0.0

4.3.6 การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือแอททริบิวต์

การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) คำนวณตามสูตร 1

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots 1$$

Vaus (2004) ได้จัดกลุ่มสำหรับอธิบายระดับความสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายมากขึ้น โดยแบ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ออกเป็น 6 ช่วง ประกอบด้วย มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย, สัมพันธ์กันระดับต่ำถึงกลาง, กลางถึงสูง, สูงถึงสูงมาก, สูงมากและมีความสัมพันธ์กันแบบเกือบสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.3

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficients)

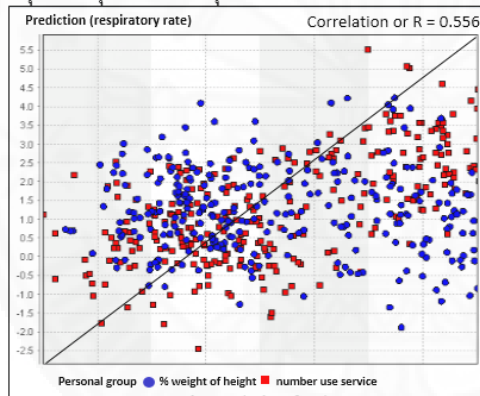
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Trivial	Low to moderate	Moderate to substantial	Substantial to very strong	Very strong	Near perfect					
(0.01-0.09)	(0.10-0.29)	(0.30-0.49)	(0.50-0.69)	(0.70-0.89)	(0.90-0.99)					
เล็กน้อย	ต่ำถึงกลาง	กลางถึงสูง	สูงถึงสูงมาก	สูงมาก	เกือบสมบูรณ์					

ระดับของความสัมพันธ์(Strength of association)

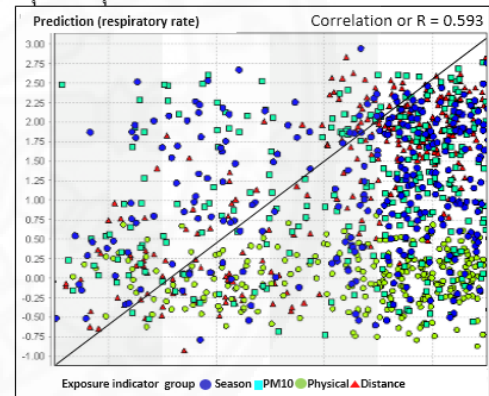
ภาพที่ 4.3 ขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับระดับของความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ระหว่างการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจกับกลุ่มตัวชี้วัดด้านสุขภาพ และตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม จากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.4, ภาพที่ 4.5 และตารางที่ 4.27

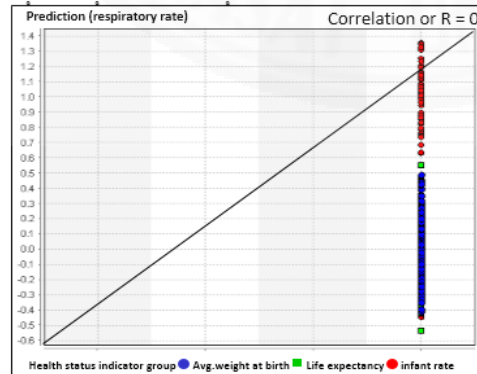
กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวชี้วัดส่วนบุคคล



กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัส

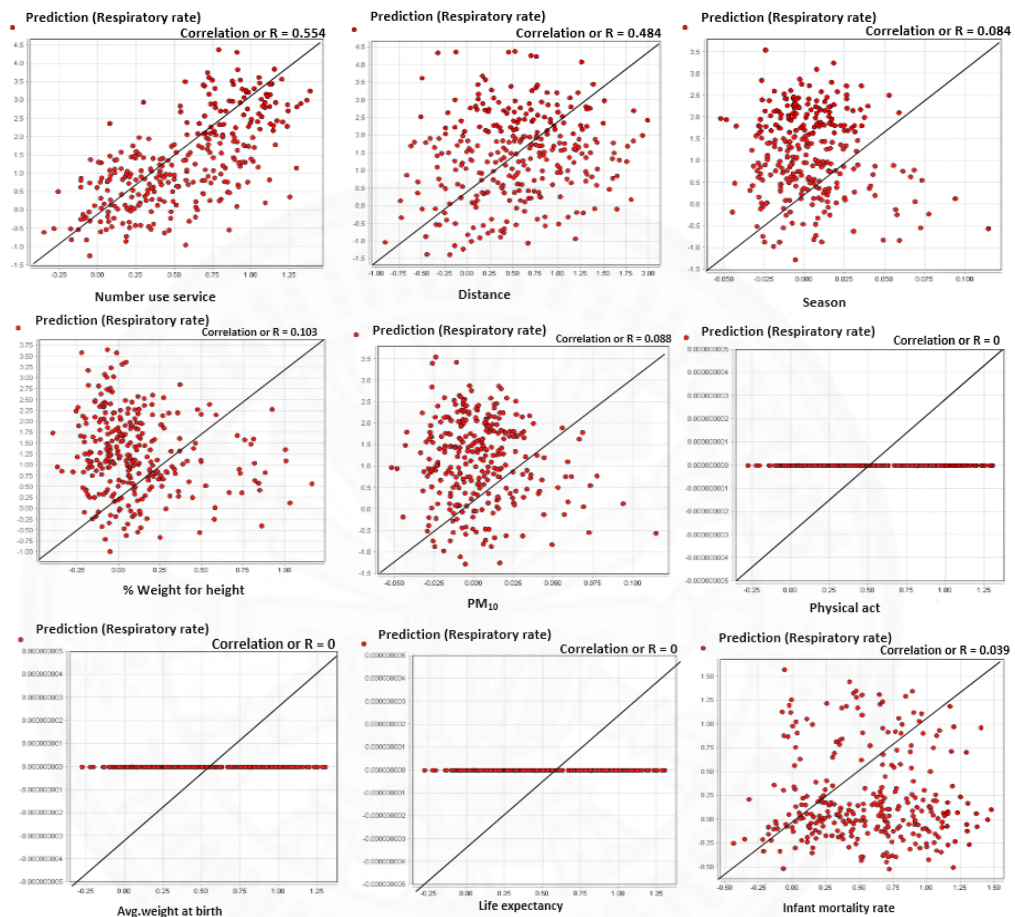


กลุ่มที่ 3 กลุ่มตัวชี้วัดสถานะสุขภาพ



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจกับแต่ละกลุ่มตัวชี้วัด

จากภาพที่ 4.4 อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจมีค่าความสัมพันธ์กับกลุ่มตัวชี้วัดส่วนบุคคล, กลุ่มตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัส ร้อยละ 55.6 และ 59.3 ตามลำดับแต่ไม่พบค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจกับกลุ่มตัวชี้วัดสถานะสุขภาพ



ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจกับกลุ่มตัวชี้วัดส่วนบุคคล, กลุ่มตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัส และกลุ่มตัวชี้วัดสถานะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.5 อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจมีค่าความสัมพันธ์กับจำนวนเด็กที่เข้าใช้บริการ และระยะห่าง ร้อยละ 55.4, 48.4 ตามลำดับ และอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจมีความสัมพันธ์กับฝุ่นละอองเพียงร้อยละ 8.8 ตัวแปรอื่นมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก

ตารางที่ 4.27 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างการคาดการณ์อัตราป่วย
โรคระบบทางเดินหายใจกับแอทริบิวต์

ตัวแปรต้นหรือแอทริบิวต์	ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์
1.ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน	0.088
2.ฤดูกาล	0.084
3.ระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของเด็ก	0
4.ระยะห่างจาก รพ.สต.ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ	0.484
5.ร้อยละค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของเด็กอายุ 1 – 10 ปี	0.103
6.จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต.	0.554
7.ค่าเฉลี่ยเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์	0
8.อายุคาดเฉลี่ย	0
9.อัตราการตายของทารก	0
10.ความสัมพันธ์ทั้งหมดของตัวแปรแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	0.625+/-0.155
11.ความสัมพันธ์ทั้งหมดของตัวแปรแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม	0.632+/-0.118

การคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในกลุ่มตัวอย่างพบว่าค่าความสัมพันธ์กับอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวชี้วัดส่วนบุคคล (เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ค่าเฉลี่ยส่วนสูงและจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการที่รพ.สต.), กลุ่มที่สองตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัส (ฤดูกาล, ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน, ระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของเด็ก, ระยะห่างจาก รพ.สต.ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ) และกลุ่มสุดท้ายตัวชี้วัดสถานะสุขภาพ (ค่าเฉลี่ยเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์, อายุคาดเฉลี่ยและอัตราการตายของทารก) คิดเป็นร้อยละ 55.6, 59.3 และ 0 ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่าตัวชี้วัดจำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต., ระยะห่างจาก รพ.สต.ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ, ร้อยละค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของเด็กอายุ 1 – 10 ปี, ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนและฤดูกาล มีความสัมพันธ์กับการคาดการณ์อัตราการป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ คิดเป็นร้อยละ 55.4, 48.4, 10.3, 8.8 และ 8.4 ตามลำดับ

4.4 การเปรียบเทียบแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและสรุปผลการคาดการณ์ตัวแปรต้นหรือแอตทริบิวต์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจพบว่า ทั้งสองแบบจำลองมีผลการคาดการณ์สอดคล้องและสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน แสดงด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ Performance vector ของการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) กลุ่มตัวอย่างมีค่า 0.625 ± 0.155 และในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) มีค่า 0.632 ± 0.118 นอกจากนี้ยังสามารถแสดงด้วยค่าความถูกต้อง, ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ และค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 เปรียบเทียบ ค่า Performance vector ของการคาดการณ์แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

Performance vector	แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ	แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม
1. ค่าความถูกต้อง	86.33%	86.33%
	± 5.67	$\pm 3.79\%$
2. ค่าสหสัมพันธ์	0.625	0.632
	± 0.155	± 0.118
3. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์	17.77%	13.88%
	$\pm 5.27\%$	$\pm 3.40\%$
4. ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์	0.178	0.139
	± 0.053	± 0.034

แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสามารถคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างได้ดีเฉพาะกลุ่มที่มีอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ (Low respiratory rate) โดยคิดเป็นร้อยละ 76.7 รองลงมาคือกลุ่มที่มีอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับปานกลาง (Medium respiratory rate) มีค่าสัดส่วนตามการคาดการณ์

ด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเป็นร้อยละ 23.3 แสดงในตารางที่ 4.29 พิจารณาจากค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กลุ่มที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเป็นโรคระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ (Low respiratory rate) มีค่าเฉลี่ยความเชื่อมั่นร้อยละ 74.3 และ 77.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.29 เปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (ANN)

ระดับกลุ่มอัตราการเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ	ค่าความเชื่อมั่นจากแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ		ค่าความเชื่อมั่นจากโครงข่ายประสาทเทียม	
	Mean	SD	Mean	SD
Group no.1 Low respiratory rate	0.743	0.354	0.772	0.390
Group no.2 Medium respiratory rate	0.257	0.354	0.228	0.390
Group no.3 High respiratory rate	0.0	0.0	0.0	0.016
รวม	1		1	

4.5 การรับฟังความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการวิจัยโดยให้ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในการร่วมคิดร่วมตัดสินใจในการสร้างมาตรการการป้องกันและลดความเสี่ยงจึงได้จัดการประชุมอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่เมื่อวันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559 ณ ห้องประชุมสำนักงานการนิคมอุตสาหกรรมหนองแค (รายละเอียดในภาคผนวก จ) ผลการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านสาธารณสุขในพื้นที่ แสดงในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ. สต. ของ อำเภอเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้าพระ ลาน จังหวัด สระบุรีจำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์ อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6. สรุป ความ คิดเห็นในที่ ประชุม
หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น						
ข้อที่ 1. ด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล						
1.1 การเก็บข้อมูลและ ติดตามผลสุขภาพของ เด็ก ตั้งแต่แรกเกิด โดย การจัดทำระบบ ทะเบียนประวัติโดยการ เชื่อมโยงข้อมูลสุขภาพ กับโรงเรียนในพื้นที่	มีการเก็บ ข้อมูลเป็น สมุดอยู่ แล้วแต่ไม่มี การเชื่อมโยง ข้อมูล	เห็นด้วยกับ ตัวแทน สาธารณสุข ของอำเภอ เฉลิมพระ เกียรติ จังหวัดสระบุรี	เห็นด้วยกับ การจัดทำ ระบบ ทะเบียน ประวัติโดย การเชื่อมโยง ข้อมูลสุขภาพ ของเด็กกับ สังกัด โรงเรียนใน พื้นที่	เห็นด้วยเพราะว่า แต่ละ รพ.สต. แต่ ก็ทำงานของ ตัวเอง ไม่สะดวก ที่จะเข้ามาเพื่อ ประสานงานกับ โรงเรียน ดังนั้น จัดทำระบบ ทะเบียนประวัติ โดยการเชื่อมโยง ข้อมูลสุขภาพกับ โรงเรียนในพื้นที่ ก็น่าจะเป็น ประโยชน์ใน อนาคต	เสริมความ คิดเห็นของ ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุขของ ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุขของ อบต.ในพื้นที่ ใกล้เคียง โดย ตัวแทนศูนย์ อนามัยจะ นำเสนอต่อกร มอนามัยเมื่อมี การประชุมใหญ่	เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ ยังไม่มีกรเก็บข้อมูลและ ติดตามผลสุขภาพของเด็ก ซึ่ง เจ้าหน้าที่ มีความคิดเห็นด้วย กับการเพิ่มข้อมูลสุขภาพลงใน สมุดทะเบียนประวัติของกรม อนามัย กระทรวงสาธารณสุข ในพื้นที่ โดยปกติกรมอนามัย จะส่งมอบให้กับโรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบล และ หน่วยงานสาธารณสุข ดังนั้น เจ้าหน้าที่มีความคิดเห็นที่จะ เพิ่มประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่ที่ได้รับสัมผัสด้าน สิ่งแวดล้อมทางสุขภาพ เช่น สภาพแวดล้อมรอบโรงเรียน และสภาพแวดล้อมรอบบ้านที่ เด็กอาศัยต่อหน่วยงานระดับ จังหวัด
1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อส่วนสูง, จำนวนเด็กที่เข้าใช้บริการที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบล และ เพิ่มช่วงฤดูกาลใน ข้อมูลที่มีการรวบรวมด้วยเพื่อ ใช้ในการสแกนหาเหตุการณ์ เจ็บป่วยได้เบื้องต้น และแยกประเภทช่วงอายุในการ เก็บรวบรวมข้อมูลเด็กเล็กอายุ 1-5 ปี และ เด็กโต 6-10 ปี เพื่อ ประโยชน์ต่อการนำข้อมูลไปใช้ ด้านสาธารณสุขในอนาคต	มีการแยกช่วง อายุของเด็ก เฉพาะบางโรค , มีนโยบาย หรือคำสั่ง ด้านการเก็บ ข้อมูล ให้แยก เท่านั้น	ทำการแยกเป็น บางโรค แต่การ เก็บข้อมูลยังไม่ สมบูรณ์ จะ เพิ่มการเก็บ ข้อมูลแยกช่วง อายุของเด็ก ตั้งแต่ ปี 59 เป็นต้นไป	มีการ ดำเนินการแยก ดำเนินการแยก เฉพาะโรค เหมือนกัน	ดำเนินการ เหมือนกันกับ รพ.สต.อื่นๆ แต่ เมื่อได้มาประชุม แล้ว หากการ เก็บรวบรวม ข้อมูลมีการแยก ช่วงอายุของเด็ก สามารถเข้า โปรแกรมทำนาย ก็น่าจะเกิด ประโยชน์ต่องาน ด้านสาธารณสุข	เห็นด้วย กับ ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี	รพ.สต. เห็นด้วยกับการ ปรับปรุงวิธีการเก็บ รวบรวมข้อมูลด้าน สาธารณสุขให้ง่ายต่อการ ตรวจสอบและการนำไปใช้ ประโยชน์ด้านสุขภาพ ประกอบด้วย การเพิ่ม ตัวชี้วัดด้านฤดูกาล, ตัวชี้วัดเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก ต่อส่วนสูง พร้อมทั้งแยก ประเภทการเก็บรวบรวม ข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กเล็กอายุ 1-5 ปี และ กลุ่มเด็กโต อายุ 6- 11 ปี

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ. สต. ของ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้าพระลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความคิดเห็นในที่ ประชุม
ข้อที่ 1. ด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล						
1.3 เด็กทุกคนมีสมุด ประจำตัวเมื่อแรกเกิด เมื่อเด็กเข้าศึกษาที่ต่อ โรงเรียน ควรจะนำสมุด ประจำตัวของเด็ก เชื่อมโยงกับโรงเรียน ดังกล่าว และผู้วิจัย เสนอแนะให้สมุด ประจำตัวเด็กเพิ่มเติม หัวข้อข้อมูลด้าน สภาพแวดล้อมและ สิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัส หรือสถานที่ใกล้เคียง บ้านที่เด็กอาศัยอยู่	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย และ จะนำเสนอ ต่อกรมอนามัย ในวาระ การประชุม ให้เพิ่มเติม ประเด็นด้าน สิ่งแวดล้อม และลักษณะ ของสิ่ง	ศูนย์อนามัยที่ 2 สระบุรี จะ นำเสนอต่อกรมอนามัย กระทรวง สาธารณสุข ซึ่ง เป็นหน่วยงานใน สังกัด ในวาระ การประชุม เรื่อง การเพิ่มประเด็น ด้านสิ่งแวดล้อม และลักษณะของ
1.4 ข้อมูลด้านสุขภาพ ควรจัดเก็บไว้อย่างน้อย 5 ปีขึ้นไปเพื่อเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลงและการ ก่อให้เกิดโรค	เห็นด้วย และน่าจะ ดำเนินการ เก็บ รวบรวมข้อมูล เป็นระบบมากขึ้น เพราะ รพ. สต.มีระบบการ กรอกข้อมูลด้วย คอมพิวเตอร์	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	และลักษณะของ สิ่งแวดล้อม การเพิ่มประเด็น ด้านสิ่งแวดล้อม และลักษณะของ สิ่งคุกคามที่เด็ก อาจจะได้รับ สัมผัสในแต่ละปี ในแต่ละปีในสมุด ทะเบียนประวัติ หน่วยงานด้าน สาธารณสุขในพื้นที่ เห็นควรว่าต้องมี การจัดเก็บข้อมูล ไว้ อย่างน้อย 5 ปี เพื่อเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลง และการก่อให้เกิด โรค

