รหัสโครงการ SUT7-715-57-12-36

รายงานการวิจัย

แนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว

(Air Quality Management Approach for Small and Medium Factories based on Green Industry Concept)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT7-715-57-12-36

รายงานการวิจัย

แนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว

(Air Quality Management Approach for Small and Medium Factories based on Green Industry Concept)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร. นเรศ เชื้อสุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ คงฤทธิ์

นายธนัญชัย วรรณสุข

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

พฤษภาคม 2561

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณหน่วยงานต่าง ๆ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการศึกษา โดยเฉพาะผู้บริหารและบุคลากรของสถานประกอบการที่ร่วมโครงการทั้ง 3 แห่ง ได้แก่

1) คุณนัด กล้าหาญ
   ผู้จัดการ บริษัท อุตสาหกรรมแป้งโคราช จำกัด
2) คุณไพสิทธิ์ ปิติทรงสวัสดิ์
   กรรมการผู้จัดการ บริษัท นีสเทิร์น อินดัสทรี จำกัด
3) คุณชิราวุฒิ ชุณหปราณ
   รักษาการหัวหน้าโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รวมทั้งขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เป็นผู้ช่วยวิจัยหลักของโครงการ ได้แก่ นายพงศ์พัฒน์ สุขเกษม และนายภัควัฒน์ ทองแสง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2557 (ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต)
หัวหน้าโครงการวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว โดยมีขั้นตอนการดำเนินการที่ครอบคลุมตั้งแต่แหล่งกำเนิดของมลพิษจนถึงผู้รับมลพิษในชุมชนบริเวณใกล้เคียง และคัดเลือกโรงงานในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 3 แห่ง เพื่อทดลองปฏิบัติตามแนวทางและประเมินผลการดำเนินการ ผลการศึกษาได้แนวทางซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสำรวจเก็บข้อมูลโรงงาน 2) การสำรวจความคิดเห็นของชุมชน 3) การจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษ 4) การตรวจวัดมลพิษ 5) การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง 6) การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ และ 7) การจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ โดยแต่ละขั้นตอนสามารถนำไปประยุกต์งานได้ตามความเหมาะสมของแต่ละโรงงาน ผลการทดลองนำแนวทางไปปฏิบัติได้ทำการคัดเลือกโรงงานเข้าร่วมโครงการ 3 แห่ง คือ 1) บริษัท อุตสาหกรรมแป้งโคราช 2) บริษัท นีสเทิร์น อินดัสทรี และ 3) โรงผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยสามารถนำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศที่พัฒนาขึ้นไปปฏิบัติได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อแต่ละโรงงานและเป็นตัวอย่างสำหรับโรงงานอื่น ๆ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อให้โรงงานสามารถอยู่ร่วมกับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

This research's goal was to develop an air quality management approach for small and medium factories based on green industry concept. The steps in the approach cover from the air pollution sources to the receptors in nearby communities. Three factories in Muang district, Nakhon Ratchasima were selected to participate in the project for practicing the developed approach. The results of the approach development have 7 steps: 1) survey and data collection, 2) questionnaire survey of nearby communities, 3) emission invontory, 4) pollution monitoring, 5) air quality modelling, 6) health risk assessment, and 7) air quality management plan. Each step can be applied according to the circumstance of individual factory. The 3 selected factories in this study were: 1) Korat Flour Industry, 2) Neastern Industry, and 3) Animal Feed Factory of Suranaree University of Technology Farm. The air quality management approach developed in this study was carried out sucessfully, yielding valuable information for each factory. The results also served as useful case studies for other companies interested in adopting the approach in order to achieve the goal of sustainable co-existence with communities.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม	3
2.2 แนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว	4
2.3 การจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ	8
2.4 แบบจำลองคุณภาพอากาศ	10
2.5 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ	12
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 การพัฒนาแนวทางจัดการคุณภาพอากาศตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว	14
3.2 การนำแนวทางไปทดลองปฏิบัติ	15
3.3 การสรุปผลการวิจัย	16
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	
4.1 แนวทางจัดการคุณภาพอากาศตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว	18
4.2 ผลการศึกษา บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช จำกัด	24
4.3 ผลการศึกษา บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี	44
4.4 ผลการศึกษา โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	58
4.5 การประเมินผลการนำแนวทางไปปฏิบัติ	69

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิจัย 71
5.2 ข้อเสนอแนะ 72
บรรณานุกรม 73
ประวัติผู้วิจัย 75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3-1 โรงงานที่พิจารณาคัดเลือกในเบื้องต้น 16
ตารางที่ 4-1 ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 31
ตารางที่ 4-2 รายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 32
ตารางที่ 4-3 ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบจุด บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 34
ตารางที่ 4-4 ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบพื้นที่ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 34
ตารางที่ 4-5 ผลการตรวจวัด SO_2 จากปล่องระบายไอเสีย บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 35
ตารางที่ 4-6 ผลการตรวจวัด NO_2 จากปล่องระบายไอเสีย บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 35
ตารางที่ 4-7 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 35
ตารางที่ 4-8 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 36
ตารางที่ 4-9 ข้อมูลอาคารและสิ่งก่อสร้าง บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 37
ตารางที่ 4-10 ผลการประมาณระดับความเข้มข้นมลพิษ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 38
ตารางที่ 4-11 ผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 41
ตารางที่ 4-12 การลดฝุ่นกรณีการจัดการที่ลานกองวัตถุดิบ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 42
ตารางที่ 4-13 การลดฝุ่นกรณีการติดตั้งเครื่องควบคุมมลพิษ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 42
ตารางที่ 4-14 ผลการประเมินทางเลือกการจัดการมลพิษอากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 44
ตารางที่ 4-15 ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 48
ตารางที่ 4-16 รายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 52
ตารางที่ 4-17 ผลการตรวจวัดมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิด บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 53
ตารางที่ 4-18 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 53
ตารางที่ 4-19 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 54
ตารางที่ 4-20 ข้อมูลแหล่งกำเนิดที่ป้อนเข้าแบบจำลอง SCREEN3 บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 55
ตารางที่ 4-21 ผลการประมาณระดับความเข้มข้นมลพิษ บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 56
ตารางที่ 4-22 ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. 65
ตารางที่ 4-23 รายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. 65
ตารางที่ 4-24 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. 66
ตารางที่ 4-25 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. 67

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2-1 แผนการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสีเขียวของกระทรวงอุตสาหกรรม 7
รูปที่ 2-2 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษในด้านความถูกต้องและราคา 9
รูปที่ 3-1 วิธีการดำเนินการวิจัย 14
รูปที่ 3-2 ที่ตั้งโรงงานที่ร่วมโครงการ 17
รูปที่ 4-1 ขอบเขตพื้นที่บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ 24
รูปที่ 4-2 แผนผังของโรงงาน บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 25
รูปที่ 4-3 แผนผังกระบวนการผลิต บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 26
รูปที่ 4-4 จุดเก็บแบบสอบถามประชาชนบริเวณรอบบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 27
รูปที่ 4-5 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช (1) 28
รูปที่ 4-6 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช (2) 29
รูปที่ 4-7 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช (3) 30
รูปที่ 4-8 ตำแหน่งแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 33
รูปที่ 4-9 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 36
รูปที่ 4-10 ตำแหน่งผู้รับมลพิษอากาศที่กำหนดในแบบจำลอง บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช 38
รูปที่ 4-11 เส้นชั้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ปีของฝุ่นละอองบริเวณบริษัทอุตสาหกรรม แป้งโคราช 39
รูปที่ 4-12 เส้นชั้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ปีของ SO_2 บริเวณบริษัทอุตสาหกรรม แป้งโคราช 39
รูปที่ 4-13 ขอบเขตพื้นที่บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ 45
รูปที่ 4-14 แผนผังของโรงงาน บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 46
รูปที่ 4-15 แผนผังกระบวนการผลิต บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 46
รูปที่ 4-16 จุดเก็บแบบสอบถามประชาชนบริเวณรอบบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 48
รูปที่ 4-17 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี (1) 49
รูปที่ 4-18 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี (2) 50
รูปที่ 4-19 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี (3) 51
รูปที่ 4-20 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี 54
รูปที่ 4-21 ขอบเขตพื้นที่โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ 59
รูปที่ 4-22 แผนผังของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. 59

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4-23 จุดเก็บแบบสอบถามประชาชนบริเวณรอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. 61
รูปที่ 4-24 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. (1) 62
รูปที่ 4-25 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. (2) 63
รูปที่ 4-26 ผลแบบสอบถามของผู้ตอบแบบสอบถาม โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. (3) 64
รูปที่ 4-27 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. 67

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความสำคัญของปัญหา

โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญหลายประเภท ทั้งฝุ่นละออง และก๊าซมลพิษ โดยแหล่งกำเนิดที่สำคัญของฝุ่นละอองคือกระบวนการผลิตและเขม่าควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีฝุ่นละอองของวัตถุดิบจากกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น การผสมวัตถุดิบ การร่อนเพื่อคัดขนาด การขัดแต่งชิ้นงาน เป็นต้น ส่วนเขม่าควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ส่วนก๊าซมลพิษจากอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) รวมถึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน นอกจากนั้น ควันจากกระบวนการผลิตยังอาจมีสารมลพิษอากาศอื่น ๆ อาทิ โลหะหนัก สารอินทรีย์ระเหย สารไดออกซิน รวมทั้งสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นรบกวน

ปัญหามลพิษอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมส่งผลกระทบในวงกว้างตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับประเทศ โดยผลกระทบสำคัญที่มักได้รับการพิจารณาเป็นอันดับแรก คือ ผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน อันได้แก่ การเกิดโรคทางเดินหายใจ การลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของปอด การเพิ่มขึ้นของอัตราการเข้ารักษาโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจ สถิติการเสียชีวิตด้วยโรคปอดและหัวใจ และการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตประชาชนก็ได้รับการพิจารณาให้ความสำคัญมากขึ้นในปัจจุบัน โดยผลกระทบหลัก ได้แก่ ความเดือดร้อนรำคาญจากกลิ่นเหม็น ฝุ่นละอองที่ทำให้บ้านเรือนและสิ่งของเครื่องใช้สกปรก รวมถึงความเครียด ความกังวลจากความรู้สึกไม่ปลอดภัย และความวิตกกังวลต่อผลกระทบต่อสุขภาพของตนเองและครอบครัว

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าวข้างต้น ในปี 2554 กระทรวงอุตสาหกรรมได้มีการส่งเสริมให้โรงงานอุตสาหกรรมมีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น โดยใช้แนวคิด “อุตสาหกรรมสีเขียว” หรือ “Green Industry” โดยให้คำนิยามอุตสาหกรรมสีเขียวว่า หมายถึง อุตสาหกรรมที่ยึดมั่นในการประกอบกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ทั้งภายในและภายนอกองค์กร ตลอดห่วงโซ่อุปทาน โดยหลักการที่นำมาใช้ อาทิ หลัก 3Rs เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco Design) การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) และการลดของเสียให้เป็นศูนย์ (Zero Waste) เป็นต้น โดยโรงงานที่เข้าร่วมโครงการอุตสาหกรรมสีเขียวจะได้รับสิทธิประโยชน์เพื่อสร้างแรงจูงใจ อาทิ การยกเว้นค่าธรรมเนียมรายปีและมาตรการทางภาษี โดยปัจจุบันมีสถานประกอบการร่วมโครงการกว่า 32,000 ราย (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2561)