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ที่กำหนด
มาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ.สต. ของ อำเภอเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้าพระ ลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.โน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์ อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความ คิดเห็นในที่ ประชุม
ข้อที่ 2. ด้านตัวชี้วัด						
2.1 ตัวชี้วัดด้าน ระยะห่างจากรพ.สต. ถึง สถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศแบบถาวร พิจารณาเพิ่มเติมการ ป้องกันและรณรงค์เรื่อง ฝุ่นละอองและโรคระบบ ทางเดินหายใจในพื้นที่ ห่างไกลออกไป จากสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศ แบบถาวร	เห็นด้วยเพราะ คิดว่าพื้นที่ ห่างไกล ไม่ น่าจะได้รับ ผลกระทบจาก ฝุ่นละออง	มีการ ดำเนินการ ตามช่วงเวลา เท่านั้น	ดำเนินการตาม โครงการ นโยบายหรือ คำสั่งของ หน่วยงานใน ระดับสูง	เห็นด้วย เพราะ มีการ ดำเนินการตาม โครงการ นโยบายหรือ คำสั่งของ หน่วยงานใน ระดับสูง	เห็นด้วย เพราะ ไม่ได้ พิจารณาด้าน ระยะทางหรือ ระยะห่าง ระหว่างพื้นที่ ใกล้หรือไกล มีผลแตกต่างกัน อย่างไร	เจ้าหน้าที่ สาธารณสุขในพื้นที่ จะเพิ่มนโยบายด้าน แผนงานการป้องกัน รณรงค์เรื่องฝุ่น ละอองและโรค ระบบทางเดิน หายใจในพื้นที่ ซึ่ง ในปัจจุบันมีการ ดำเนินกิจกรรม ต่างๆ ตามโครงการ, การรณรงค์ และ นโยบายหรือคำสั่ง ของหน่วยงานใน ระดับสูง
2.2 ตัวชี้วัดช่วงฤดูกาล (แบ่งช่วงฤดูกาลตาม เกณฑ์ของกรม อุตุนิยมวิทยา) พิจารณาเพิ่มเติมการนำ ช่วงฤดูกาลมาร่วมกับการ เก็บข้อมูล จะทำให้ หน่วยงานสาธารณสุขได้ ข้อมูลและสามารถแยก สาเหตุของการเป็นโรค ระบบทางเดินหายใจ เบื้องต้นได้	เห็นด้วย	จะนำช่วง ฤดูกาลเข้ามา พิจารณาใน การเก็บ รวบรวมข้อมูล เพิ่มเติม	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เพิ่มและส่งเสริม โครงการด้าน สุขภาพ, ภาวะ โภชนาการและการ ประเมินการ เจริญเติบโตของเด็ก ในพื้นที่เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กเล็กอายุ 1-5 ปี และกลุ่มเด็ก โต อายุ 6-11 ปี

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความ ความคิดเห็น	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ. สต. ของ อำเภอเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้าพระ ลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.โน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์ อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความ คิดเห็นในที่ ประชุม
ข้อที่ 2. ด้านตัวชี้วัด						
2.3 ตัวชี้วัดเปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก/ส่วนสูง (% W/H) พิจารณาเพิ่มเติม โครงการส่งเสริม สุขภาพ ด้านภาวะ โภชนาการและการ ประเมินการ เจริญเติบโตของเด็กใน พื้นที่	เห็นด้วยซึ่ง รพ.สต.มีการ ดำเนินการอยู่ แล้ว แต่ เป็น บางช่วงเวลา และนโยบาย ไม่ต่อเนื่อง	เห็นด้วย แล้วแต่ นโยบายจาก กระทรวง สาธารณสุข	เห็นด้วย ใน การ ดำเนินการ โครงการ ส่งเสริม สุขภาพ ด้าน ภาวะ โภชนาการ และการ ประเมินการ เจริญเติบโต ของเด็ก	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เพิ่มและส่งเสริม โครงการด้าน สุขภาพ, ด้าน ภาวะโภชนาการ และการประเมิน การเจริญเติบโตของ เด็กในพื้นที่

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ. สต. ของ อำเภอเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้าพระ ลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์ อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความ คิดเห็นในที่ ประชุม
ข้อที่ 3. ด้านอื่นๆ						
3.1 ติดตามสถานการณ์ รายงานฝุ่นละอองจาก สถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ (แบบ จอมอนิเตอร์พบเฉพาะ สถานีตรวจวัดคุณภาพที่ หน้าพระลาน) แนะนำ เพิ่มเติมในจุดที่ ประชาชนสามารถเข้าถึง ได้ง่าย	คิดเห็นว่ามี เพียง จุดเดียว น่าจะเพียงพอ เพราะ หากมี การเพิ่มเติม ต้องดำเนินการ ติดต่อกับกรม ควบคุมมลพิษ	มีความคิดเห็น ว่า หากเพิ่มอีก 1 จุดที่ ด้านหน้า เทศบาลตำบล หน้าพระลาน โดย แบบ จอมอนิเตอร์ หันหน้าออกสู่ ด้านหน้าถนน	เห็นด้วยความ กับเทศบาล ตำบลหน้าพระ ลานแต่ต้อง ดำเนินการ ประสานงาน กับกรมควบคุม มลพิษ ซึ่งก็ เป็นปัญหาด้าน กรมควบคุม มลพิษ มีการ ติดตามงานการ ป้องกันเรื่องฝุ่น ละออง ที่ไม่ ต่อเนื่อง	เห็นด้วยความ กับเทศบาล ตำบลหน้าพระ ลาน	เห็นด้วยความ กับเทศบาล ตำบลหน้าพระ ลาน	เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ขอ มีส่วนร่วมในการ ติดตามและรายงาน สถานการณ์ฝุ่น ละอองจากสถานี ตรวจวัดคุณภาพ อากาศและสื่อสาร กับประชาชนเพิ่ม มากขึ้น พร้อมทั้งจะ นำเสนอเรื่องการ ติดตั้งแบบ จอมอนิเตอร์ต่อกรม ควบคุมมลพิษ ใน พื้นที่ที่ประชาชน สามารถเข้าถึงข้อมูล ข่าวสารได้โดยง่าย
3.2 โรงพยาบาลส่งเสริม สุขภาพตำบลในพื้นที่ คัดกรองกลุ่มเสี่ยง เช่น กลุ่มเด็ก,กลุ่มผู้สูงอายุ และ กลุ่มผู้ป่วยในพื้นที่ ติดเตียง เพื่อเตรียมความ พร้อม เพื่อเตรียมเป็น ฐานข้อมูลในการ เชื่อมโยงด้านการป้องกัน ฝุ่นละออง	เห็นด้วยและมี การดำเนินการ ตามนโยบาย ของกระทรวง สาธารณสุข และหน่วยงาน สำนักงาน สาธารณสุข อำเภอ	มีการ ดำเนินการเป็น บางช่วงเวลา หรือ ตาม ฤดูกาล	มีการ ดำเนินการแต่ ไม่ต่อเนื่อง	มีการ ดำเนินการตาม นโยบายของ ผู้บริหาร ระดับสูง สังกัด การมา แต่ยังไม่มีการดำเนิน	เห็นด้วย	เพิ่มการดำเนินการ คัดกรองกลุ่มเสี่ยง เพื่อเตรียมความ พร้อม เป็น ฐานข้อมูลในการ เชื่อมโยงด้านการ ป้องกันฝุ่นละออง โดยกำหนดเป็น แผนงานของพื้นที่ หรือของหน่วยงาน ตนเอง

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ.สต. ของ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัด สระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความคิดเห็นที่ประชุม
ข้อที่ 3. ด้านอื่นๆ						
3.3 รวบรวมข้อมูล แหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิด ฝุ่นละอองในพื้นที่ และมีบางกรณีต้อง ประสานงานกับกอง โยธาธิการในหน่วยงาน ด้านการเฝ้าระวังฝุ่น ละออง จากการ ก่อสร้าง	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เพิ่มการติดต่อ ประสานงานกับ สำนักงานโยธาธิการ และผังเมือง หรือ เจ้าหน้าที่กองช่าง สังกัดองค์การบริหาร ส่วนตำบลหรือเทศบาล ตำบล และรวบรวม ข้อมูลแหล่งกำเนิดที่ ก่อให้เกิดฝุ่นละอองใน พื้นที่ที่มีการก่อสร้าง หรือการเปลี่ยนแปลง สิ่งอื่นที่ส่งผลกระทบต่อ ด้านฝุ่นละออง เพื่อ ควบคุมและป้องกัน พร้อมทั้งการให้ความรู้ ต่อผู้ประกอบการ, ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการ จัดการอนามัย สิ่งแวดล้อมต่อชุมชน ใกล้เคียง
3.4 เตรียมความพร้อม ด้านข้อมูล,อุปกรณ์ คุ่มครองความปลอดภัย และยาสำหรับรักษาโรค ระบบทางเดินหายใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เตรียมความพร้อม ด้านข้อมูล,อุปกรณ์ คุ่มครองความปลอดภัยและยา สำหรับรักษาโรค ระบบทางเดินหายใจ

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ.สต. ของ อำเภอเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุขของ อบต.ตำบลหน้า พระลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความ คิดเห็นในที่ ประชุม
ข้อที่ 3. ด้านอื่นๆ						
3.5 การสื่อสารความเสี่ยงให้คำแนะนำเกี่ยวกับอาการและผลกระทบ_รวมทั้งวิธีการในการลดการสัมผัสแก่ประชาชน เช่น หอกระจายเสียง ในชุมชน, การประชุม ประจำเดือนกับผู้นำ ชุมชนเป็นต้น	เจ้าหน้าที่มีความคิดเห็น ว่า “หาก สื่อสารไป เหมือนกับ ปัญหาเรื่อง ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมี ปัญหาที่ รุนแรงมาก จึง ยังไม่มี การสื่อสาร ทางด้านอื่นๆ ต่อประชาชน ในพื้นที่”	สำหรับ การ สื่อสาร หอ กระจายเสียง ในชุมชน มี การ ดำเนินการ อยู่ แต่ยังไม่ ได้ นำผล ตรวจวัดค่า ความเข้มข้น ของฝุ่น ละอองแจ้ง ให้ ประชาชน ทราบหากผล เกิน มาตรฐาน	ในปัจจุบัน การ สื่อสารระหว่าง เจ้าหน้าที่ ด้วยกันจะใช้ ช่องทางที่ ประกอบด้วย 1. หนังสือเวียน 2. จดหมาย อิเล็กทรอนิกส์ หรืออีเมลล์ 3. แอปพลิเคชัน ไลน์	เห็นด้วยกับ เจ้าหน้าที่ รพ. สต. ของ อำเภอเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสระบุรี “หากสื่อสาร ไป เหมือนกับ ฝุ่นละอองที่ เกิดขึ้นมี ปัญหาที่ รุนแรงมาก	เห็นด้วยว่า ต้องมีการ สื่อสาร ความ เสี่ยงด้าน ฝุ่น ละออง แต่ จะต้องสื่อสาร ที่เป็นแนวทาง สร้างสรรค์	การสื่อสารความเสี่ยง 1.การสื่อสารในปัจจุบันระหว่าง เจ้าหน้าที่กับเจ้าหน้าที่ ด้วยกัน ยังคงไว้ เหมือนเดิม 2. เพิ่มเติมการสื่อสาร สำหรับประชาชน ประกอบด้วย 1.การติดบอร์ด ประกาศในพื้นที่ ราชการที่ประชาชน สามารถเข้าถึงได้ เช่น สำนักงานเทศบาล, สถานีตำรวจ, ที่ทำการ อำเภอ เป็นต้น 2.การสื่อสาร มีการ เปลี่ยนภาษา การ สื่อสารเป็นภาษาที่ ทำให้เกิดผลบวกหรือ สร้างสรรค์ เช่น ภาษาเดิมใช้ ช่วงนี้มีความเสี่ยงกับฝุ่น ละออง เปลี่ยนการ สื่อสารภาษา เป็น ภาษาใหม่ ที่ให้ผลด้านบวก “ช่วงนี้ประชาชนต้องมีการ ดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้น เกี่ยวกับการสัมผัสฝุ่น ละออง”

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ. สต. ของ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ในพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความคิดเห็นในที่ ประชุม
ข้อที่ 3. ด้านอื่นๆ						
3.6 เฝ้าระวังและ รายงานข้อมูลการ เจ็บป่วยต่อหน่วยงาน ระดับบังคับบัญชา	เห็นด้วย	เห็นด้วย และ มีการ ดำเนินการ อยู่	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เห็นด้วย	เจ้าหน้าที่ สาธารณสุขและ หน่วยงานที่ เกี่ยวข้อง จะมี การรายงานเฝ้า ระวังและรายงาน ข้อมูลการเจ็บป่วย เป็นประจำทุก เดือนโดยการ สื่อสารกับ ประชาชนในพื้นที่
3.7 หน่วยงาน สาธารณสุขออกตรวจ เยี่ยมพื้นที่และร่วม ประเมินสถานการณ์ อย่างใกล้ชิดร่วมกับ ผู้นำชุมชน	เห็นด้วย แต่ ปัจจุบัน งานใน รพ.สต. เน้นการ รักษา และการ ดำเนินกิจกรรม ตามนโยบายของ หน่วยงานระดับ บังคับบัญชา จึง ขาดการออก ตรวจเยี่ยมพื้นที่ และร่วมประเมิน สถานการณ์อย่าง ใกล้ชิดร่วมกับ ผู้นำชุมชน	เห็นด้วย แต่ ปัจจุบัน มี การ ดำเนินการไม่ ต่อเนื่อง	เห็นด้วย	เห็นด้วย	กิจกรรมการ ออกตรวจ เยี่ยมพื้นที่นั้น เจ้าหน้าที่มี การ ดำเนินการ เฉพาะช่วงที่มี นโยบายและ กรณีฉุกเฉิน เท่านั้น	เพิ่มการออกตรวจ เยี่ยมพื้นที่และร่วม ประเมิน สถานการณ์อย่าง ใกล้ชิดร่วมกับผู้นำ ชุมชน เรื่อง มาตรการป้องกัน และลดความเสี่ยง จากฝุ่นละออง

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ. สต. ของอำเภอ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้าพระ ลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์ อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความ คิดเห็นในที่ ประชุม
หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น						
ข้อที่ 4. ด้านผลการศึกษาและผลการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ						
4.1 มีความคิดเห็น อย่างไรเกี่ยวกับผล การคาดการณ์อัตรา ป่วยโรกระบบทางเดิน หายใจและ แบบจำลอง (scenarios) 4 ลักษณะ ความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับความเข้มข้น ของฝุ่นและอัตราป่วย ด้วยโรกระบบทางเดิน หายใจของเด็กอายุ 1-10 ปี	เห็นด้วย และ จะนำ แบบจำลอง (scenarios) 4 ลักษณะ ความสัมพันธ์ ระหว่างระดับ ความเข้มข้น ของฝุ่นและ อัตราป่วยด้วย โรกระบบ ทางเดินหายใจ ซึ่ง เป็นส่งผล ให้ งานด้าน สาธารณสุข มองเห็น ตัวชี้วัดที่ จะต้อง ด้านอนามัย สิ่งแวดล้อมและ ความปลอดภัย ในพื้นที่	ทราบผล ความสัมพันธ์ ระหว่างระดับ ความเข้มข้น ของฝุ่นและ อัตราป่วยด้วย โรกระบบ ทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นส่งผล ให้ งานด้าน สาธารณสุข มองเห็น ตัวชี้วัดที่ จะต้อง ควบคุม และ ป้องกัน เพิ่มเติม	จะได้นำผล การแนะนำไป ประยุกต์ใช้ใน ด้าน สาธารณสุข ในพื้นที่ แต่ ในช่วง อายุของเด็ก 1-10 ปี เป็น ช่วงที่กว้าง เกินไป ไม่ สามารถ แยก เด็กเล็ก อายุ 1- 5 ปี และเด็กโต อายุ 6-10 ปี ได้	เห็นด้วยอย่าง มาก และเป็น ผลดี ต่อด้าน งานการ ควบคุมและ ป้องกันด้าน อนามัย สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดลอม ตัวชี้วัดส่วน บุคคล, ตัวชี้วัดด้าน การได้รับ สัมผัส, และ ตัวชี้วัด คุณภาพชีวิต ที่สัมผัสกับฝุ่น ละออง	เห็นด้วย และ เป็นแนวทางที่ ทาง สาธารณสุข จะ นำไป ประยุกต์ใช้ และ ได้ มุมมอง ด้าน ตัวชี้วัดส่วน บุคคล, ตัวชี้วัดด้าน การได้รับ สัมผัส, และ ตัวชี้วัด คุณภาพชีวิต ที่สัมผัสกับฝุ่น ละออง	4.1.1 นำผลการ ประเมินความเสี่ยง และแบบจำลอง (scenarios) 4 ลักษณะ ความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับความเข้มข้น ของฝุ่นและอัตราป่วย ด้วยโรกระบบทางเดิน หายใจ ไปปรับใช้ในงาน สาธารณสุข และ มีความสนใจใน การใช้โปรแกรม ใน งานด้านสุขภาพ 4.1.2 ช่วงอายุ 1-10 ปี ของเด็ก มีความ กว้างเกินไป ทำให้ไม่ สามารถมองและ วิเคราะห์ปัญหา ระหว่าง เด็กเล็ก กับ เด็กโต 4.1.3 ผลการ ประเมินอัตราการเกิด โรกระบบทางเดินใน กลุ่มพื้นที่เสี่ยง และ กลุ่มพื้นที่ควบคุม มี ความแตกต่างไม่ มากนัก