อย่างไรก็ตาม สำหรับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กแล้ว การนำแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียวมาสู่การปฏิบัติให้เกิดผลเป็นรูปธรรมไม่ใช่เรื่องที่ทำได้ง่าย ทั้งนี้ด้วยเหตุผลสำคัญคือข้อจำกัดในด้านความรู้ ด้านบุคลากร และด้านงบประมาณ โดยโรงงานขนาดเล็กมักไม่มีบุคลากรที่มีความรู้ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง อีกทั้งไม่มีงบประมาณสำหรับว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญมาช่วยให้คำปรึกษา ดังนั้นจึงไม่สามารถนำแนวคิดมาพัฒนาต่อเป็นแผนการดำเนินงานหรือโครงการสำหรับโรงงานในการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมได้

ด้วยเหตนี้ คณะผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการศึกษาเพื่อจัดทำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียวขึ้น โดยเน้นการดำเนินการแนวทางแบบองค์รวม คือพิจารณาให้ครอบคลุมตั้งแต่จุดเริ่มต้นของมลพิษ คือ การขนส่งวัตถุดิบเข้าสู่โรงงาน จนถึงจุดสุดท้ายของมลพิษ คือ ผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของผู้รับมลพิษ ซึ่งผลการศึกษาจะทำให้ได้แนวทางการจัดการคุณภาพอากาศที่โรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมและนำไปสู่การอยู่ร่วมกับชุมชนได้อย่างยั่งยืนตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศของโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว
2) เพื่อทดสอบและประเมินผลการนำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศไปปฏิบัติจริงกับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กที่เข้าร่วมโครงการ

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

1) องค์ประกอบของแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศของโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว ในการศึกษานี้ ได้แก่ การสำรวจเก็บข้อมูลโรงงาน, การสำรวจความคิดเห็นของชุมชน, การจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษ, การตรวจวัดมลพิษ, การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง, การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ, และการจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ
2) การทดสอบการนำแนวทางไปปฏิบัติ ดำเนินการในโรงงานขนาดกลางหรือขนาดเล็ก 3 แห่ง ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

มลพิษอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสีย ของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรมจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหยของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Source) บรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลกระทบ (Receptor) นอกจากส่วนประกอบของภาวะมลพิษทางอากาศดังกล่าวแล้ว สภาวะทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorology) จะเป็นตัวกำหนดชนิดและปริมาณหรือความเข้มข้นของสารมลพิษที่เจือปนอยู่ในอากาศ ซึ่งมีผลกับคุณภาพอากาศในแต่ละพื้นที่และลักษณะความรุนแรงของผลเสียหายที่เกิดขึ้น

มลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป มีมลพิษกลุ่มหลัก ได้แก่ ฝุ่นละออง ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ (ศิริกัลยา สุวจินตานนท์ และคณะ, 2541)

1) **ฝุ่นละออง (Particulate Matter)** ฝุ่นละอองมีความหมายรวมถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่และมีสีดำจนมองเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาแน่นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

ฝุ่นขนาดเล็กเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนใน ปัจจุบันประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไป 3 ขนาด ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ซึ่งสอดคล้องกับหน่วยงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา หรือ U.S.EPA

- PM_{10} ตามคำจำกัดความของ U.S.EPA หมายถึง ฝุ่นหยาบคืออนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดสำคัญจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยาง จากการขนส่งวัสดุ ฝุ่นจากกิจกรรมบดย่อยหิน เป็นต้น
- $PM_{2.5}$ ตามคำจำกัดความของ U.S.EPA หมายถึงฝุ่นละเอียดคืออนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ฝุ่นละเอียดมีแหล่งกำเนิดสำคัญจากควันเสียของรถยนต์โรงไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ก๊าซ SO_2 NO_x และสาร VOC จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดฝุ่นละเอียดได้

2) **ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide, SO_2)** ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซไม่ติดไฟ ไม่มีสี ถ้ามีความเข้มข้นประมาณ 0.3–1 ส่วนในล้านส่วนจะทำให้มีรสชาติเกิดขึ้นมีกลิ่นฉุนชวนสำลัก ทำความระคายเคือง มีความเป็นพิษ มีจุดเดือดต่ำมาก คือที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส ละลายน้ำได้ดี ประมาณ 11.3 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร กลายเป็นกรดซัลฟูริก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์บางส่วนจะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ภายในระยะเวลาครึ่งวันถึง 2 วันเมื่อมีแสงแดด หากอยู่ในบรรยากาศที่สะอาดจะถูกออกซิไดซ์อย่างช้า ๆ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการที่ตรวจพบว่าในบรรยากาศมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในปริมาณน้อยไม่ได้หมายความว่าบรรยากาศจะปราศจากมลพิษอันเนื่องจากออกไซด์ของซัลเฟอร์ แต่อาจเป็นเพราะซัลเฟอร์ไดออกไซด์เปลี่ยนรูปเป็นกรดซัลฟูริกหรือเกลือซัลเฟตอื่น ๆ แหล่งที่ทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สำคัญคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันและถ่านหิน โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