ตารางที่ 4.30 แบบบันทึกการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง

	1. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ รพ.	2. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้า พระลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 1 ท่าน	3. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ท่าน	4. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	5. ตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ของ ศูนย์ อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	6.สรุป ความ คิดเห็นในที่ประชุม
หัวข้อด้าน การ อภิปรายและ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น	สต. ของ อำเภอเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	สาธารณสุข ของเทศบาล ตำบลหน้า พระลาน จังหวัด สระบุรี จำนวน 1 ท่าน	สาธารณสุข ของ อบต. ตำบลหน้า พระลาน จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ท่าน	สาธารณสุข ของ อบต.ใน พื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี จำนวน 1 ท่าน	สาธารณสุข ของ ศูนย์ อนามัยที่ 2 สระบุรี สังกัด กรมอนามัย จำนวน 1 ท่าน	
ข้อที่ 5. ด้านอื่นๆที่ เกี่ยวกับฝุ่นละอองในพื้นที่						
5.1 ข้อเสนอแนะด้าน อื่นๆเกี่ยวกับฝุ่น ละอองในพื้นที่	ปัญหาด้าน นโยบายของ ผู้บริหารมีการ เปลี่ยนแปลงไม่ ต่อเนื่อง เช่น นโยบายรัฐบาล ช่วงนี้เน้นเรื่อง การจัดชยะ ก็ จะมุ่งเน้นเรื่อง กำจัดชยะ และกลไกการ รายงานและการ แก้ปัญหาในพื้นที่ ด้านฝุ่นละอองมี แรงขับเคลื่อน จากล่างสู่บน จึง ทำให้บางครั้ง ไม่ มีแรงขับเคลื่อน ในการดำเนิน กิจกรรมด้าน อื่นๆต่อไป	บุคลากรและ เจ้าหน้าที่ด้าน สาธารณสุข ปฏิบัติงาน มี จำนวนไม่ เพียงพอต่อ การ ปฏิบัติงาน	มีการ ปฏิบัติงานที่ไม่ ตรงสายงาน เช่น ใน รพ. สต. ในปัจจุบัน เน้นด้านการ รักษามากกว่า การป้องกัน และรณรงค์ ก่อนเกิดโรค	จุดตรวจวัดฝุ่น ละอองที่ ด้านหลังห้างสุข อนันต์ (สถานี ตรวจวัดและเฝ้า ระวังคุณภาพ ของฝุ่นละออง แบบถาวรสถานี ดับเพลิงเขา น้อย) ไม่ สอดคล้องกับจุด ตรวจวัดฝุ่น ละอองใน ปัจจุบัน เนื่องจาก พื้นที่ ดังกล่าวเป็นลาน จอดรถของ ศูนย์กลางค้า ไม่ น่าจะเป็น ตัวแทนฝุ่น ละอองในอำเภอ เมืองสระบุรี	เห็นด้วยกับ ความคิดเห็น ของตัวแทน เจ้าหน้าที่ สาธารณสุข ทุกคน	5.1.1 เพิ่มการจัดทำ แผนงานของ หน่วยงานเอง โดยจะ รายงานความคืบหน้า ของแผนงาน เมื่อเข้า ประชุมต่อหน่วยงาน ระดับบังคับบัญชาที่ ชัดเจนเพื่อไม่ต้องรอ นโยบายที่ไม่ต่อเนื่อง 5.1.2 เจ้าหน้าที่ใน พื้นที่ จะนำเสนอให้ ทางกรมควบคุม มลพิษพิจารณาการ ติดตั้งสถานีตรวจวัด คุณภาพแบบถาวร เนื่องจากแผนผังและ สภาพแวดล้อมได้มี การเปลี่ยนแปลงไป จากเดิม

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของเด็กที่อาศัยในพื้นที่ตัวอย่าง ด้วยตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดด้านสุขภาพ พบประเด็นสำคัญของการศึกษาดังรายละเอียดต่อไป

5.1 ตัวชี้วัดที่สัมพันธ์กับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจในกลุ่มเด็กที่อาศัยในพื้นที่ตัวอย่าง

ตัวชี้วัดที่นำเข้าสู่แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีทั้งหมด 9 ตัวแปร แต่เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยค่าความถูกต้อง, ค่าความแม่นยำ และค่า Recall (sensitivity) พร้อมทั้งแปลผลการศึกษาด้วยค่าความเชื่อมั่นและค่าความสัมพันธ์จากแบบจำลอง พบว่าตัวชี้วัดที่มีผลต่ออัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ฤดูกาล, ระยะห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ, เปอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนักร/ส่วนสูงของเด็กอายุ, จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปีที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต. และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ PM₁₀ รายละเอียดดังนี้

- ตัวชี้วัดด้านส่วนบุคคลประกอบด้วย เปอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนักร/ส่วนสูงของเด็กอายุ และจำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต. มีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน และอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสิทธิชัย มุ่งดี, (2546) ซึ่งพบว่าข้อมูลด้านสุขภาพของนักเรียนที่อาศัยในพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมเหมืองหินและไม้ บด ย่อยหินมีความชุกของอาการทางระบบหายใจสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมเหมืองหินและไม้ บด ย่อยหิน และยังพบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดของนักเรียนในพื้นที่ที่มีและไม่มีอุตสาหกรรมเหมืองหินและไม้ บด ย่อยหิน คือ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และระยะห่างจากเหมืองหินหรือโรงไม้ บดหรือย่อยหิน

- ตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัสประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน, ระยะห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ, ระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคาร และฤดูกาล พบว่าทุกตัวแปร ยกเว้นระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคารสามารถใช้ในการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจได้ ยืนยันผลการศึกษาของ Tanja Pless-Mulloli, (2001) ซึ่งได้ทำการศึกษาเด็กที่อาศัยใกล้แหล่งการทำเหมืองถ่านหินแบบกลางแจ้งกับกลุ่มเด็กที่อยู่ห่างไกลออกไปจากเหมืองถ่านหินแบบ

กลางแจ้ง พบว่าความชุกของการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจของกลุ่มคนที่อาศัยใกล้เหมืองถ่านหินเพิ่มขึ้น สำหรับการที่ตัวแปรเรื่องระยะเวลาการทำกิจกรรมทางกายภายนอกอาคารไม่มีผลต่อการศึกษาเพราะค่าที่นำเข้าวิเคราะห์มีเพียงค่าเดียวจึงเปรียบเสมือนค่าคงที่

นอกจากนี้พบว่าผลกระทบของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนที่มีต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน โดยค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยเข้ารับรักษาในช่วงที่ระดับฝุ่นเกินมาตรฐานรายวันมีมากกว่าจำนวนผู้ป่วยในช่วงวันที่ระดับฝุ่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานรายวันถึง 39% และช่วงอายุของผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือช่วงวัยแรกเกิดถึง 5 ขวบ (สิทธิชัย พิมลศรี, 2553)

■ ตัวชี้วัดด้านสถานะสุขภาพ ประกอบด้วย เด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์, อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด, อัตราตายของทารก ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรจำนวน 3 ตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนในการทำนายอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ยกเว้นเมื่อพิจารณาร่วมกับฤดูกาล กล่าวคือมีความเชื่อมโยงระหว่างอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ฤดูฝนและอัตราตายทารก

การศึกษาของ นันทวรรณ วิจิตรวาทการ และคณะ, (2553) ให้ข้อมูลว่าหญิงตั้งครรภ์ที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรมมาตาพุด มีความเสี่ยงต่อการให้กำเนิดบุตรที่เป็นเด็กคลอดก่อนกำหนด หรือมีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าปกติหรือ มีน้ำหนักน้อยกว่าอายุครรภ์ มากกว่าผู้ที่อยู่ไกลจากแหล่งอุตสาหกรรม ยืนยันผลการศึกษาของกลุ่มเผ่าระวังผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย, (2556) ที่พบว่า หญิงมีครรภ์ ที่ได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของลูกในครรภ์ได้ เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ซึมเข้าสู่กระแสเลือดผ่านทางรก ส่งผลให้ทารกเมื่อเกิดมามีน้ำหนักน้อยผิดปกติ และอาจมีผลกระทบต่อพัฒนาการและระบบสมองของลูกได้

นอกจากนี้ยังพบว่าการศึกษาการคาดการณ์อัตราการตายของทารกในเขตปริมณฑลของสหรัฐอเมริกา สัมพันธ์กับฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน พบว่า ค่าสัดส่วนสาเหตุการตายของทารกทั้งหมด, ค่าสัดส่วนกลุ่มทารกที่มีการตายของทารกอย่างกะทันหันซึ่งเป็นกลุ่มที่มารดาคลอดทารกน้ำหนักปกติ และค่าสัดส่วนอัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ มีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ที่ค่ามาตรฐาน 120 ไมโครกรัม /ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 6% (ช่วงความเชื่อมั่น 95% 3-11%), 16% (95% ช่วงความเชื่อมั่น 9-23%), และ 24% (95% ช่วงความเชื่อมั่น 7-44%) ตามลำดับ (Reinhard Kaiser, 2004)

5.2 การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างสามารถคาดการณ์ด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม รายละเอียดดังนี้

■ การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างสามารถคาดการณ์ด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ ค่าความถูกต้อง 86.33% \pm 5.67 และยังสามารถคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ได้ 2 ระดับ คือระดับความเสี่ยงต่อการป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำและปานกลาง ซึ่งพบว่าระดับความเสี่ยงต่อการป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ ค่า Recall หรือค่า Sensitivity 94.62% ,ค่า Precision 87.92% และ ค่าความเชื่อมั่น 74.3% ระดับความเสี่ยงต่อการป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับปานกลาง ค่า Recallหรือค่า Sensitivity 62.34% ,ค่า Precision 80.00% และค่าความเชื่อมั่น 25.7% ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถคาดการณ์ด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจได้ 1 ระดับ คือระดับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ ด้วยค่าความถูกต้อง 98.33 \pm 2.92% ,ค่า Recall หรือค่า Sensitivity 99.16%, ค่า Precision 99.58% และค่าความเชื่อมั่น 99.6%

สอดคล้องกับการศึกษาของ Andreeva, (2006) พบว่า การประยุกต์ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจช่วยในการวินิจฉัยของโรคหัวใจ ด้วยค่าความถูกต้อง 75.73% นอกจากนี้ ดิษฐพล มั่นธรรม ,(2553) สามารถวัดประสิทธิภาพของการคัดกรองผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ เพื่อนำไปเป็นแนวทางสนับสนุนการคัดกรองผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจได้เบื้องต้น ด้วยค่าความถูกต้อง 94.69% และค่าความไว 100%

■ การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างสามารถคาดการณ์ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ด้วยค่าความถูกต้อง 86.70% \pm 3.79% และยังสามารถคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ได้ 2 ระดับ คืออัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ระดับต่ำและปานกลาง ซึ่งพบว่าอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำค่า Recall หรือค่า Sensitivity 92.38% ,ค่า Precision 89.57% และค่าความเชื่อมั่น 77.2% อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจปานกลาง ค่า Recall หรือค่า Sensitivity 68.85% ,ค่า Precision 75.71% และ ค่าความเชื่อมั่น 22.8% ตามลำดับ

ยืนยันผลการศึกษาของ Mohamad Shakerkhatibi, (2015) พบว่าฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเนื่องจากการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม มีความเหมาะสมที่สามารถคาดการณ์ ผู้ป่วยฉุกเฉินที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล ด้วยสาเหตุจากการสัมผัสมลพิษทางอากาศได้ดี

5.3 สรุปผลการศึกษา

5.3.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนชุดข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน 300 ข้อมูล และมีการแบ่งระดับกลุ่มอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ 3 ระดับ ผลการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจจากแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและโครงข่ายประสาทเทียมพบว่ากลุ่มที่มีจำนวนชุดข้อมูลมากที่สุดคือกลุ่มที่มีอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับต่ำ ซึ่งมีจำนวนชุดข้อมูล 230 คิดเป็นร้อยละ 76.7 และ 229 คิดเป็น ร้อยละ 76.3 จำนวนชุดข้อมูล ตามลำดับ รองลงมาคือกลุ่มที่ตัวอย่างอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับปานกลางในแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม มีจำนวนชุดข้อมูล 70 คิดเป็นร้อยละ 23.3 และคิดเป็นร้อยละ 23.7 ตามลำดับ ซึ่งผลการคาดการณ์ทั้งสองกลุ่มมีการคลาดเคลื่อนน้อย ส่วนกลุ่มที่เสี่ยงอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจระดับสูง คิดเป็นร้อยละน้อยกว่า 1 ทำให้ไม่สามารถใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ การคาดการณ์อัตราป่วยระดับสูงได้

5.3.2 ผลการศึกษาด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

ตัวแปรที่นำเข้าสู่แบบจำลองการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วยจำนวน 9 ตัวแปร และสามารถจัดกลุ่มตัวแปรแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มตัวชีวิตด้านส่วนบุคคล, กลุ่มตัวชีวิตด้านการได้รับสัมผัส และกลุ่มตัวชีวิตด้านสถานะสุขภาพ ทั้งนี้ พบว่ามีตัวแปรจำนวน 5 ตัวแปรจากทั้งหมด 9 ตัวแปรที่สัมพันธ์กับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต., ระยะห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ, เพอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ส่วนสูงของเด็กอายุ, ความเข้มข้นของ PM₁₀, ฤดูกาล, และอัตราการตายของทารก โดยมีค่า IG 0.248, 0.20, -0.016, 0.104, 0.0795, และ 0.009 ตามลำดับ ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ได้

5.3.3 ผลการศึกษาด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ข้อมูลที่นำเข้าสู่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม สามารถแสดงผลการศึกษาได้ 3 ส่วน ส่วนแรก แสดงผลการศึกษาด้วยค่าความสัมพันธ์หรือค่า r ของตัวแปรจำนวน 5 ตัวแปร จากทั้งหมด 9 ตัวแปรที่สัมพันธ์กับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ จำนวนเด็กอายุ 1-10 ปี ที่เข้ารับบริการที่ รพ.สต., ระยะห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ, เพอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก/ส่วนสูงของเด็กอายุ, ช่วงฤดูกาลและความเข้มข้นของฝุ่นละออง

ขนาด 10 ไมครอน มีค่าความสัมพันธ์ (Correlation) หรือค่า r 0.554, 0.484, 0.103, 0.084 และ 0.088 ตามลำดับ

ค่าความสัมพันธ์หรือค่า r ของกลุ่มตัวชี้วัดด้านส่วนบุคคล, กลุ่มตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัสและกลุ่มตัวชี้วัดด้านสถานะสุขภาพกับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.556, 0.593 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเฉพาะตัวชี้วัดด้านส่วนบุคคลและตัวชี้วัดด้านการได้รับสัมผัสเท่านั้นที่มีผลต่อการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ส่วนที่สอง สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองในกลุ่มตัวอย่าง โดยมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) คิดเป็น 86.33% +/-3.79% มีค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean absolute error) เท่ากับ 0.139+/-0.034

ส่วนสุดท้ายแสดงผลการศึกษาด้วยค่าความเชื่อมั่นในการทำนาย พบว่าสามารถทำนายได้ดีเฉพาะในกลุ่มที่มีระดับความเสี่ยงโรกระบบทางเดินหายใจในระดับต่ำเท่านั้น คิดเป็นร้อยละ 77.2 รองลงมาเป็นกลุ่มที่มีระดับความเสี่ยงปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 22.8 ในขณะที่กลุ่มที่มีระดับความเสี่ยงโรกระบบทางเดินหายใจระดับสูง มีค่าความเชื่อมั่นน้อยกว่า 0.1%

5.3.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทพบว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกัน แต่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องในการคาดการณ์มากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากจำนวนชุดข้อมูลที่เก็บรวบรวมเป็นข้อมูลชนิดตัวเลข ที่มีความเหมาะสมกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม แต่ในแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจนั้น การนำข้อมูลที่รวบรวมเป็นชนิดตัวเลขต้องแปลงเป็นชนิดตัวอักษรอีกครั้งจึงอาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการนำข้อมูลทุติยภูมิจำนวน 9 ตัวแปรเข้าสู่ แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม สามารถชี้บ่งและคัดเลือกตัวแปรที่สัมพันธ์กับการอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่าง ประการสุดท้ายสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.4 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาและการประชุมอภิปรายร่วมกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ส่วนที่เกี่ยวข้องและการนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่

ผลสรุปจากการประชุมอภิปรายร่วมกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหาแนวทางจัดการในพื้นที่กลุ่มเสี่ยงที่เด็กในพื้นที่ได้รับสัมผัสฝุ่นละออง มีดังต่อไปนี้ (รายละเอียดการประชุมแสดงในภาคผนวก ง)

1) ด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1) เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ ยังไม่มีการเก็บข้อมูลและติดตามผลสุขภาพของเด็กซึ่งเจ้าหน้าที่ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเพิ่มข้อมูลสุขภาพลงในสมุดทะเบียนประวัติของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขในพื้นที่ โดยปกติกรมอนามัยจะส่งมอบให้กับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และหน่วยงานสาธารณสุข ดังนั้นเจ้าหน้าที่มีความคิดเห็นที่จะเพิ่มประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่เด็กได้รับสัมผัสด้านสิ่งแวดล้อมทางสุขภาพ เช่น สภาพแวดล้อมรอบโรงเรียนและสภาพแวดล้อมรอบบ้านที่เด็กอาศัยต่อหน่วยงานระดับจังหวัด

1.2) รพ.สต.เห็นด้วยกับการปรับปรุงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสาธารณสุขให้ง่ายต่อการตรวจสอบและการนำไปใช้ประโยชน์ด้านสุขภาพ ประกอบด้วย การเพิ่มตัวชี้วัดด้านฤดูกาล, ตัวชี้วัดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อส่วนสูง พร้อมทั้งแยกประเภทการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กเล็กอายุ 1-5 ปี และกลุ่มเด็กโต อายุ 6-11 ปี

1.3) ศูนย์อนามัยที่ 2 สระบุรี จะนำเสนอต่อกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัด ในวาระการประชุม เรื่อง การเพิ่มประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและลักษณะของสิ่งแวดล้อมที่เด็กอาจจะได้รับสัมผัสในแต่ละปีในสมุดทะเบียนประวัติ

1.4) หน่วยงานด้านสาธารณสุขในพื้นที่เห็นควรว่าต้องมีการจัดเก็บข้อมูล ไว้อย่างน้อย 5 ปี เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงและการก่อให้เกิดการเจ็บป่วย

2) ด้านตัวชี้วัด

2.1) เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ จะเพิ่มนโยบายด้านแผนงานการป้องกันโรคเรื้อรัง ฝุ่นละอองและโรคระบบทางเดินหายใจในพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันมีการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ตามโครงการ , การรณรงค์ และนโยบายหรือคำสั่งของหน่วยงานในระดับสูง

2.2) เพิ่มและส่งเสริมโครงการด้านสุขภาพ, ภาวะโภชนาการและการประเมินการเจริญเติบโตของเด็กในพื้นที่เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กเล็กอายุ 1-5 ปี และกลุ่มเด็กโต อายุ 6-11 ปี

3) ด้านอื่นๆเกี่ยวกับฝุ่นละอองในพื้นที่

3.1) เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ขอมีส่วนร่วมในการติดตามและรายงานสถานการณ์ฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและสื่อสารกับประชาชนเพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งจะนำเสนอเรื่องการ

ติดตั้งแบบจอมอนิเตอร์ต่อกรมควบคุมมลพิษ ในพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้โดยง่าย

3.2) เพิ่มการดำเนินการคัดกรองกลุ่มเสี่ยง เพื่อเตรียมความพร้อม เป็นฐานข้อมูลในการเชื่อมโยงด้านการป้องกันฝุ่นละออง โดยกำหนดเป็นแผนงานของพื้นที่หรือของหน่วยงานตนเอง

3.3) เพิ่มการติดต่อประสานงานกับสำนักงานโยธาธิการและผังเมือง หรือเจ้าหน้าที่กองช่าง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลหรือเทศบาลตำบล และรวบรวมข้อมูลแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองในพื้นที่ที่มีการก่อสร้างหรือการเปลี่ยนแปลงสิ่งอื่นที่ส่งผลกระทบต่อด้านฝุ่นละอองเพื่อควบคุมและป้องกันพร้อมทั้งการให้ความรู้ต่อผู้ประกอบการ, ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมต่อชุมชนใกล้เคียง

3.4) เตรียมความพร้อมด้านข้อมูล, อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยและยาสำหรับรักษาโรคระบบทางเดินหายใจ

3.5) การสื่อสารความเสี่ยงสำหรับวิธีการสื่อสารในปัจจุบันระหว่างเจ้าหน้าที่กับเจ้าหน้าที่ด้วยกัน ประกอบด้วย หนังสือเวียน, จดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมลล์ และแอปพลิเคชันไลน์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันไม่มีระบบการสื่อสารความเสี่ยงกับประชาชนในพื้นที่ ดังนั้นควรเพิ่มเสริมการสื่อสาร อาทิ การติดบอร์ดประกาศในพื้นที่ราชการที่ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ เช่น สำนักงานเทศบาล, สถานีตำรวจ, ที่ทำการอำเภอ เป็นต้น และควรปรับเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร เป็นภาษาที่ทำให้เกิดผลบวกหรือสร้างสรรค์ เช่น ภาษาเดิมใช้ “ช่วงนี้มีความเสี่ยงกับฝุ่นละออง” ปรับเปลี่ยนภาษาที่

ใช้ในการสื่อสารด้วยภาษาที่ทำให้เกิดผลบวกหรือสร้างสรรค์ “ช่วงนี้ประชาชนต้องมีการดูแลสุขภาพของตัวเองให้มากขึ้นในการต้องสัมผัสฝุ่นละออง” เป็นต้น

3.6) เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะมีการรายงานเฝ้าระวังและรายงานข้อมูลการเจ็บป่วยเป็นประจำทุกเดือนโดยการสื่อสารกับประชาชนในพื้นที่

3.7) เพิ่มการออกตรวจเยี่ยมพื้นที่และร่วมประเมินสถานการณ์อย่างใกล้ชิดร่วมกับผู้นำชุมชน เรื่องมาตรการป้องกันและลดความเสี่ยงจากฝุ่นละออง

5.5 ข้อจำกัดในการวิจัย

1) จำนวนชุดข้อมูลเรียนรู้เป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยทั้งหมด อาจทำให้ค่าความถูกต้องและค่าความเชื่อมั่นมีคลาดเคลื่อนได้

2) ระดับช่วงอายุของเด็กในการเก็บรวบรวมชุดข้อมูลมีระดับช่วงอายุที่กว้างเกินไปคืออายุ 1-10 ปี ซึ่ง อาจทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล ไม่เห็นความแตกต่างของตัวชี้วัด

ระหว่างเด็กเล็กกับเด็กโตที่ได้รับการสัมผัสฝุ่นละอองได้ เนื่องจากข้อมูลของ รพ.สต. ไม่มีการแยกข้อมูลและข้อมูลบางส่วนในพื้นที่ขาดหายไป

5.6 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรมีการเพิ่มจำนวนชุดข้อมูลเรียนรู้จะช่วยให้ประสิทธิภาพการวิเคราะห์และคาดการณ์ของแบบจำลองได้ค่าความถูกต้องและค่าความเชื่อมั่นดียิ่งขึ้น เช่น เพิ่มจำนวนปีในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) ควรมีการนำข้อมูลที่เป็นค่าจริง เข้าสู่แบบจำลองและแยกช่วงอายุของเด็กเล็กและเด็กโต จะเป็นตัวแทนในพื้นที่ดียิ่งขึ้น
- 3) ควรเพิ่มการเก็บข้อมูลด้วยตัวชี้วัดอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองและอัตราการป่วยด้วยโรกระบบทางเดินหายใจ เช่น ตัวชี้วัดด้านความเร็วลมและทิศทางของลมของที่อยู่อาศัย, ระยะเวลาของการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองที่แตกต่างกัน เป็นต้น
- 4) ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในลักษณะของกิจกรรมที่ได้รับสัมผัสฝุ่นละอองของเด็ก

รายการเอกสารอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

- นพภาพร พานิชและคณะ, *ตำราระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ* กรมโรงงานอุตสาหกรรม,
ศูนย์บริการ วิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550
- นัทธีรา สรรมณี, *เคมีสิ่งแวดล้อม*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.2541
- ไพบุลย์ โฉ่สุนทร, *ระบาดวิทยา*. ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกัน คณะ
แพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540
- เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์, *การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคดาต้าไมนิง เบื้องต้น*, บริษัทเอเชีย
ดิจิทัลการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ,2557
- กรมอนามัย และกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, *แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจาก
มลพิษทางอากาศ*, กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ, 2558

บทความวารสาร

- พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ, *การประเมินความเสี่ยง*. วารสารเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม 2543; 2:73-77.
- ธนาวุฒิ ประกอบผล. *โครงข่ายประสาทเทียม Artificial Neural Networks*,วารสาร มฉก.วิชาการ,ปี
ที่ 12 ฉบับที่ 24 มกราคม-มิถุนายน 2552.
- เรวัตติ แสงสุริยงค์. (2542). *คนอินโดจีน*. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 6(6),28. สืบค้นเมื่อ
25 กุมภาพันธ์ 2542 จาก <http://www.huso.buu.ac.th>
- กถิณประทุม ปัญญาปิง(2557), *การศึกษาการปนเปื้อนของฝุ่นละอองรวมภายใน
และภายนอกอาคาร*.วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), ปีที่ 6 ฉบับที่ 11 มกราคม – มิถุนายน 2557

วิทยานิพนธ์

- เป็ญจรัตน์ ดอบขุนทด. (2546). *การให้สัมปทานความต้องการใช้หินปูนเพื่อการก่อสร้างและ
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตในพื้นที่จังหวัดสระบุรี*. (วิทยานิพนธ์วิทยา

- ศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาการจัดการทรัพยากร, โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิทธิชัย มุ่งดี. (2547). *ความชุกของอาการทางระบบหายใจและสมรรถภาพปอดของนักเรียนในพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมเหมืองหินและไม้ บดหรือย่อยหิน จังหวัดสระบุรี*.วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม27,3(ก.ค.-ก.ย.2547) 93-101.
- สายจิตร จะวะนะ. (2542). *ศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเขตชุมชนหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาจิตวิทยาชุมชน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นพมาศ หริมเทพาธิป. (2541). *การเสื่อมสมรรถภาพของประชากรที่อาศัยในพื้นที่ที่มีกิจกรรมระเบิดและย่อยหิน กรณีศึกษาตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เสาวลักษณ์ อร่ามพงศานุวัตและพยุง มีสัจ. (2010). *การพัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ปริมาณ PM_{10} ในเขตกรุงเทพมหานครโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม*, ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพรรณ มณฑาสวรรณ. (2552), *ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของคาร์บอนและความเข้มข้นของฝุ่นละอองกับลักษณะของชั้นบรรยากาศในเขตเมือง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภรณ์ยา อามฤรัตน์และคณะ. (2009),*การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดเลือกและจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการทางเครือข่ายประสาทเทียม*. ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วราภรณ์ พิมา.(2551), *การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงและการจัดจำแนกกลุ่มของการดี้อยาในผู้ป่วยวัณโรคปอดที่เกิดโรครีบ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ดิษฐพล มั่นธรรม. (2553), *การประยุกต์อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจกับการวินิจฉัยโรกระบบทางเดินหายใจ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุดจิต ครุจิตและคณะ. (2556).*ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการระยะที่ 2*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

รายงานคุณภาพอากาศ ข้อมูลการตรวจวัด ณ สถานีตำรวจภูธรตำบลหน้าพระลาน) กรมควบคุมมลพิษ, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2555 <http://aqmthai.com>

เอกรินทร์ แซ่เฮ้ง, *โครงการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งาน (ตอนที่ 1 รู้จักกับโครงการประชาสัมพันธ์)*, แผนกสารสนเทศ สำนักวิชาการ วิทยาลัยนอร์ท กรุงเทพฯ 6/999 ซอยพหลโยธิน 52 แขวงคลองถนน เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220

ชัยวัฒน์ บำรุงกิจ “ 4โรคยอดฮิต หน้าร้อน ประจำภาค ” สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2559, <http://www.cheewajit.com/disease/>

Thesis

- Jan Deimek, and team, *Fetal Growth and Maternal Exposure to Particulate Matter during Pregnancy*, *Environmental Health Perspectives*. Volume 107, Number 6, June 1999
- Tanja Pless-Mulloli, Denise Howel, Andrew king, Lan Stone, John Merefield, Jan Bessell and Ross Darnell. (1999), *Living near opencast coal mining sites and children's respiratory health*. Department of Epidemiology and Public Health, University of Newcastle upon Tyne, UK
- Tanja Pless-Mulloli, Denise Howel and Helen Prince (2001), *Prevalence of Asthma and other respiratory symptoms in children living near and away from opencast coal mining sites*, *International journal of Epidemiology* 2001, 30: 556 – 563
- Isabelle Romieu and team, *Effect of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico city*, *American journal of respiratory and critical care medicine* Vol. 154 PP.300-307, 1996
- Klaus Topfer et al, *Children in the New Millennium: Environmental Impact on Health*, (2002), Office of children's health protection and the office of International Affairs of the US Environmental Protection Agency (EPA) August, 2002

- Somporn Chantara, *PM₁₀ and Its chemical composition :A Case Study in Chiangmai, Thailand*, Chiangmai University, 2012)
- Huda shaka, *Concentration measurements and chemical composition of PM_{10-2.5} and PM_{2.5} at a coastal site in Beirut, Lebanon* , American University of Beirut, Chemistry Department, Beirut, Lebanon 2004)
- S.M.Talebel, *Levels of PM₁₀ and its Chemical Composition in the Atmosphere of the City of Isfahan*, Department of chemistry, Isfahan University, Isfahan, Iran (2008).
- Kyriaki Kitikidou and Lazaros Iliadis, *Developing Neural Networks to Investigate Relationships Between Air Quality and Quality of life indicators*, Democritus University of Thrace, Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, Orestiada Greece, (2012).
- Hamdy K. Elminir, *Estimation of air pollutant concentrations from meteorological parameters using artificial neural network*, Journal of Electrical engineering, Vol.57, NO.2, 2006, 105-110
- New Zealand and Health Information Service. (2006). Fetal and infant deaths, 2002. Wellington.
- Jiawei Han and Micheline Kamber., *Data Mining Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers, 2001
- Sommer, A,L. Tarwotjo, and J. Kate 1987. Increased risk of Eer0phthalmia following diarrhea and respiratory disease aim.J.clin. Nute. 45.977-950

Electronic media

- Air quality criteria for particulate matter*. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 2004
(<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/partmatt.cfm>, accessed 1 October 2005).

Active Start: A Statement of physical Activity Guideline for Children Birth to Age 5,
National Association for sport and Physical Education, 2009:
search 27
November 2014, <http://www.aahperd.org/naspe/standards/nationalGuideline/ActiveStart.cfm>

*Pimonsree Sittichai, Wongwises Prungchan, and Pan-Aram Rudklao. (2008). PM10
Dispersion during Air Pollution Episode in Saraburi, Thailand. In
Proceedings of the 12th International Conference on Integrated
Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008). Research
Center for Environmental and Hazardous Substance
Management (EHSM), Khon Kaen University, Thailand, 25-29
August 2008.*



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กระบวนการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ
ด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจด้วยโปรแกรม Rapid miner version 6.2

การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ โดย
การสามารถ Downloadได้ที่ <https://rapidminer.com>

แบ่งเป็น 4 กระบวนการหรือขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเตรียมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
- 2) การสร้างแบบจำลองเพื่อพิจารณาเลือกแอตทริบิวต์หรือตัวแปรที่มีความสัมพันธ์
- 3) การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง
- 4) การแปลผลการคาดการณ์

1) การเตรียมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

1.1 ชนิดของข้อมูลเป็นตัวเลขหรือแบบ numeric ประกอบด้วยตัวแปรต้นหรือแอตทริบิวต์ 9 ตัวแปร และมีตัวแปรตามหรือลาเบล 1 ตัวแปร คือ อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

name	season	PM10	Physical	Distance	%W/H	number use service	number Avg. weigh t at birth	Life expectancy	infant mortality rate	respirator y rate
A1	1	129.6	60	0.65	79.54	342	1	73.95	6.2	42.68
A2	2	80.7	60	0.65	87.5	355	1	73.95	6.2	44.34
A3	2	110.5	60	0.65	79.54	321	1	73.95	6.2	29.56
A4	2	67.1	60	0.65	77.27	345	1	73.95	6.2	33.21
A5	2	60.9	60	0.65	80.68	327	1	73.95	6.2	29.56
A6	3	51.3	60	0.65	86.36	335	1	73.95	6.2	25.91
A7	3	59.9	60	0.65	77.27	323	1	73.95	6.2	31.38
A8	3	55.2	60	0.65	80.68	339	1	73.95	6.2	29.56
A9	3	80	60	0.65	87.5	343	1	73.95	6.2	27.73
A10	3	93.8	60	0.65	78.4	322	1	73.95	6.2	32.88

1.2 การตรวจสอบการกรอกข้อมูลต้องมีความครบถ้วนไม่มีข้อมูลขาดหาย และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน

1.3 แปลงข้อมูลเป็นแบบตัวอักษรเพื่อให้เหมาะสมกับแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจโดยกำหนดและแบ่งระดับของแต่ละตัวแปรดังแสดงในตารางที่ ก.1 ถึง ก.10

ตารางที่ ก.1 การจัดระดับความเข้มข้นตามค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละออง

ลำดับ	ระดับความเข้มข้น*	ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	ต่ำมาก	0 – 39.9
2	ต่ำ	40 – 79.9
3	ปานกลาง	80 – 119.9
4	สูง	≥ 120

*เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปและการแบ่งคุณภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของกรมควบคุมมลพิษ, 2538

ตารางที่ ก.2 การแบ่งระยะห่างจาก รพสต. ถึงสถานีเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ

ลำดับ	ระยะใกล้/ไกล*	ระยะห่างจากสถานีตรวจวัด (km.)
1	ระยะไกลมาก	7.8 - 10.2
2	ระยะไกล	5.2 - 7.7
3	ระยะใกล้	2.6 - 5.19
4	ระยะใกล้มาก	0 - 2.59

*วารสารข่าวสารอากาศและเสียง ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรมควบคุมมลพิษ, 2557

ตารางที่ ก.3 การแบ่งระดับภาวะโภชนาการของเด็ก อายุ 1-10 ปี ตามอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักและส่วนสูง (% W/H)

ลำดับ	ระดับภาวะโภชนาการ*	ระดับช่วง %W/H
1	ปกติ	>90%
2	ต่ำเล็กน้อย	89.9% - 80%
3	ต่ำปานกลาง	79.9% - 70%
4	ต่ำมาก	<69.9%

*Waterlow JC. Note on the assessment and classification of PEM in children. Lancet 1973; 1:87-89.

ตารางที่ ก.4 การแบ่งระดับจำนวนเด็กที่เข้ารับบริการ รพสต.

ลำดับ	ระดับช่วง*	จำนวนของเด็ก (คน)
1	จำนวนน้อยมาก	0-99
2	จำนวนน้อย	100-199
3	จำนวนปานกลาง	200-299
4	จำนวนมาก	≥ 300

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรพ.สต. ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

ตารางที่ ก.5 การแบ่งระดับจำนวนเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์

ลำดับ	เกณฑ์*	ระดับช่วงจำนวนของเด็ก (คน)
1	น้อยมาก	0-99
2	น้อย	100-299
3	ปานกลาง	300-499
4	มาก	≥500

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรพ.สต. ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

ตารางที่ ก.6 การแบ่งระดับอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด

ลำดับ	ระดับอายุขัย*	ระดับช่วงอายุขัยเฉลี่ย(ปี)
1	อายุขัยเฉลี่ยยืนยาวมาก	80 – 89.9
2	อายุขัยเฉลี่ยยืนยาว	70 – 79.9
3	อายุขัยเฉลี่ยต่ำ	60 – 69.9
4	อายุขัยเฉลี่ยต่ำมาก	50 – 59.9

*อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด ปี พ.ศ.2554-2557 จากการคาดประมาณของสถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล

ตารางที่ ก.7 การแบ่งระดับอัตราการตายของทารกแรกเกิดต่อประชากรพันคน

ลำดับ	อัตราการตาย*	อัตราการตายของทารก (ต่อประชากรพันคน)
1	ต่ำมาก	1 -4.4
2	ต่ำ	4.5-7.5
3	ปานกลาง	7.6-10.2
4	สูง	10.3-12.9

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรายอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

ตารางที่ ก.8 การแบ่งระดับของระยะเวลาของการทำกิจกรรมทางกายของเด็ก

ลำดับ	ระดับของกิจกรรม*	ระยะเวลา(นาที)
1	ปกติ	30 - 60
2	ต่ำกว่าเกณฑ์	0 - 29

*WHO (2011) Guidelines for physical activity child

ตารางที่ ก.9 การแบ่งระดับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

ลำดับ	ระดับอัตราป่วย*	อัตราป่วย (ต่อประชากรพันคน)
1	ต่ำ	0 – 23.9
2	ปานกลาง	24 – 47.9
3	สูง	48 ขึ้นไป

*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรายอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

ตารางที่ ก.10 การแบ่งช่วงฤดูกาล

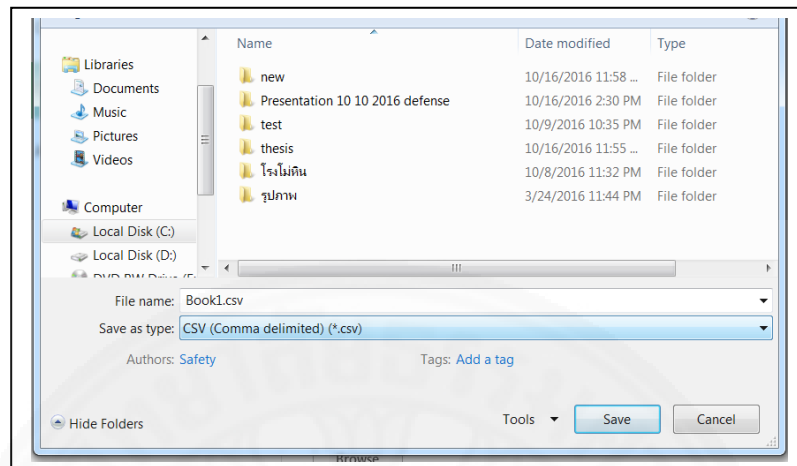
ลำดับ	ความหมาย*	ระยะเวลา
1	ฤดูหนาว	ธ.ค. – ม.ค.
2	ฤดูร้อน	ก.พ.– พ.ค.
3	ฤดูฝน	มิ.ย.– ต.ค.