3) **ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of Nitrogen)** ออกไซด์ของไนโตรเจนที่เจือปนอยู่ในอากาศ ได้แก่ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไนโตรเจนไตรออกไซด์ (NO_3) ไดไนโตรเจนออกไซด์ (N_2O_3) ไดไนโตรเจนเททรอกไซด์ (N_2O_4) และไดไนโตรเจนเพนทรอกไซด์ (N_2O_5) ออกไซด์ของไนโตรเจนที่พบมากที่สุดคือ ไนตริกออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ จึงมักรวมก๊าซทั้งสองเข้าด้วยกันและใช้สัญลักษณ์แทนว่า NO_x

NO_x ยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามกระบวนการที่ทำให้เกิด คือกลุ่มที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีสารไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ทำให้เกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เรียก “Fuel Nitrogen Oxide” และกลุ่มที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงเกินกว่า 1,000 องศาเซลเซียส ทำให้ไนโตรเจนจากอากาศถูกออกซิไดซ์โดยก๊าซออกซิเจน เกิดเป็นไนโตรเจนออกไซด์ เรียก “Thermal Nitrogen Oxide” โดยทั่วไปแล้วที่อุณหภูมิดังกล่าวจะเกิดไนตริกออกไซด์ (NO) มากที่สุดถึงกว่าร้อยละ 90 อย่างไรก็ตามโมเลกุลของไนตริกออกไซด์ที่ออกสู่บรรยากาศมีแนวโน้มที่จะถูกออกซิไดซ์เป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ได้อย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ก๊าซทั้ง 2 ชนิดนี้ไปพร้อมกันในเวลาเดียว เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการวิเคราะห์ และเพื่อผลในการป้องกันและควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจาก

ก๊าซดังกล่าว แหล่งที่ทำให้เกิดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สำคัญคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงทุกประเภท โดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูง

2.2. แนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว

วิฑูรย์ สิมะโชคดี (2555) กล่าวถึงความเป็นมาของโครงการอุตสาหกรรมสีเขียว หรือ Green Industry โดยให้คำนิยามว่าอุตสาหกรรมสีเขียว หมายถึง

“อุตสาหกรรมที่ยึดมั่นในการประกอบกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อ การพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ทั้งภายในและภายนอกองค์กร ตลอดห่วงโซ่อุปทาน”

เนื่องด้วยการที่ประเทศไทยจะมุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ตามที่ได้ให้สัตยาบันรับรองปฏิญญาโจฮันเนสเบิร์ก เมื่อปี 2545 และปฏิญญามะนิลาว่าด้วยอุตสาหกรรมสีเขียว เมื่อปี 2552 กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยจึงได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อสิ่งแวดล้อมและสังคม โดยดำเนินการในเชิงรุก มุ่งเน้นในการส่งเสริมและพัฒนาภาคอุตสาหกรรมให้เติบโต และพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยการพัฒนาอุตสาหกรรมสีเขียวจะทำให้เกิดประโยชน์และผลดีในด้านต่อไปนี้ (สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ, 2555)

- ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ลดข้อร้องเรียนจากผลกระทบจากการประกอบกิจการโรงงาน ลด ความเสี่ยงในการรับผิดชอบในอนาคต
- เกิดภาพลักษณ์ และทัศนคติที่ดีต่ออุตสาหกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่ดีและ การยอมรับระหว่างอุตสาหกรรมและชุมชนที่อยู่โดยรอบ
- ชุมชนโดยรอบได้รับความเป็นธรรม เข้าถึงโอกาสในการมีชีวิตที่ดีขึ้นจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมใน ชุมชน จากการเกิดอุตสาหกรรมสีเขียว
- เกิดการสร้างงานและการจ้างงานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น มีการว่าจ้างแรงงานที่เป็นธรรม คนงานมีความ ปลอดภัยและมีความสุขกับการทำงานในสภาพแวดล้อมที่ดี
- ลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน ประหยัดต้นทุน สร้างโอกาสในการแข่งขัน
- สร้างโอกาสทางการตลาดโดยเน้นประเด็น “สีเขียว” ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต

โครงการอุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry) เริ่มขึ้นในปี 2554 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมให้มีการประกอบการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสังคม ส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมมี ภาพลักษณ์ที่ดี น่าเชื่อถือ และประชาชนไว้วางใจ และเกิดการสร้างเศรษฐกิจสีเขียว ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวม สีเขียวของประเทศ (Green GDP) มีมูลค่าสูงขึ้นด้วย โดยการเป็นอุตสาหกรรมสีเขียวในโครงการแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่

- ระดับที่ 1 ความมุ่งมั่นสีเขียว (Green Commitment) คือความมุ่งมั่นที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีการสื่อสารภายในองค์กรให้ทราบโดยทั่วกัน
- ระดับที่ 2 ปฏิบัติการสีเขียว (Green Activity) คือการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ สำเร็จตามความมุ่งมั่นที่ตั้งไว้
- ระดับที่ 3 ระบบสีเขียว (Green System) คือการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ มีการติดตาม ประเมินผล และทบทวนเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการได้รับรางวัลด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่ยอมรับ และ การรับรองมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ
- ระดับที่ 4 วัฒนธรรมสีเขียว (Green Culture) คือการที่ทุกคนในองค์กรให้ความร่วมมือร่วมใจดำเนินงาน อย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในทุกด้านของการประกอบกิจการ จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมองค์กร
- ระดับที่ 5 เครือข่ายสีเขียว (Green Network) คือการแสดงถึงการขยายเครือข่ายตลอดห่วงโซ่อุปทานสี เขียว โดยสนับสนุนให้คู่ค้าและพันธมิตรเข้าสู่กระบวนการรับรองอุตสาหกรรมสีเขียวด้วย