*กลุ่มภูมิอากาศ, สำนักพัฒนาอุตุนิยมหาวิทยาลัย, กรมอุตุนิยมหาวิทยาลัย, กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2552.

1.4 ชนิดของข้อมูล เป็นตัวเลข หรือ แบบ numeric แปลงให้เป็นตัวอักษร (Nominal) เพื่อป้อนเข้าสู่แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ

name	season	PM10	Physical	Distance	%Weight of height	number of patient	number Avg.weight at birth	Life expectancy	infant mortality rate	respiratory rate
A1	winter	high	normal	very near	moderate	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A2	summer	Medium	normal	very near	mild	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A3	summer	Medium	normal	very near	moderate	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A4	summer	low	normal	very near	moderate	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A5	summer	low	normal	very near	mild	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A6	rains	low	normal	very near	mild	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A7	rains	low	normal	very near	moderate	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A8	rains	low	normal	very near	mild	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A9	rains	Medium	normal	very near	mild	high	very low	good	low	Medium respiratory rate
A10	rains	Medium	normal	very near	moderate	high	very low	good	low	Medium respiratory rate

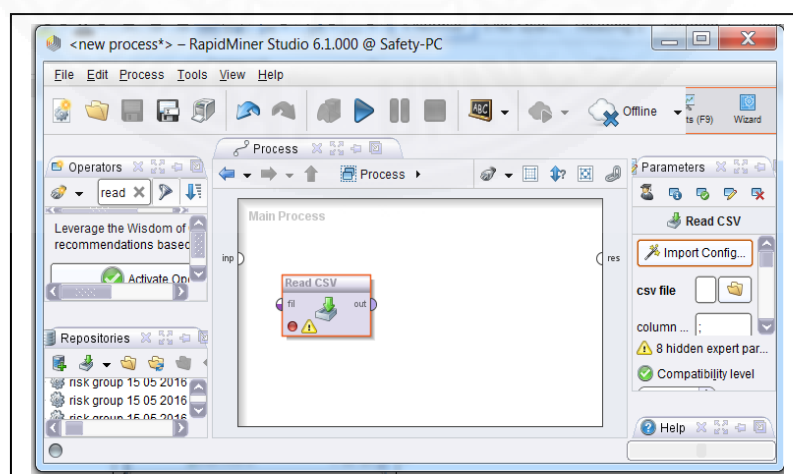
- 2) การสร้างแบบจำลองเพื่อพิจารณาเลือกแอตทริบิวต์หรือตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับลาเบล
- 2.1 ดำเนินการแปลง file excel เป็น file CSV (Comma separated value)



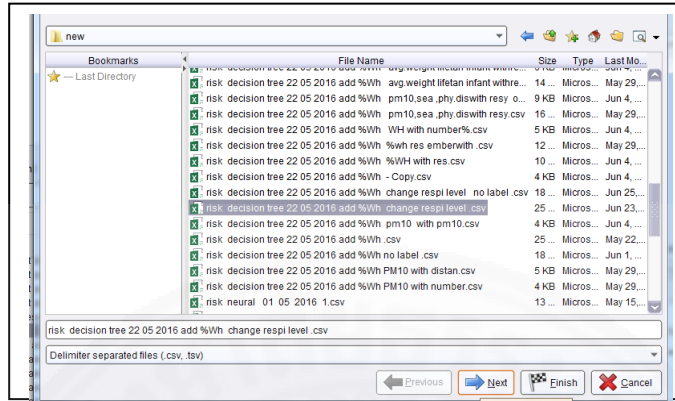
2.2 ดำเนินการเข้าสู่โปรแกรม Rapid miner

- 1) Search Read CSV, 2) Import file CSV, 3) เลือก Column separation เป็น comma
- 4) เปลี่ยน ตัวแปร Name จาก Attribute เป็น Id และ ทำการเปลี่ยน ตัวแปร Respiratory rate เป็น Binominal และ Label, 5) Search decision tree ดึงเข้ามาที่ Main process, 6) ต่อแขน Output ไปที่ training และ ต่อแขน mod ไปที่ result, 7) แบบจำลองต้นไม้มัดตัดสินใจ ตั้งรายละเอียดดังนี้

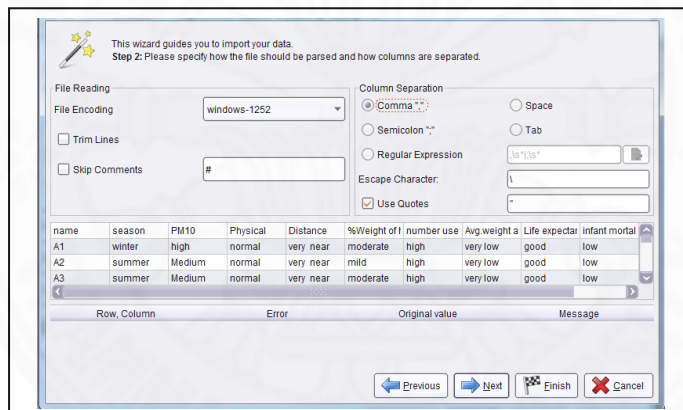
ขั้นตอน 1 Search Read CSV



ขั้นตอน 2 Import file CSV

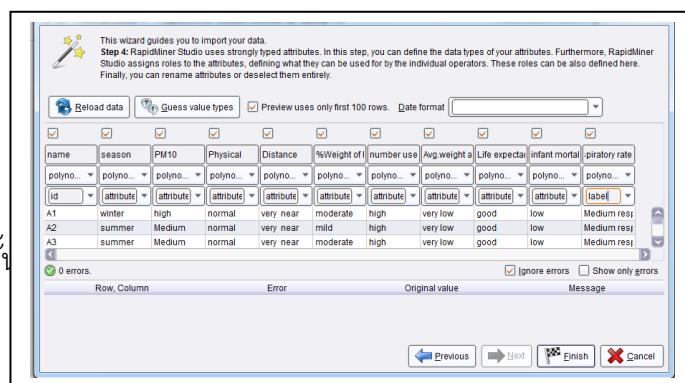


ขั้นตอน 3 เลือก Column separation เป็น comma



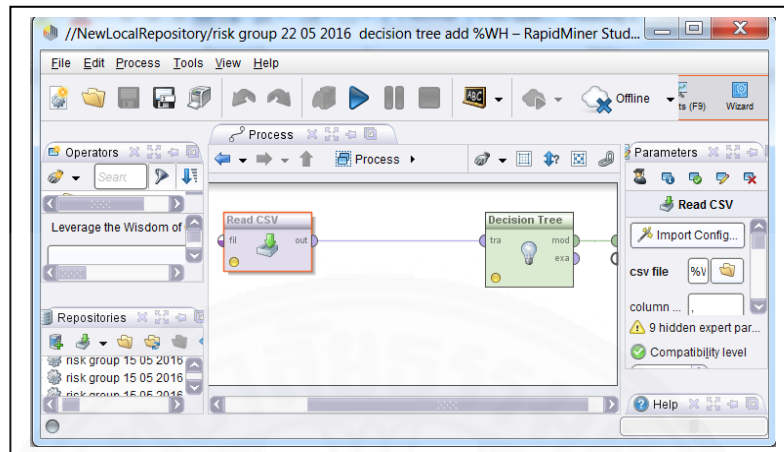
ขั้นตอน 4 และ 5 เปลี่ยน ตัวแปร Name จาก Attribute เป็น Id และ ทำการเปลี่ยน ตัวแปร Respiratory rate เป็น Binominal และ Label

ขั้น

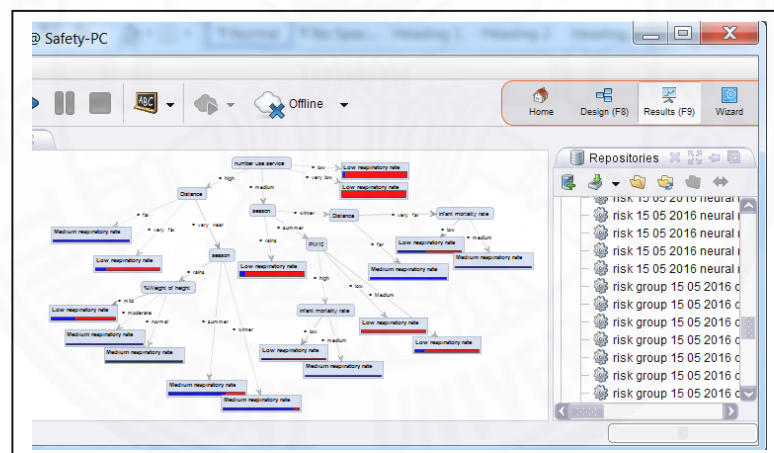


cess และ ต่อแขน

ขั้นตอนที่ 6 ต่อแชน Output ไปที่ training และ ต่อแชน mod ไปที่ result



ขั้นตอน 7 แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ



3) การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง ด้วย K-fold cross validation

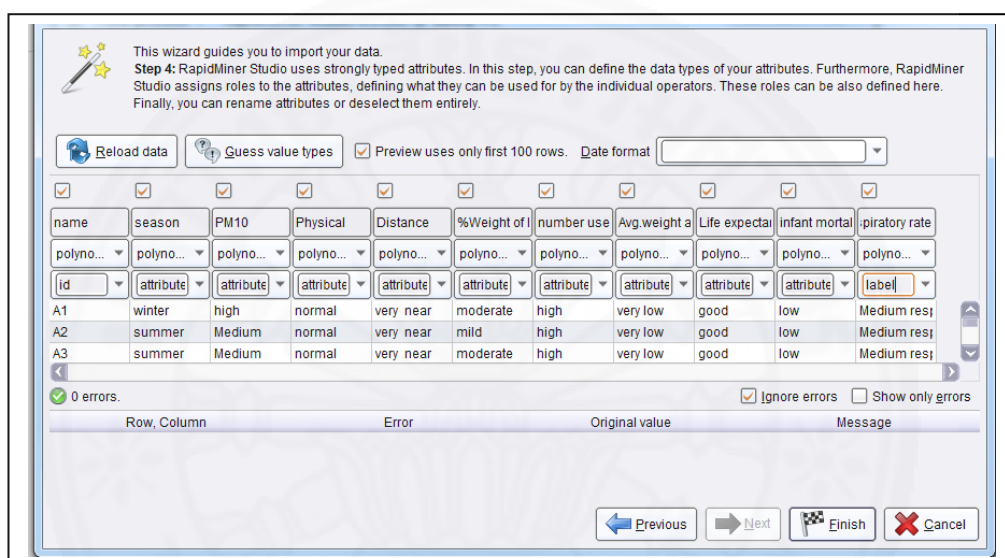
3.1) Search Read CSV ที่ช่อง search, Import file CSV, เลือก Column separation เป็น comma, เปลี่ยน ตัวแปร Name จาก Attribute เป็น Id และ ทำการเปลี่ยน ตัวแปร Respiratory rate เป็น Binominal และ Label, Search decision tree ดึงเข้ามาที่ Main process, ต่อแชน Output ไปที่ training และ ต่อแชน mod ไปที่ result ดังภาพที่ ก.1

3.2) Search x- validation ดึงเข้ามาที่ Main process, ต่อแชน Output ไปที่ training และ ต่อแชน mod ไปที่ result ดังภาพที่ ก.2

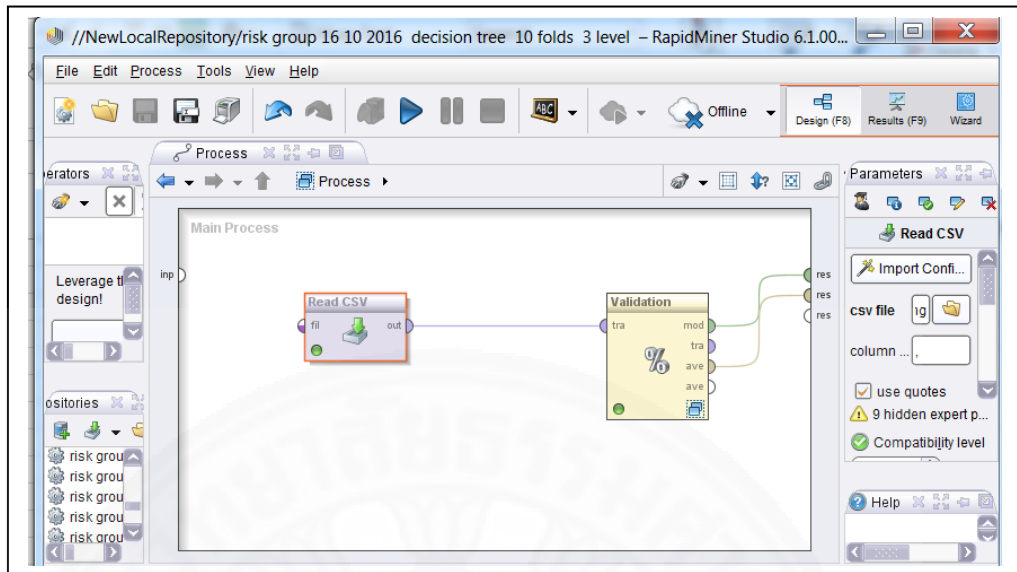
3.3) คลิก x- validation และเลือก วิธีการทดสอบประสิทธิภาพด้วย K-fold cross validation และ Search decision tree ดึงเข้ามาที่ training ในขณะที่เดียวกัน ก็ ทำการ search Apply model และ Performance ดึงเข้ามาที่ testing ดังภาพที่ ก.3

3.4) คลิก Performance และเลือก วิธีการทดสอบประสิทธิภาพด้วย K-fold cross validation และ เลือกตัว Performance ประกอบด้วย ดังภาพที่ ก.4

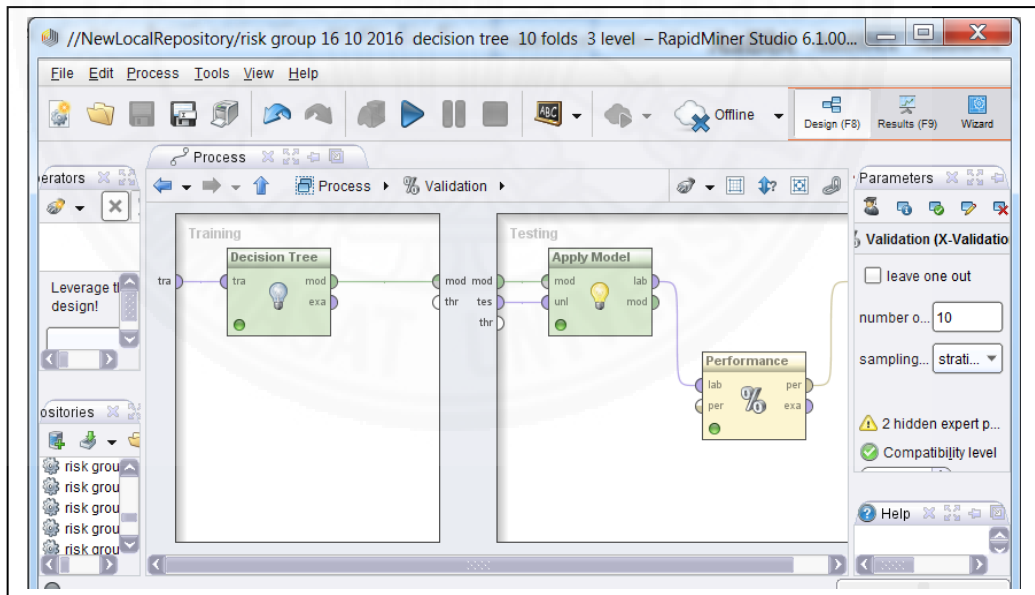
3.5) อภิปรายผลและแปลผล ด้วยค่าความถูกต้อง, ค่าการระลอกหรือค่าความไว และค่าความแม่นยำ ดังภาพที่ ก.5 ดังรายละเอียดนี้