การดำเนินการที่ผ่านมา กระทรวงอุตสาหกรรมได้แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาและดำเนินโครงการอุตสาหกรรมสีเขียว และคณะอนุกรรมการ 3 คณะได้แก่

(1) คณะอนุกรรมการให้การรับรองอุตสาหกรรมสีเขียว
(2) คณะอนุกรรมการกำหนดหลักเกณฑ์สิทธิประโยชน์
(3) คณะอนุกรรมการประชาสัมพันธ์อุตสาหกรรมสีเขียว

โครงการอุตสาหกรรมสีเขียวได้เชิญชวนผู้ประกอบการเข้าร่วมโครงการจำนวน 984 ราย ในปี 2554 และปัจจุบันมีสถานประกอบการร่วมโครงการกว่า 32,000 ราย (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2561)

แผนการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสีเขียวของกระทรวงอุตสาหกรรม แสดงในรูปที่ 2-1 โดยในระดับนโยบายเป็นของรัฐบาลผ่านมาทางกระทรวงอุตสาหกรรม และสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (2555-2559) ที่จะพัฒนาและขับเคลื่อนประเทศไปสู่การเป็นเศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีส่วนสนับสนุนการขับเคลื่อนในด้านการรับรอง การสร้างแรงจูงใจ การสื่อสาร การส่งเสริม และการติดตามผล

รูปที่ 2-1 แผนการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมสีเขียวของกระทรวงอุตสาหกรรม

2.3. การจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ คือ ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญในพื้นที่ที่สนใจ ซึ่งจัดไว้เป็นหมวดหมู่ ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญคือ ปริมาณการปล่อยมลพิษแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิด และข้อมูลลักษณะแหล่งกำเนิดซึ่งมีรายละเอียดตามความจำเป็นในการใช้งาน ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานควบคุมและวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศ วางแผนงานควบคุมมลพิษ กำหนดเงื่อนไขอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ ศึกษาผลกระทบจากแหล่งกำเนิด ฯลฯ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547)

บัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษของโรงงานแห่งหนึ่ง ๆ ควรประกอบด้วยข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญ เช่น หน่วยการผลิต หม้อไอน้ำ และการสันดาปเชื้อเพลิง ซึ่งข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่ อัตราการผลิต อัตราการใช้เชื้อเพลิง ชนิดและลักษณะของเชื้อเพลิง ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศหลัก เช่น ฝุ่นควัน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นต้น รวมทั้งอาจมีข้อมูลขนาดและความสูงของปล่องระบาย อัตราไหลและอุณหภูมิของอากาศเสีย เป็นต้น

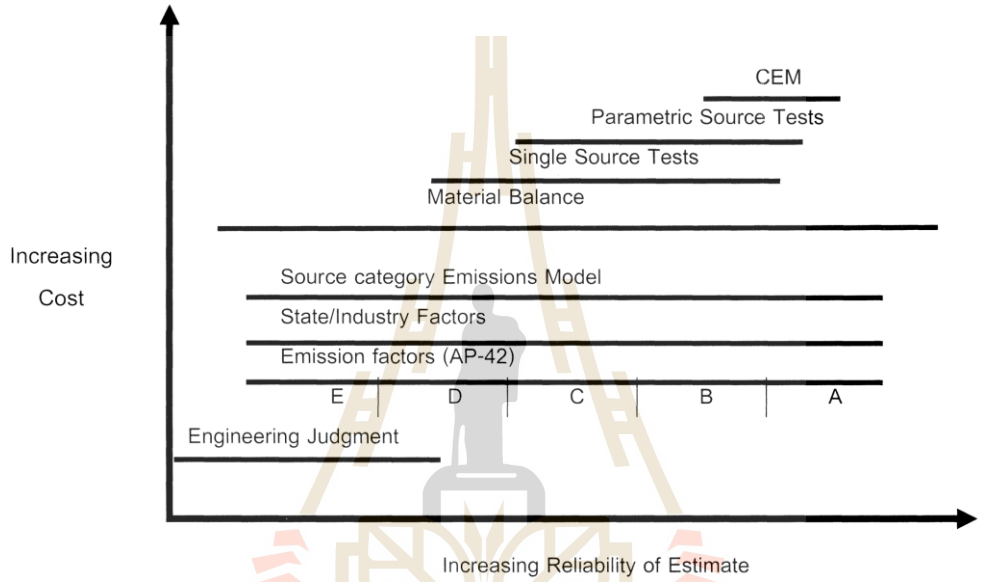
ส่วนบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษในระดับเมือง จากผลการศึกษาที่ผ่านมาในอดีต พบว่า ปี พ.ศ. 2535 ประเทศไทยเริ่มจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศเป็นครั้งแรก โดยเป็นการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากนั้นมีการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537 ครอบคลุม 11 เมืองใหญ่และ 2 เขตควบคุมมลพิษ ต่อมาในปี พ.ศ. 2540 มีการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และล่าสุดเมื่อปี พ.ศ. 2549 มีการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งทำการศึกษาเฉพาะ PM (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศภายในพื้นที่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

การเลือกวิธีประมาณการปล่อยมลพิษมีความสำคัญต่อการจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ (สฤษดิ์ โคตุละ, 2554) รูปที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษในประเด็นด้านความถูกต้องและราคาค่าใช้จ่ายของแต่ละวิธี โดยเห็นได้ว่าวิธีการที่มีความถูกต้องสูงจะมีค่าใช้จ่ายที่สูงตามไปด้วย โดยวิธีที่พบได้บ่อยในการใช้งาน มีดังต่อไปนี้

(1) วิธีการตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ หรือ Emission Factors (EFs) เป็นวิธีการที่มีความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ แต่มีข้อดีในด้านค่าใช้จ่ายต่ำ โดยตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษจะแสดงเป็นค่าน้ำหนักมลพิษที่เกิดต่อหน่วยกิจกรรม เช่น ต่อน้ำหนัก ต่อปริมาตร ต่อระยะทาง หรือต่อเวลา

(2) วิธีการทำสมดุลมวล หรือ Mass Balance เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและค่าใช้จ่ายในระดับปานกลาง และมีความเหมาะสมกับกรณีสารในวัตถุดิบจะสูญเสียไปในไอเสียมาก เช่น ซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิง

(3) วิธีการใช้ระบบติดตามตรวจสอบต่อเนื่อง หรือ Continuous Emission Monitoring System (CEMs) เป็นวิธีการที่มีความถูกต้องสูงที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายสูง และข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่จำกัดเฉพาะโรงงานและสภาวะที่ทำงานเท่านั้น



รูปที่ 2-2 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษในด้านความถูกต้องและราคา

การจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ (Emission Factors) เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำและใช้งานง่าย เหมาะสมกับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก โดยการคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษ (E) มีสมการทั่วไปดังนี้ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547)

$$E = A \times EF \times [1-(ER/100)]$$

โดยที่ A = อัตราการทำกิจกรรม

EF = ตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ

ER = ประสิทธิภาพการควบคุมมลพิษ (%)

= ประสิทธิภาพการดักจับมลพิษ x ประสิทธิภาพการบำบัดมลพิษ

แหล่งข้อมูลค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษที่เป็นที่ยอมรับในการใช้งาน ของต่างประเทศ ได้แก่ World Health Organization (WHO) U.S.EPA และ IPCC ส่วนของประเทศไทย ได้แก่ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และกรมควบคุมมลพิษ โดยการใช้งานตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษจำเป็นต้องมีการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้องก่อนเลือกใช้ค่าอ้างอิงจากแหล่งข้อมูล โดยควรพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

- กระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน
- อิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ในการผลิต
- อุปกรณ์และวิธีการควบคุมมลพิษที่แตกต่างกัน
- ค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษเป็นค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่ได้ ไม่ใช่ค่ามาตรฐาน หรือกล่าวได้ว่ามีแหล่งกำเนิดร้อยละ 50 ปล่อยมลพิษมากกว่าค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ และอีกร้อยละ 50 ปล่อยน้อยกว่าค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ

2.4. แบบจำลองคุณภาพอากาศ

แบบจำลองคุณภาพอากาศ (Air Quality Model) เป็นความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานทางทฤษฎีประกอบกับผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อใช้ประมาณค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเกิดจากการระบายออกจากแหล่งกำเนิด ถึงแม้ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะให้ผลการประมาณที่มีความถูกต้องแน่นอนน้อยกว่าการใช้แบบจำลองทางกายภาพ แต่มีความยุ่งยากซับซ้อนน้อยกว่า รวมทั้งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยกว่าด้วย โดยที่สามารถให้ผลที่มีความถูกต้องพอควร บทบาทสำคัญเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เห็นได้บ่อยครั้งคือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบจากการพัฒนาโครงการขนาดใหญ่ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ทางหลวง ทางด่วน เป็นต้น เมื่อทราบความเข้มข้นของมลพิษจากการทำนายแล้ว ผู้ที่เกี่ยวข้องก็สามารถนำข้อมูลไปพิจารณาวางแผนและกำหนดมาตรการที่เหมาะสมสำหรับการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นได้

ในการที่จะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด ผู้ใช้จะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมกับกรณี ต้องมีข้อมูลที่จำเป็นมากเพียงพอ และต้องมีความรู้ด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น ข้อกำหนดของกฎมายที่เกี่ยวข้อง และค่ามาตรฐานมลพิษทางอากาศ เป็นต้น ข้อมูลที่ต้องการเพื่อป้อนให้แก่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยข้อมูลหลัก 3 ประเภทด้วยกันคือ

1) **ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด** ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศของพื้นที่ แสดงที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมและภูมิประเทศของพื้นที่โดยรอบ จำนวนแหล่งกำเนิดและปล่องโรงงาน ตำแหน่งของปล่อง ลักษณะทางกายภาพของแหล่งกำเนิด ได้แก่ ความสูงปล่อง เส้นผ่าน

ศูนย์กลางของปากปล่อง ประเภทของสารมลพิษ อัตราการระบายสารมลพิษแต่ละประเภท คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซที่ระบายออกจากปล่อง ได้แก่ ความเร็วในการระบายก๊าซที่ออกจากปล่อง อุณหภูมิของก๊าซที่ระบายออกจากปล่องสูงบรรยากาศ เป็นต้น

2) **ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา** ได้แก่ ความเร็ว ทิศทางลม ความเสถียรของบรรยากาศ Mixing Height อุณหภูมิของบรรยากาศ เป็นต้น
3) **ข้อมูลทางด้านผู้รับ** ได้แก่ ตำแหน่งของผู้รับ ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่อยู่โดยรอบ ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ เป็นต้น