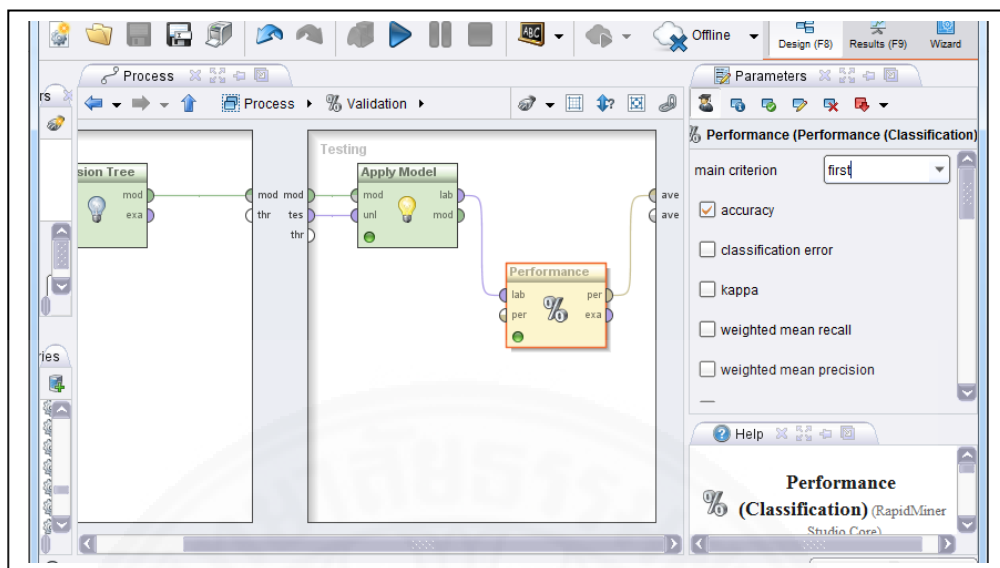
ภาพที่ ก.1



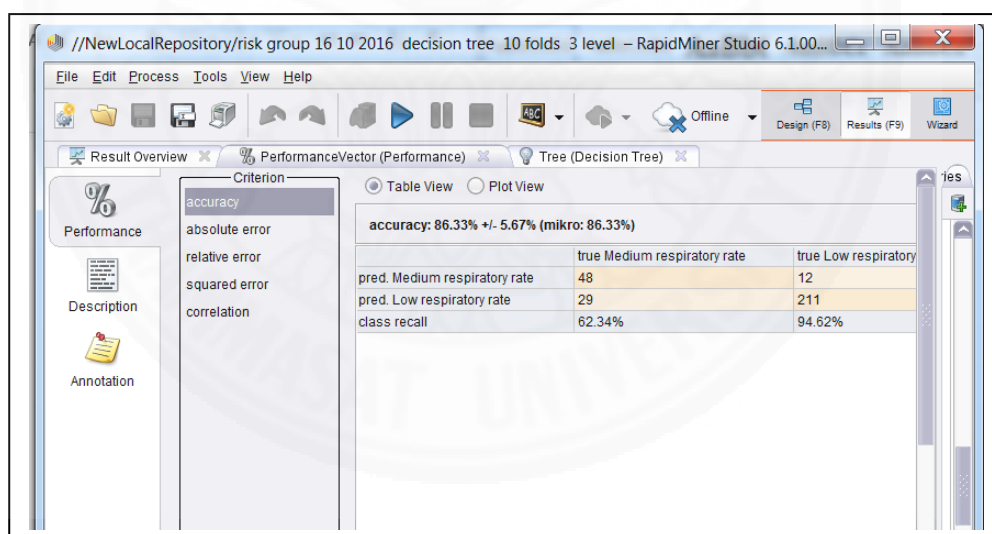
ภาพที่ ก.2



ภาพที่ ก.3



ภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.5

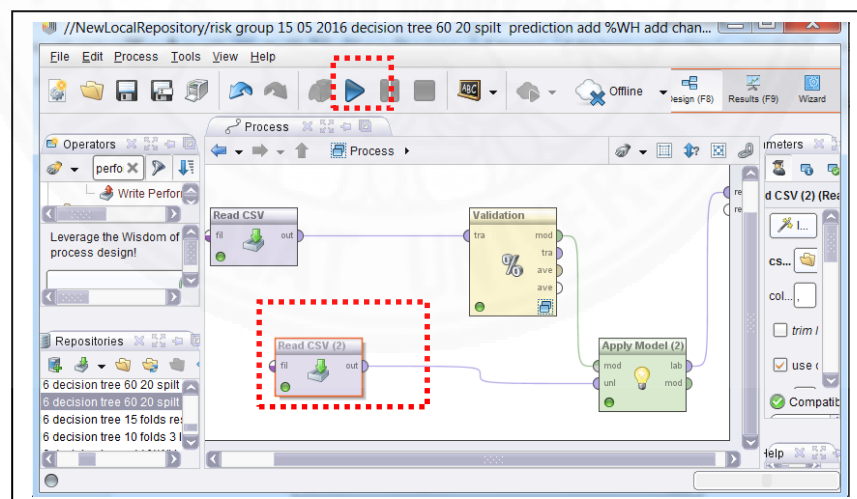
4) การแปลผลการคาดการณ์

4.1) ทำต่อจากขั้นตอนที่ 3.5 ของข้อ 3 โดย ทำการตัด ตัวแปรตามหรือลาเบล อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจดังแสดงในตารางที่ ก.11

ตารางที่ ก.11 การตัด ตัวแปรตามหรือลาเบล อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจเพื่อเตรียมเข้าสู่แบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจเพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

name	season	PM10	Physical	Distance	%Weight of height	number of patient	number Avg.weight at birth	Life expectancy	infant mortality rate
A1	winter	high	normal	very near	moderate	high	very low	good	low
A2	summer	Medium	normal	very near	mild	high	very low	good	low
A3	summer	Medium	normal	very near	moderate	high	very low	good	low
A4	summer	low	normal	very near	moderate	high	very low	good	low
A5	summer	low	normal	very near	mild	high	very low	good	low
A6	rains	low	normal	very near	mild	high	very low	good	low
A7	rains	low	normal	very near	moderate	high	very low	good	low
A8	rains	low	normal	very near	mild	high	very low	good	low
A9	rains	Medium	normal	very near	mild	high	very low	good	low
A10	rains	Medium	normal	very near	moderate	high	very low	good	low

4.2) Serach Read CSV ที่ไม่มีตัวลาเบลเข้าสู่ Main Process เพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยการคลิกที่ปุ่ม สามเหลี่ยมมีสัญลักษณ์สีน้ำเงิน



4.3) ผลการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ ด้วยค่าความเชื่อมั่น

Row	name	prediction(respiratory rate)	confidence(Medium respiratory rate)	confidence(Low respiratory rate)	season
1	A1	Medium respiratory rate	1	0	winter
2	A2	Medium respiratory rate	0.688	0.312	summer
3	A3	Medium respiratory rate	1	0	summer
4	A4	Medium respiratory rate	1	0	summer
5	A5	Medium respiratory rate	0.688	0.312	summer
6	A6	Low respiratory rate	0.381	0.619	rains
7	A7	Medium respiratory rate	1	0	rains
8	A8	Low respiratory rate	0.381	0.619	rains
9	A9	Low respiratory rate	0.381	0.619	rains
10	A10	Medium respiratory rate	1	0	rains
11	A11	Medium respiratory rate	0.929	0.071	winter

Name	Type	Miss.	Least	Most
Polynomial	Polynomial	0	E9 (1)	A1 (1)
prediction(respiratory rate)	Polynomial	0	Medium r [...] rate (70)	Low resp [...] ate
confidence(Medium respir...)	Real	0	Min 0	Max 1
confidence(Low respirator...)	Real	0	Min 0	Max 1
Polynomial	Polynomial	0	winter (75)	rains (125)

Showing attributes: 1 - 13 Examples: ... Special Attributes: 4 Regular Attributes: 9

ภาคผนวก ข

**กระบวนการคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ
ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรม Rapid miner version 6.2**

การคาดการณ์อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยการสามารถ Download ได้ที่ <https://rapidminer.com>

แบ่งเป็น 4 กระบวนการหรือขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเตรียมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
- 2) การสร้างแบบจำลองเพื่อพิจารณาเลือกแอตทริบิวต์หรือตัวแปรที่มีความสัมพันธ์
- 3) การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง
- 4) การแปลผลการคาดการณ์

1) การเตรียมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

1.1) ชนิดของข้อมูล เป็นตัวเลข หรือ แบบ numeric ประกอบด้วยตัวแปรต้นหรือแอตทริบิวต์ 9 ตัวแปร และมีตัวแปรตามหรือลาเบล 1 ตัวแปร คือ อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

name	season	PM10	Physical	Distance	%W/H	number of patient	number Avg.weight at birth	Life expectancy	infant mortality rate	respiratory rate
A1	1	129.6	60	0.65	79.54	342	1	73.95	6.2	42.68
A2	2	80.7	60	0.65	87.5	355	1	73.95	6.2	44.34
A3	2	110.5	60	0.65	79.54	321	1	73.95	6.2	29.56
A4	2	67.1	60	0.65	77.27	345	1	73.95	6.2	33.21
A5	2	60.9	60	0.65	80.68	327	1	73.95	6.2	29.56
A6	3	51.3	60	0.65	86.36	335	1	73.95	6.2	25.91
A7	3	59.9	60	0.65	77.27	323	1	73.95	6.2	31.38
A8	3	55.2	60	0.65	80.68	339	1	73.95	6.2	29.56
A9	3	80	60	0.65	87.5	343	1	73.95	6.2	27.73
A10	3	93.8	60	0.65	78.4	322	1	73.95	6.2	32.88

1.2) การตรวจสอบการกรอกข้อมูล มีความครบถ้วน ไม่มีข้อมูลขาดหาย และข้อมูลมีความ สอดคล้องกัน

1.3) ข้อมูลเป็นแบบตัวเลขหรือ numeric สามารถป้อนเข้าสู่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม แต่จะมี เฉพาะการแบ่งระดับตัวแปรตามหรือลาเบลคือ อัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจดังแสดงในตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 การแบ่งระดับอัตราป่วยโรกระบบทางเดินหายใจ

ลำดับ	ความเสี่ยง*	อัตราป่วยต่อประชากรพันคน
1	ต่ำ	0 – 23.9
2	ปานกลาง	24 – 47.9
3	สูง	48 ขึ้นไป

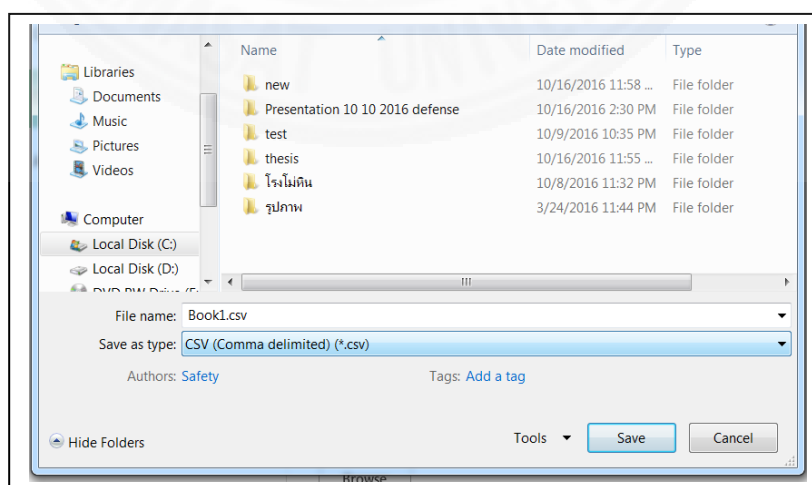
*เกณฑ์ค่าเฉลี่ยสถิติย้อนหลัง 5 ปี (2553-2557) ของรายอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัด สระบุรี

1.4 ชนิดของข้อมูลเป็นตัวเลขหรือแบบnumericสามารถป้อนเข้าสู่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

name	season	PM10	Physical	Distance	%W/H	number of patient	number Avg.weight at birth	Life expectancy	infant mortality rate	respiratory rate
A1	1	129.6	60	0.65	79.54	342	1	73.95	6.2	2
A2	2	80.7	60	0.65	87.5	355	1	73.95	6.2	2
A3	2	110.5	60	0.65	79.54	321	1	73.95	6.2	2
A4	2	67.1	60	0.65	77.27	345	1	73.95	6.2	2
A5	2	60.9	60	0.65	80.68	327	1	73.95	6.2	2
A6	3	51.3	60	0.65	86.36	335	1	73.95	6.2	2
A7	3	59.9	60	0.65	77.27	323	1	73.95	6.2	2
A8	3	55.2	60	0.65	80.68	339	1	73.95	6.2	2
A9	3	80	60	0.65	87.5	343	1	73.95	6.2	2
A10	3	93.8	60	0.65	78.4	322	1	73.95	6.2	2

1) สร้างแบบจำลองเพื่อพิจารณาเลือกแอตทริบิวต์หรือตัวแปรที่มีความสัมพันธ์

2.1) ดำเนินการแปลง file excel เป็น file CSV (Comma separated value)



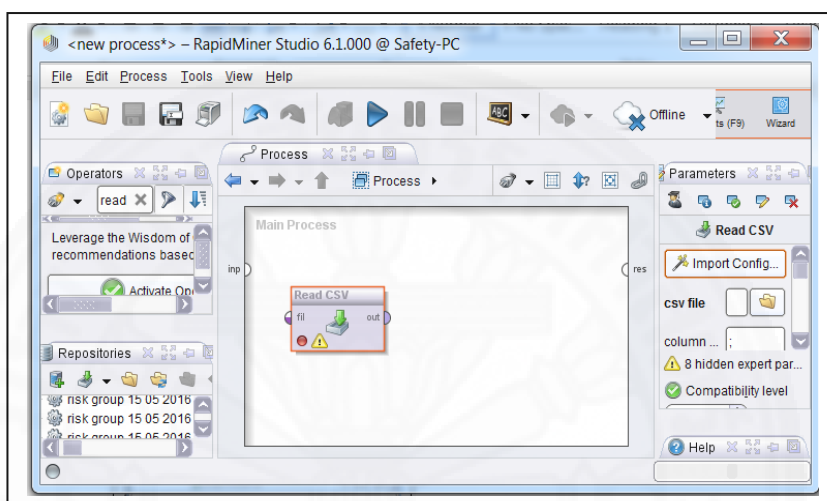
2.2) ดำเนินการเข้าสู่โปรแกรม Rapid miner

- 1) Search Read CSV, 2) Import file CSV, 3) เลือก Column separation เป็น comma

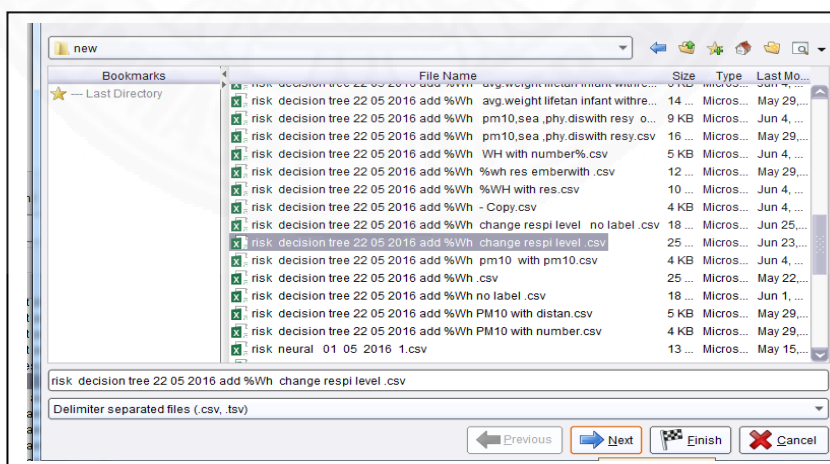
4) เปลี่ยน ตัวแปร Name จาก Attribute เป็น Id และ ทำการเปลี่ยน ตัวแปร Respiratory rate เป็น

Binominal และ Label, 5) Search decision tree ดึงเข้ามาที่ Main process, 6) ต่อแขน Output ไปที่ training และ ต่อแขน mod ไปที่ result, 7) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ตั้งรายละเอียดนี้

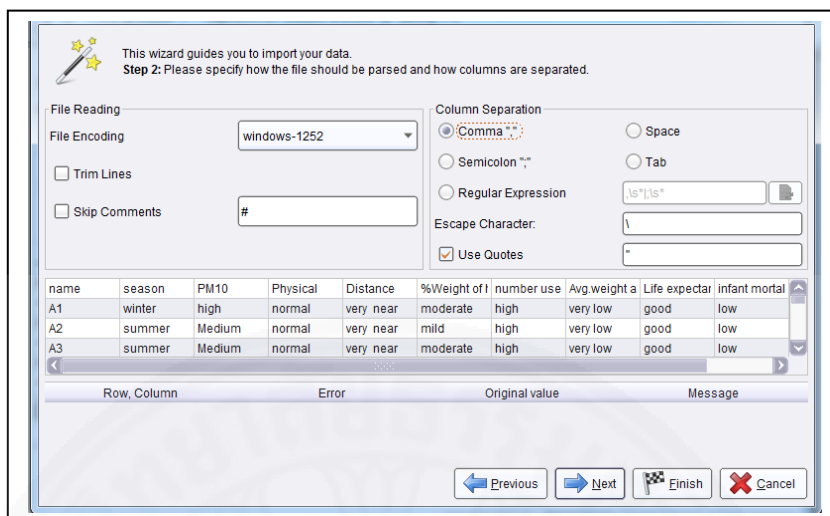
ขั้นตอน 1 Search Read CSV



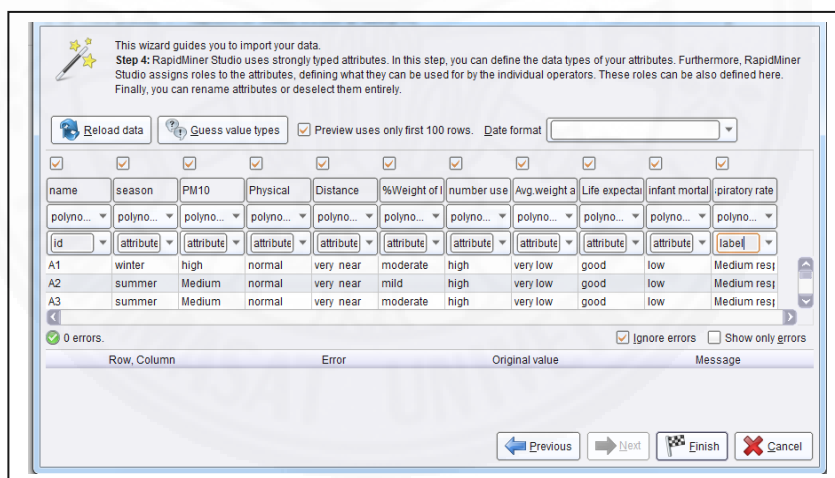
ขั้นตอน 2 Import file CSV



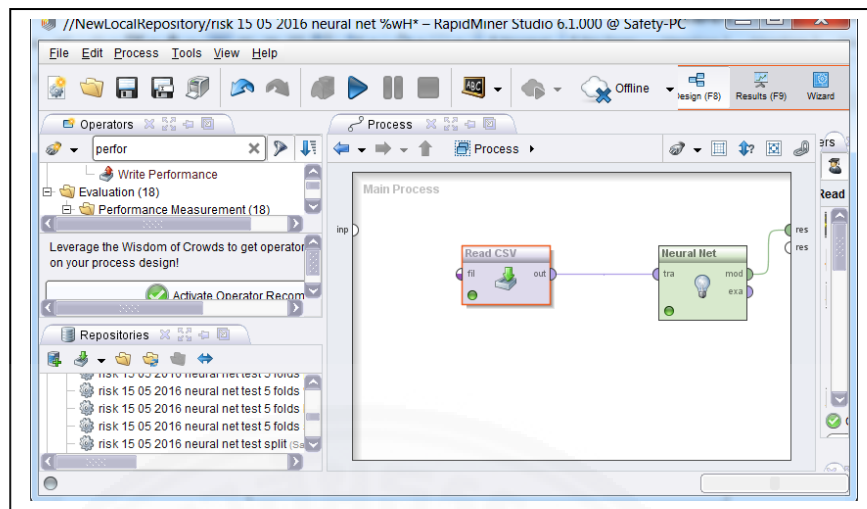
ขั้นตอน 3 เลือก Column separation เป็น comma



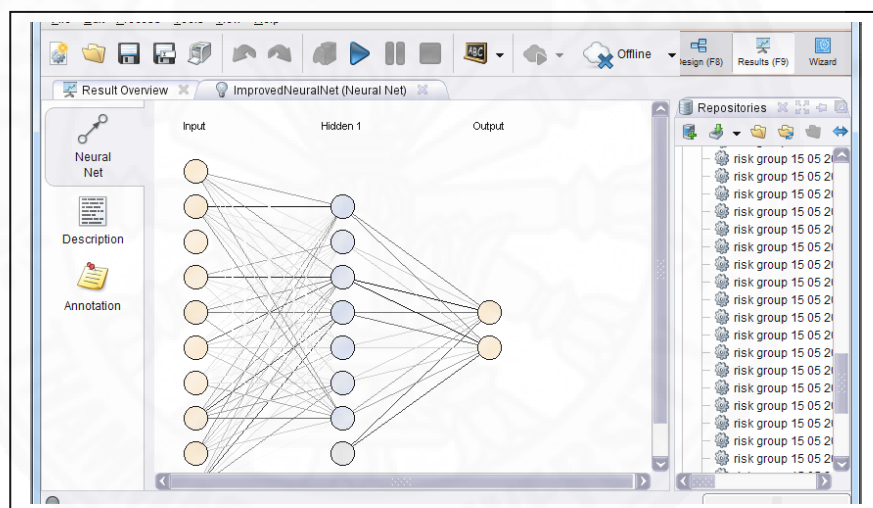
ขั้นตอน 4 เปลี่ยน ตัวแปร Name จาก Attribute เป็น Id และ ทำการเปลี่ยน ตัวแปร Respiratory rate เป็น Binominal และ Label



ขั้นตอน 5 และ 6 Search decision tree ดึงเข้ามาที่ Main process, 6) ต่อแขน Output ไปที่ training และ ต่อแขน mod ไปที่ result



ขั้นตอน 7 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม



3) การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง ด้วย K-fold cross validation

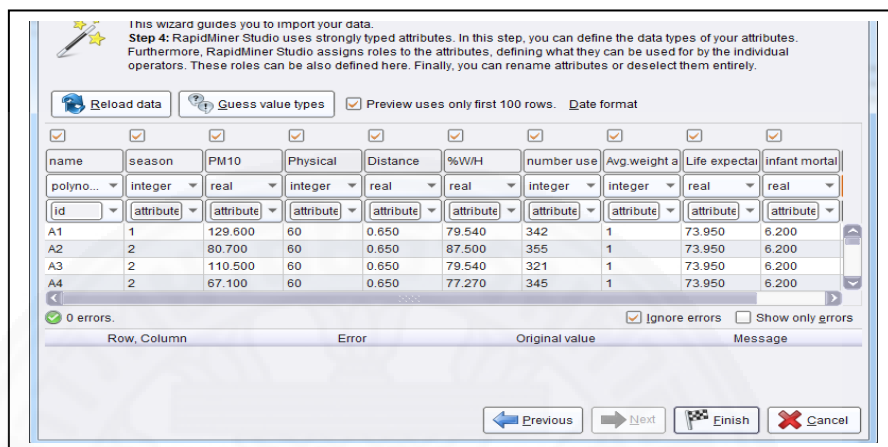
3.1) Search Read CSV ที่ช่อง search, Import file CSV, เลือก Column separation เป็น comma, ทำการเปลี่ยน ตัวแปร Respiratory rate เป็น Binominal และ Label, Search Neural net ดึงเข้ามาที่ Main process, ต่อแขน Output ไปที่ training และ ต่อแขน mod ไปที่ result ดังภาพที่ ข.1

3.2) Search x- validation ดึงเข้ามาที่ Main process, ต่อแขน Output ไปที่ training และ ต่อแขน mod ไปที่ result ดังภาพที่ ข.2

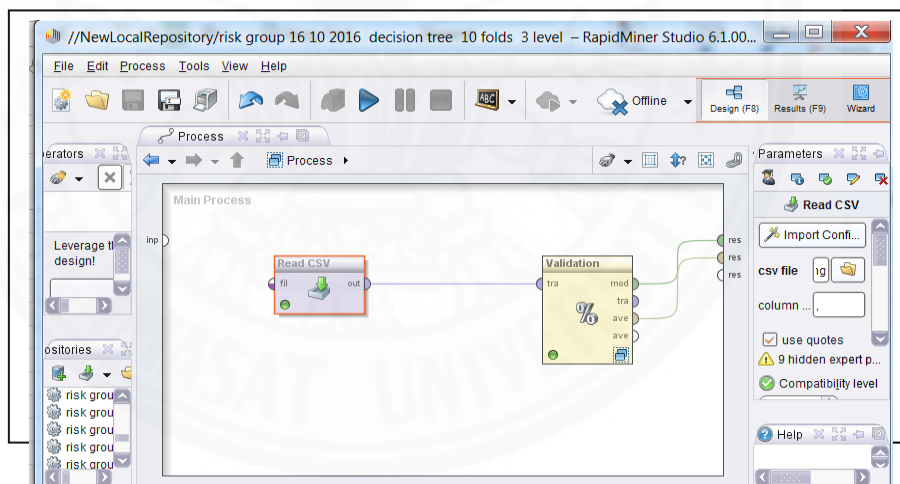
3.3) คลิก x- validation และเลือก วิธีการทดสอบประสิทธิภาพด้วย K-fold cross validation และ Search decision tree ดึงเข้ามาที่ training ในขณะเดียวกัน ก็ ทำการ search Apply model และ Performance ดึงเข้ามาที่ testing ดังภาพที่ ข.3

3.4) คลิก Performance และเลือก วิธีการทดสอบประสิทธิภาพด้วย K-fold cross validation และเลือกตัว Performance ประกอบด้วย ดังภาพที่ ข.4

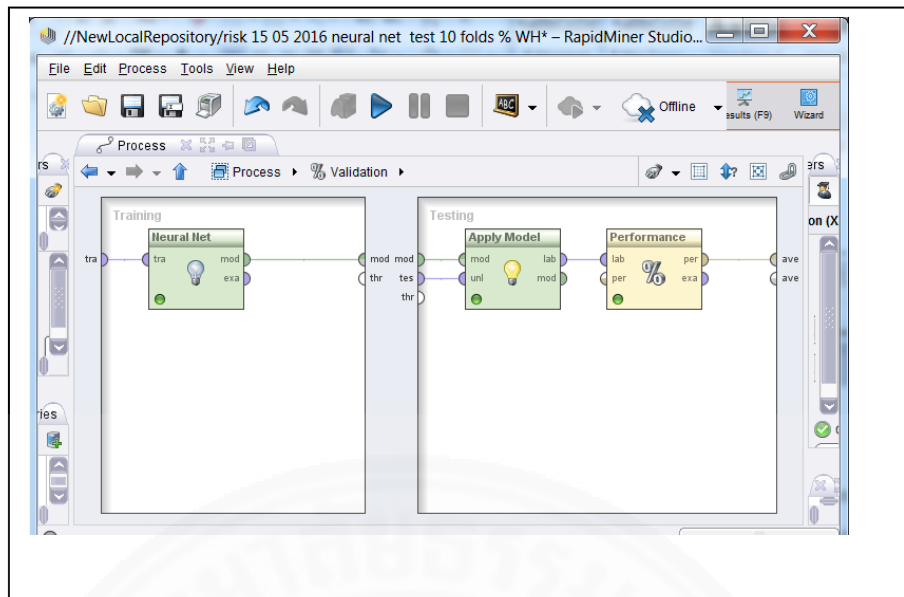
3.5) อภิปรายผลและแปลผล ด้วยค่าความถูกต้อง, ค่าการระลอกหรือค่าความไว และค่าความแม่นยำ ดังภาพที่ ข.5 ดังรายละเอียดนี้



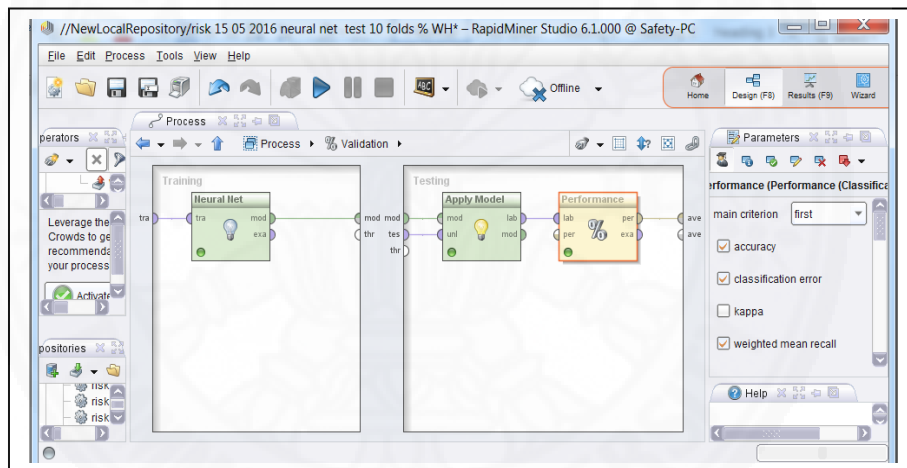
ภาพที่ ข.1



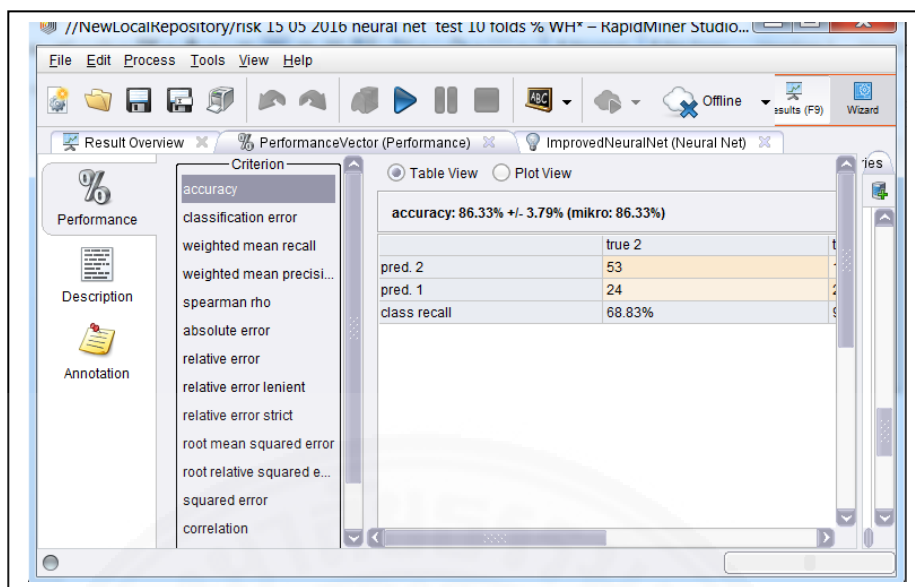
ภาพที่ ข.2



ภาพที่ ข.3



ภาพที่ ข.4



ภาพที่ ข.5

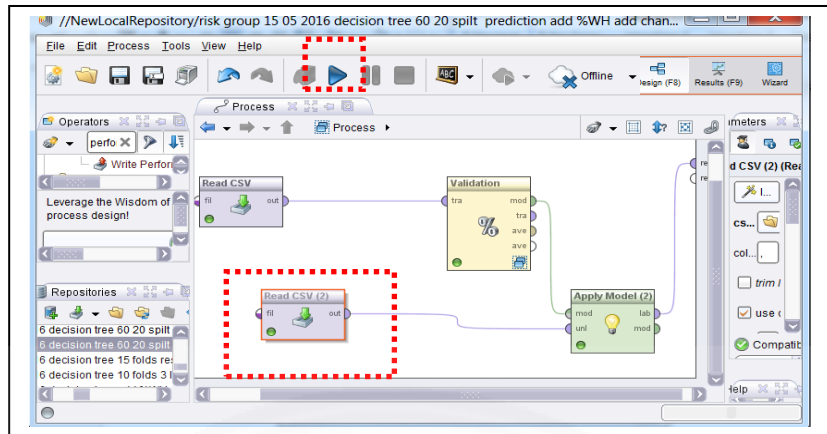
4) การแปลผลการคาดการณ์

4.1) ทำต่อจากขั้นตอนที่ 3.5 ของข้อ 3 โดย ทำการตัด ตัวแปรตามหรือลาเบล อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจดังแสดงในตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 การตัด ตัวแปรตามหรือลาเบล อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจเพื่อเตรียมเข้าสู่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

name	season	PM10	Physical	Distance	%W/H	number of patient	number Avg.weight at birth	Life expectancy	infant mortality rate
A1	1	129.6	60	0.65	79.54	342	1	73.95	6.2
A2	2	80.7	60	0.65	87.5	355	1	73.95	6.2
A3	2	110.5	60	0.65	79.54	321	1	73.95	6.2
A4	2	67.1	60	0.65	77.27	345	1	73.95	6.2
A5	2	60.9	60	0.65	80.68	327	1	73.95	6.2
A6	3	51.3	60	0.65	86.36	335	1	73.95	6.2
A7	3	59.9	60	0.65	77.27	323	1	73.95	6.2
A8	3	55.2	60	0.65	80.68	339	1	73.95	6.2
A9	3	80	60	0.65	87.5	343	1	73.95	6.2
A10	3	93.8	60	0.65	78.4	322	1	73.95	6.2

4.2) Serach Read CSV ที่ไม่มีตัวลาเบลเข้าสู่ Main Process เพื่อคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจด้วยการคลิกที่ปุ่ม สามเหลี่ยมมีสัญลักษณ์สีน้ำเงิน



4.3) ผลการคาดการณ์อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ด้วยค่าความเชื่อมั่น

The screenshot shows the 'Result Overview' window in Orange 3. It displays a table with 10 rows of data. The columns are 'Row No.', 'name', 'prediction(respirat...', 'confidence(2)', 'confidence(1)', and 'season'. The data is as follows:

Row No.	name	prediction(respirat...	confidence(2)	confidence(1)	season
1	A1	2	1.000	0.000	1
2	A2	2	0.960	0.040	2
3	A3	2	0.999	0.001	2
4	A4	2	0.971	0.029	2
5	A5	2	0.972	0.028	2
6	A6	2	0.942	0.058	3
7	A7	2	0.954	0.046	3
8	A8	2	0.947	0.053	3
9	A9	2	0.966	0.034	3
10	A10	2	0.975	0.025	3

The screenshot shows the 'Attribute Details' window in Orange 3. It displays a table with columns for 'Name', 'Type', 'Miss', and 'Filter (13 / 13 attributes)'. The data is as follows:

Name	Type	Miss	Filter (13 / 13 attributes)
name	Polynomial	0	Least E9 (1
prediction(respiratory rate)	Binomial	0	Least 2 (71
confidence_2	Real	0	Min 0
confidence_1	Real	0	Min 0.000
season	Integer	0	Min 1

ภาคผนวก ค
การคำนวณ Information gain (IG) ของแบบ
ต้นไม้ตัดสินใจกลุ่มตัวอย่าง

$$\text{สูตร IG} = \text{Entropy (parent)} - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2)] \dots$$

$$\text{Entropy (parent)} = -p(\text{res}=1) \times \log_2(\text{res}=1) - p(\text{res}=2) \times \log_2(\text{res}=2) - p(\text{res}=3) \times \log_2(\text{res}=3)$$

หา Entropy (parent)

$$\begin{aligned} \text{Entropy (parent)} &= -p(\text{Res}=1) \times \log_2(\text{res}=1) - p(\text{Res}=2) \times \log_2(\text{res}=2) - p(\text{Res}=3) \times \log_2(\text{res}=3) \\ &= -0.743 \times \log_2(0.743) - 0.257 \times \log_2(0.257) - 0.0 \times \log_2(0.0) \\ &= -(0.560 \times -0.428) - (0.257 \times -1.960) - (0.0 \times -0.0) \\ &= 0.318 + 0.503 \\ &= 0.821 \end{aligned}$$

1. Entropy(PM₁₀)

$$\begin{aligned} \text{Entropy(PM}_{10} = \text{High})} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\ &= -(0/80) \times \log_2(0/80) - (31/80) \times \log_2(31/80) - (49/80) \times \log_2(49/80) \\ &= -(0.0) \times \log_2(0) - (0.387) \times \log_2(0.387) - (0.612) \times \log_2(0.612) \\ &= -(0.387) \times -1.36 - (0.612) \times -0.708 \\ &= 0.526 + 0.433 \\ &= 0.959 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy(PM}_{10} = \text{Medium})} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\ &= -(0/100) \times \log_2(0/100) - p(22/100) \times \log_2(22/100) - p(78/100) \times \log_2(78/100) \\ &= -[0 \times \log_2(0) - (0.22) \times \log_2(0.22) - p(0.78) \times \log_2(0.78)] \\ &= -0 \times 0 - (0.22) \times -2.184 - (0.78) \times -0.358 \\ &= 0 + 0.480 + 0.278 \\ &= 0.759 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy(PM}_{10} = \text{low})} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\ &= -(0/120) \times \log_2(0/120) - p(15/120) \times \log_2(15/120) - p(105/120) \times \log_2(105/120) \\ &= -[0 \times \log_2(0) - (0.125) \times \log_2(0.125) - p(0.875) \times \log_2(0.875)] \\ &= -0 \times 0 - (0.125) \times -3.0 - (0.875) \times -0.192 \\ &= 0 + 0.375 + 0.168 \end{aligned}$$

$$= 0.543$$

$$\text{IG ของ PM}_{10} = \text{Entropy (parent)} - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2) + p(c3) \times \text{entropy}(c3)]$$

$$\text{Entropy (parent)} - [p(\text{High}) \times \text{entropy}(\text{High}) + p(\text{Medium}) \times \text{entropy}(\text{Medium}) + p(\text{Low}) \times \text{entropy}(\text{Low})]$$

$$= 0.821 - [(80 \div 300 \times 0.959) + (100 \div 300 \times 0.759) + (120 \div 300 \times 0.543)]$$

$$= 0.821 - [(0.26 \times 0.959) + (0.33 \times 0.759) + (0.4 \times 0.543)]$$

$$= 0.821 - (0.249 + 0.250 + 0.217)$$

$$= 0.821 - 0.716$$

$$\text{IG ของ PM}_{10} = 0.104$$

2. Entropy (physical act.)

$$\text{Entropy(physical = Normal)} = -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low})$$

$$= -(0/300) \times \log_2(0/300) - p(77/300) \times \log_2(77/300) - p(223/300) \times \log_2(223/300)$$

$$= -(0) \times \log_2(0) - (0.256) \times \log_2(0.256) - (0.743) \times \log_2(0.743)$$

$$= -(0) \times 0 - (0.256) \times -1.965 - (0.743) \times -0.428$$

$$= 0 + 0.503 + 0.318$$

$$= 0.821$$

$$\text{IG ของ Physical} = \text{Entropy (parent)} - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2) + p(c3) \times \text{entropy}(c3)]$$

$$\text{Entropy (parent)} - [p(\text{normal}) \times \text{entropy}(\text{normal})]$$

$$= 0.821 - [300/300 \times 0.821]$$

$$= 0.821 - [1 \times 0.821]$$

$$= 0.821 - 0.821$$

$$\text{IG ของ Physical} = 0$$

3. Entropy(Distance)

$$\text{Entropy(Distance = very far)} = -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low})$$

$$= -(0/180) \times \log_2(0/180) - p(16/180) \times \log_2(16/180) - p(164/180) \times \log_2(164/180)$$

$$= -(0) \times \log_2(0) - (0.088) \times \log_2(0.088) - (0.911) \times \log_2(0.911)$$

$$= -(0) \times 0 - (0.088) \times -3.506 - (0.911) \times -0.134$$

$$= 0 + 0.308 + 0.122$$

$$= 0.43$$

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\text{Distance} = \text{Far}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/60) \times \log_2(0/60) - p(20/60) \times \log_2(20/60) - p(40/60) \times \log_2(40/60) \\
 &= -[0 \times \log_2(0) - (0.33) \times \log_2(0.33) - p(0.66) \times \log_2(0.66)] \\
 &= -(0 \times 0) - (0.33) \times -1.59 - (0.66) \times -0.599 \\
 &= 0 + 0.524 + 0.395 \\
 &= 0.919
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\text{Distance} = \text{Very near}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/60) \times \log_2(0/60) - p(41/60) \times \log_2(41/60) - p(19/60) \times \log_2(19/60) \\
 &= -[0 \times \log_2(0) - (0.683) \times \log_2(0.683) - p(0.316) \times \log_2(0.316)] \\
 &= -(0 \times 0) - (0.683) \times -0.550 - (0.316) \times -1.662 \\
 &= 0 + 0.375 + 0.525 \\
 &= 0.900
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{IG ของ Distance} &= \text{Entropy}(\text{parent}) - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2) + p(c3) \times \text{entropy}(c3)] \\
 &= \text{Entropy}(\text{parent}) - [p(\text{High}) \times \text{entropy}(\text{High}) + p(\text{low}) \times \text{entropy}(\text{low}) + p(\text{none}) \times \text{entropy}(\text{none})] \\
 &= 0.821 - (180/300 \times 0.43 + 60/300 \times 0.919 + 60/300 \times 0.900) \\
 &= 0.821 - [(0.6 \times 0.43) + (0.2 \times 0.919) + 0.2 \times 0.900] \\
 &= 0.821 - (0.258 + 0.183 + 0.18) \\
 &= 0.821 - 0.621
 \end{aligned}$$

$$\text{IG ของ Distance} = 0.20$$

4. Entropy (%weight for Hight)

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\%W/H = \text{Mild}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/143) \times \log_2(0/143) - p(101/143) \times \log_2(101/143) - p(42/143) \times \log_2(42/143) \\
 &= -(0 \times \log_2(0) - (0.706) \times \log_2(0.706) - (0.293) \times \log_2(0.293)) \\
 &= -(0 \times 0) - (0.706) \times -0.502 - (0.293) \times -1.771 \\
 &= 0 + 0.354 + 0.518 \\
 &= 0.872
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\%W/H = \text{Normal}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/93) \times \log_2(0/93) - p(20/93) \times \log_2(20/93) - p(63/93) \times \log_2(63/93) \\
 &= -[0 \times \log_2(0) - (0.215) \times \log_2(0.215) - p(0.677) \times \log_2(0.677)] \\
 &= -(0 \times 0) - (0.215) \times -2.217 - (0.677) \times -0.562 \\
 &= 0 + 0.476 + 0.380 \\
 &= 0.856
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\%W/H= \text{Moderate}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/49) \times \log_2(0/49) - p(14/49) \times \log_2(14/49) - p(35/49) \times \log_2(35/49) \\
 &= -[0 \times \log_2(0) - (0.285) \times \log_2(0.285) - p(0.714) \times \log_2(0.714)] \\
 &= - (0) \times 0 - (0.285) \times -1.810 - (0.714) \times -0.486 \\
 &= 0 + 0.515 + 0.347 \\
 &= 0.862
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\%W/H= \text{Sever}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/15) \times \log_2(0/15) - p(1/15) \times \log_2(1/15) - p(14/15) \times \log_2(14/15) \\
 &= -[0 \times \log_2(0) - (0.066) \times \log_2(0.066) - p(0.933) \times \log_2(0.933)] \\
 &= - (0) \times 0 - (0.066) \times -3.921 - (0.933) \times -0.10 \\
 &= 0 + 0.258 + 0.093 \\
 &= 0.351
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{IG ของ \%W/H} &= \text{Entropy}(\text{parent}) - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2) + p(c3) \times \text{entropy}(c3) + p(c4) \times \text{entropy}(c4)] \\
 &= \text{Entropy}(\text{parent}) - [p(\text{mild}) \times \text{entropy}(\text{mild}) + p(\text{Normal}) \times \text{entropy}(\text{Normal}) + p(\text{Moderate}) \times \text{entropy}(\text{Moderate}) + p(\text{severe}) \times \\
 &\quad \text{entropy}(\text{Severe})] \\
 &= 0.821 - [143/300 \times 0.872 + (93/300 \times 0.856) + (49/300 \times 0.862) + (15/300 \times 0.351)] \\
 &= 0.821 - [0.477 \times 0.872 + (0.310 \times 0.856) + (0.163 \times 0.862) + (0.050 \times 0.351)] \\
 &= 0.821 - [0.415 + 0.265 + 0.140 + 0.017] \\
 &= 0.821 - 0.837
 \end{aligned}$$

$$\text{IG ของ \%W/H} = -0.016$$

5. Entropy(number child use service)

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\text{number} = \text{high}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) - p(\text{no risk}) \times \log_2(\text{no risk}) \\
 &= -(0/84) \times \log_2(0/84) - p(58/84) \times \log_2(58/84) - p(26/84) \times \log_2(26/84) \\
 &= -(0) \times \log_2(0) - (0.690) \times \log_2(0.690) - (0.309) \times \log_2(0.309) \\
 &= -(0) \times -0 - (0.690) \times -0.535 - (0.309) \times -1.694 \\
 &= 0 + 0.369 + 0.523 \\
 &= 0.892
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy}(\text{number} = \text{Medium}) &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) - p(\text{no risk}) \times \log_2(\text{no risk}) \\
 &= -(0/104) \times \log_2(0/104) - p(5/104) \times \log_2(5/104) - p(99/104) \times \log_2(99/104) \\
 &= -[0 \times \log_2(0) - (0.048) \times \log_2(0.048) - p(0.951) \times \log_2(0.951)] \\
 &= -(0) \times 0 - (0.048) \times -4.380 - (0.951) \times -0.072 \\
 &= 0 + 0.210 + 0.068
 \end{aligned}$$

$$= 0.278$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy (number =low)} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\ &= -(0/51) \times \log_2(0/51) - p(2/51) \times \log_2(2/51) - p(49/51) \times \log_2(49/51) \\ &= -[0 \times \log_2(0) - p(0.039) \times \log_2(0.039) - p(0.960) \times \log_2(0.960)] \\ &= -(0 \times 0) - (0.039) \times -4.680 - (0.960) \times -0.058 \\ &= 0 + 0.182 + 0.055 \\ &= 0.237 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy (number = very low)} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\ &= -(0/61) \times \log_2(0/61) - p(40/61) \times \log_2(40/61) - p(21/61) \times \log_2(21/61) \\ &= -[0 \times \log_2(0) - p(0.655) \times \log_2(0.655) - p(0.344) \times \log_2(0.344)] \\ &= -(0 \times 0) - (0.655) \times -0.610 - (0.344) \times -1.539 \\ &= 0 + 0.399 + 0.529 \\ &= 0.928 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IG of number child service} &= \text{Entropy (parent)} - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2) + p(c3) \times \text{entropy}(c3) + p(c4) \times \text{entropy}(c4)] \\ &= \text{Entropy (parent)} - [p(\text{High}) \times \text{entropy}(\text{High}) + p(\text{Medium}) \times \text{entropy}(\text{Medium}) + p(\text{Low}) \times \text{entropy}(\text{Low}) \\ &\quad + p(\text{Very low}) \times \text{entropy}(\text{Very low})] \\ &= 0.821 - [84/300 \times 0.892 + 104/300 \times 0.278 + 51/300 \times 0.237 + 61/300 \times 0.928] \\ &= 0.821 - [0.280 \times 0.892 + (0.347 \times 0.278) + (0.170 \times 0.237) + (0.203 \times 0.928)] \\ &= 0.821 - [0.249 + 0.096 + 0.040 + 0.188] \\ &= 0.821 - 0.573 \end{aligned}$$

$$\text{IG of number child service} = 0.248$$

6. Entropy (number avg.weight at birth)

$$\begin{aligned} \text{Entropy (number Avg. at birth = Very low)} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\ &= -(0/300) \times \log_2(0/300) - p(77/300) \times \log_2(77/300) - p(223/300) \times \log_2(223/300) \\ &= -(0 \times \log_2(0) - (0.256) \times \log_2(0.256) - (0.743) \times \log_2(0.743)) \\ &= -(0 \times -0) - (0.256) \times -1.965 - (0.743) \times -0.428 \\ &= 0 + 0.503 + 0.318 \\ &= 0.821 \end{aligned}$$

$$\text{IG of number avg.weight at birth} = \text{Entropy (parent)} - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2) + p(c3) \times \text{entropy}(c3)]$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Entropy (parent) - [p(High) \times \text{entropy(High)} + p(\text{Medium}) \times \text{entropy(Medium)} + p(\text{Low}) \times \text{entropy(low)}]} \\
 = & 0.821 - [300/300 \times 0.821] \\
 = & 0.821 - [1 \times 0.821] \\
 = & 0.821 - 0.821 \\
 = & 0.821 - 0.821 = 0
 \end{aligned}$$

IG ของ number avg.weight at birth = 0.0

7. Entropy (Life expectancy)

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy(Life expectancy = low)} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/300) \times \log_2(0/300) - p(77/300) \times \log_2(77/300) - p(223/300) \times \log_2(223/300) \\
 &= -(0) \times \log_2(0) - (0.256) \times \log_2(0.256) - (0.743) \times \log_2(0.743) \\
 &= -(0) \times -0 - (0.256) \times -1.965 - (0.743) \times -0.428 \\
 &= 0 + 0.503 + 0.318 \\
 &= 0.821
 \end{aligned}$$

IG ของ Life expectancy = Entropy (parent)- [p(c1) \times entropy(c1) + p(c2) \times entropy(c2) + p(c3) \times entropy(c3)]

$$\begin{aligned}
 & \text{Entropy (parent) - [p (High) \times \text{entropy (High)} + p (Medium) \times \text{entropy (Medium)} + p (Low) \times \text{entropy (low)}]} \\
 = & 0.821 - [300/300 \times 0.821] \\
 = & 0.821 - [1 \times 0.821] \\
 = & 0.821 - 0.821 \\
 = & 0.821 - 0.821 = 0
 \end{aligned}$$

IG ของ Life expectancy = 0.0

8. Entropy(Infant mortality rate)

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy(infant mortality rate= Medium)} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/60) \times \log_2(0/60) - p(21/60) \times \log_2(21/60) - p(39/60) \times \log_2(39/60) \\
 &= -(0) \times \log_2(0) - (0.35) \times \log_2(0.35) - (0.65) \times \log_2(0.65) \\
 &= -(0) \times -0 - (0.35) \times -1.514 - (0.65) \times -0.621 \\
 &= 0 + 0.529 + 0.403 \\
 &= 0.932
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{entropy(infant mortality rate =low)} &= -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) \\
 &= -(0/240) \times \log_2(0/240) - p(56/240) \times \log_2(56/240) - p(184/240) \times \log_2(184/240) \\
 &= -(0) \times \log_2(0) - (0.233) \times \log_2(0.233) - p(0.766) \times \log_2(0.766) \\
 &= -(0) \times -0 - (0.233) \times -2.101 - (0.766) \times -0.384 \\
 &= 0 + 0.489 + 0.294
 \end{aligned}$$

$$= 0.783$$

$$\text{IG ของ Infant mortality rate} = \text{Entropy (parent)} - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2)]$$

$$\text{Entropy (parent)} - [p(\text{Medium}) \times \text{entropy}(\text{Medium}) + p(\text{low}) \times \text{entropy}(\text{low})]$$

$$= 0.821 - [60/300 \times 0.932 + 240/300 \times 0.783]$$

$$= 0.821 - [0.2 \times 0.932 + 0.8 \times 0.783]$$

$$= 0.821 - [0.186 + 0.626]$$

$$= 0.821 - 0.812$$

$$\text{IG ของ Infant mortality rate} = \mathbf{0.009}$$

$$9. \text{ Entropy(Seasons) = risk group}$$

$$\text{Entropy(Season = Rains)} = -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low})$$

$$= -(0/125) \times \log_2(0/125) - p(18/125) \times \log_2(18/125) - p(107/125) \times \log_2(107/125)$$

$$= -(0) \times \log_2(0) - (0.144) \times \log_2(0.144) - (0.856) \times \log_2(0.856)$$

$$= -(0) \times 0 - (0.144) \times -2.795 - (0.856) \times -0.224$$

$$= 0 + 0.402 + 0.191$$

$$= 0.593$$

$$\text{Entropy(Season = summer)} = -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) - p(\text{no risk}) \times \log_2(\text{no risk})$$

$$= -(0/100) \times \log_2(0/100) - p(21/100) \times \log_2(21/100) - p(79/100) \times \log_2(79/100)$$

$$= -(0) \times \log_2(0) - p(0.21) \times \log_2(0.21) - p(0.79) \times \log_2(0.79)$$

$$= -(0) \times 0 - (0.21) \times -2.25 - (0.79) \times -0.34$$

$$= 0.472 + 0.268$$

$$= 0.740$$

$$\text{Entropy(Seasons = winter)} = -p(\text{high}) \times \log_2(\text{high}) - p(\text{medium}) \times \log_2(\text{medium}) - p(\text{low}) \times \log_2(\text{low}) - p(\text{no risk}) \times \log_2(\text{no risk})$$

$$= -(0/75) \times \log_2(0/75) - p(38/75) \times \log_2(38/75) - p(37/75) \times \log_2(37/75)$$

$$= -(0) \times \log_2(0) - (0.506) \times \log_2(0.506) - p(0.493) \times \log_2(0.493)$$

$$= -(0) \times 0 - (0.506) \times -0.982 - (0.493) \times -1.020$$

$$= 0 + 0.496 + 0.502$$

$$= 0.998$$

$$\text{IG ของ season risk} = \text{Entropy (parent)} - [p(c1) \times \text{entropy}(c1) + p(c2) \times \text{entropy}(c2) + p(c3) \times \text{entropy}(c3)]$$

$$\text{Entropy (parent)} - [p(\text{rains}) \times \text{entropy}(\text{rain}) + p(\text{summer}) \times \text{entropy}(\text{summer}) + p(\text{winter}) \times \text{entropy}(\text{winter})]$$

$$= 0.821 - [(125 \div 300 \times 0.593) + (100 \div 300 \times 0.740) + (75 \div 300 \times 0.998)]$$

$$= 0.821 - [(0.416 \times 0.593) + (0.333 \times 0.74) + (0.25 \times 0.998)]$$

$$= 0.821 - (0.246 + 0.246 + 0.249)$$

$$= 0.821 - 0.741$$

IG ของ seasons of risk = -0.0795



ภาคผนวก ง
การจัดกลุ่มอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานในพื้นที่
ด้านกำหนดมาตรการในการป้องกันและลดความเสี่ยง
รูปภาพการจัดกลุ่มอภิปราย

ในวันที่ 28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559 เวลา 14.00 – 15.00 น.
ณ. ห้องประชุมการนิคมอุตสาหกรรมหนองแค ตึกการนิคมอุตสาหกรรมหนองแค
ตำบลโคกแย้ อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี



ภาคผนวก จ

สูตรการคำนวณ ค่า Recall, Sensitivity, Precision และ Accuracy

1. Sensitivity = True positive rate

2. Recall = True positive rate

$$\text{ซึ่ง True positive rate} = \frac{TP}{TP + FN}$$

TP= True positive rate

FN= False negative rate

ดังนั้น ค่า Sensitivity กับ ค่า Recall คือ ค่าเดียวกัน (เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดิ์, 2557)

3. Specificity = True negative rate = $\frac{TN}{TN + FP}$

TN = True negative

FP = False positive

4. Precision = Positive predictive value = $\frac{TP}{TP + FP}$

FP= False positive

TP= True positive

5. Accuracy = $\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$

TP= True positive

TN= True negative

FP= False positive

FN= False negative

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นางสาวบุณิกา แก้วเสนห์ใน
วันเดือนปีเกิด	6 มกราคม 2526
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานวิชาชีพ และตัวแทนฝ่ายบริหารด้านสิ่งแวดล้อม บริษัท เน็กซ์ แคน อินโนเวชั่น จำกัด จังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน