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มักใช้พิจารณาใน 2 กรณี คือการพิจารณาค่าเฉลี่ยในเวลาสั้น และพิจารณาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลานาน โดยค่าเฉลี่ยระยะเวลานานนั้นมักจะนิยมใช้ค่าเฉลี่ย 1 ปี จุดประสงค์ในการพิจารณาแบบ ช่วงเวลาสั้นและช่วงเวลานานนั้น ให้ข้อพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป ช่วงเวลาสั้นเป็นการพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งเหมาะสำหรับการประเมินผลจากการแพร่กระจายของสารมลพิษที่เฉียบพลัน เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ การพิจารณาช่วงเวลาสั้นจึงมีประโยชน์มากในการพิจารณาเบื้องต้น และพิจารณาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งเป็นมาตรฐานระยะสั้น เช่น ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง เป็นต้น ส่วนช่วงเวลานานเป็นการพิจารณาผลกระทบสุขภาพแบบเรื้อรัง

หากพิจารณาในด้านระดับการใช้งาน แบบจำลองคุณภาพอากาศอาจแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ ระดับคัดกรอง (Screening) ซึ่งใช้เพื่อพิจารณาว่าจำเป็นต้องศึกษาในระดับละเอียดต่อไปหรือไม่ แบบจำลองระดับนี้จะใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสมมุติ ส่วนระดับที่สอง คือระดับละเอียด เป็นระดับที่ใช้รายละเอียดข้อมูลในพื้นที่จริง (นพภาพร พานิช และแสงสันต์ พานิช, 2544)

แบบจำลองคุณภาพอากาศที่ใช้ศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นแบบแบบจำลองคุณภาพอากาศที่พัฒนาขึ้นโดย U.S.EPA โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กำหนดให้ใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD เป็นแบบจำลองหลัก ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านมลพิษทางอากาศในประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) แบบจำลอง AERMOD ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1991 โดยเลือกแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISC (Industrial Source Complex Model) เป็นต้นแบบในการพัฒนา ซึ่งใช้องค์ความรู้เรื่องชั้นบรรยากาศที่อยู่ติดกับผิวโลกเป็นหลัก โดยแบ่งออกเป็นชั้นบรรยากาศที่อากาศเกิดการเคลื่อนที่ของมวลของอากาศเนื่องมาจากการพาความร้อน หรือ Convective Boundary Layer (CBL) และชั้นบรรยากาศที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการพาความร้อน โดยจะได้รับเฉพาะผลจากแรงเสียดทานจากผิวโลก หรือ Stable Boundary Layer (SBL) โดยแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD จะสมมติว่าในชั้น SBL มีการแพร่กระจายความเข้มข้นเป็นแบบเกาซ์เซียน (Gaussian) ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ ส่วนใน CBL มีการกระจายความเข้มข้นเป็นแบบ

Gaussian ในแนวระดับ แต่ในแนวดิ่งจะมีการแพร่กระจายแบบ Bi-Gaussian โดยข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการนำเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ประกอบด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เตรียมจากโปรแกรมย่อย AERMET และข้อมูลความสูงของพื้นที่เตรียมจากโปรแกรมย่อย AERMAP (วราวุธ เสือดี, 2551) โดยแบบจำลองดังกล่าวมีหลักการทำงานที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1) **แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD** เป็นชุดคำสั่งหลักในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ โดยแบบจำลองจะทำการคำนวณค่าความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา ทั้งในส่วนของผู้ได้รับผลกระทบ และตำแหน่งผู้ก่อให้เกิดผลกระทบ
2) **โปรแกรมย่อย AERMET** เป็นโปรแกรมสนับสนุนเพื่อคำนวณตัวแปรต่าง ๆ ในชั้นบรรยากาศที่แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ต้องการโดยทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเพื่อใช้ในการคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ
3) **โปรแกรมย่อย AERMAP** ทำหน้าที่ประมวลผลความสูงของพื้นที่ของทุกตำแหน่งที่ต้องการคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ รวมทั้งทุกตำแหน่งของแหล่งกำเนิด และแหล่งที่ได้รับผลกระทบ

2.5. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การประเมินผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศของโรงงาน เป็นการประเมินว่าโรงงานมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสถานะสุขภาพของคนในชุมชนที่อยู่ในพื้นที่รอบโครงการอย่างไร โดยเริ่มจากพิจารณาว่ามีกิจกรรมใดที่ก่อให้เกิดมลพิษอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ จากนั้นจึงใช้หลักการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ (Health Risk Assessment) ทำการวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์ระดับและลักษณะของของความเสี่ยง และเพื่อนำไปสู่การกำหนดมาตรการป้องกันและลดผลกระทบทางสุขภาพ รวมทั้งมาตรการติดตามตรวจสอบทางสุขภาพ

กระบวนการในการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ มี 4 ขั้นตอน (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543 และ สิรวิชญ์ เดชธรรม, 2555) คือ

1. **การบ่งชี้สิ่งคุกคาม (Hazard Identification)** คือกระบวนการในการบ่งชี้ว่าสิ่งใดหรือภาวะใดเป็นปัจจัยคุกคาม นั่นคือ หากมนุษย์สัมผัสสิ่งนั้นหรือภาวะนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพขึ้นได้ การบ่งชี้สิ่งคุกคาม เป็นการตอบคำถามว่า ในสถานที่แห่งหนึ่ง หรือสภาพการณ์หนึ่งนั้น มีสิ่งคุกคามอยู่จริงหรือไม่ หรืออะไรบ้างที่เป็นสิ่งคุกคาม

2. **การประเมินปริมาณที่ได้รับกับผลเสียที่เกิดขึ้น (Dose-response Assessment)** เป็นการประเมินว่าปริมาณมลพิษที่ได้รับจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากน้อยเท่าใด โดยระดับปริมาณที่ต่างกันจะทำให้ร่างกายมนุษย์เกิดผลตอบสนองต่างกัน

3. **การประเมินการสัมผัส (Exposure Assessment)** คือการประเมินระดับการสัมผัสที่แต่ละบุคคลได้รับว่ามากน้อยเพียงใด โดยคำนึงถึง ระยะเวลาที่สัมผัส (duration) และเส้นทางการสัมผัส (routes of exposure) ซึ่งหมายถึงเส้นทางการแพร่กระจายของมลพิษจากแหล่งกำเนิดผ่านตัวกลางในสิ่งแวดล้อมเข้ามาสู่ผู้รับมลพิษ

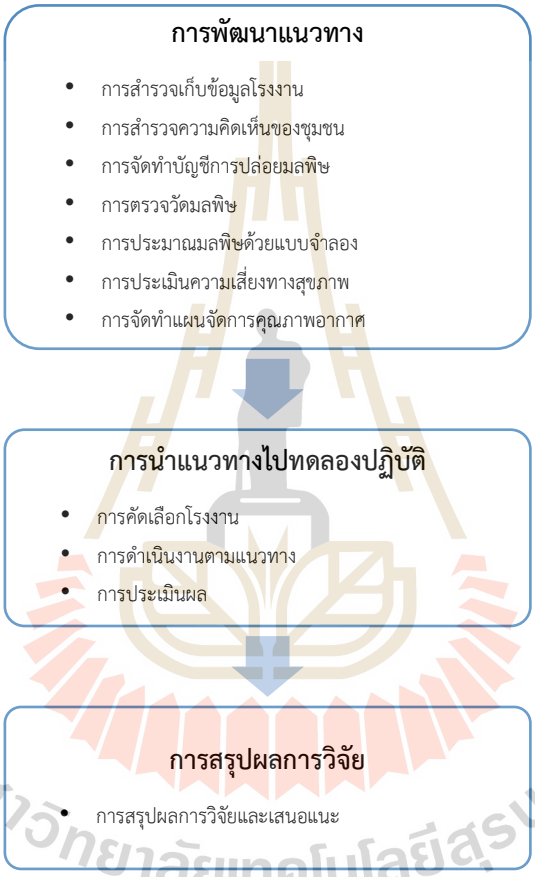
4. **การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk Characterization)** คือการวิเคราะห์ข้อมูลจากทั้ง 3 ขั้นตอนก่อนหน้าเพื่อนำมาประเมินว่า การสัมผัสมลพิษในสภาพที่เป็นอยู่นั้น ถือเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือไม่ ระดับของความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด มีความเสี่ยงอย่างไร และใครเป็นผู้ที่มีความเสี่ยงสูงสุด เป็นต้น

วิธีการประเมินความเสี่ยงในกรณีที่ไม่ใช่โรคมะเร็ง ทำประเมินโดยการคำนวณค่า Hazard Quotient (HQ) โดย HQ ได้มาจากการนำค่าความเข้มข้นของมลสารในบรรยากาศที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หารด้วยค่า RfC (Inhalation Reference Concentration) ซึ่งมีหน่วยเป็นไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่ง RfC เป็นค่าสำหรับการสัมผัสมลพิษแบบระยะยาว หรือผลกระทบเรื้อรัง (Chronic Exposure) ส่วนวิธีการประเมินความเสี่ยงในกรณีของโรคมะเร็ง ทำการประเมินโดยใช้ Cancer Slope Factor โดยระดับความเสี่ยงได้มาจากการนำค่าความเข้มข้นของมลสารในบรรยากาศที่ได้จากการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คูณกับค่า Cancer Slope Factor เพื่อให้ได้ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดโรคมะเร็งเป็นหน่วยคนต่อประชากร 1 แสนคน หรือต่อประชากร 1 ล้านคน เป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย เริ่มจากพัฒนาแนวทางจัดการคุณภาพอากาศ ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว จากนั้นจึงนำแนวทางไปทดลองปฏิบัติกับโรงงาน 3 แห่ง ที่เข้าร่วมโครงการ และสรุปผลการวิจัย (รูปที่ 3-1)



รูปที่ 3-1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. การพัฒนาแนวทางจัดการคุณภาพอากาศตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว

การดำเนินการขั้นแรก คือการพัฒนาแนวทางจัดการคุณภาพอากาศตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว เพื่อให้บุคลากรโรงงานสามารถนำไปใช้ปฏิบัติ โดยทำการทบทวนความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการจัดการคุณภาพอากาศจากตำรา เอกสารทางวิชาการ รวมทั้งตัวอย่างหรือกรณีศึกษาการจัดการสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว และนำมาประมวลเพื่อสร้างแนวทางการจัดการที่เหมาะสม

3.2. การนำแนวทางไปทดลองปฏิบัติ

การดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 คือการนำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศที่พัฒนาขึ้นในทางทฤษฎีไปทดลองปฏิบัติจริงกับโรงงานที่มีความเหมาะสมในการเป็นกรณีศึกษา จำนวน 3 แห่ง โดยการคัดเลือกโรงงานเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา จากนั้นทำการปรึกษากับสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 นครราชสีมา เพื่อคัดเลือกเบื้องต้นโดยพิจารณาจากขนาดโรงงาน จำนวนคนงาน ลักษณะมลพิษที่เกิดขึ้น และประวัติการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือการร้องเรียน ซึ่งสามารถคัดเลือกโรงงานได้ทั้งหมด 13 โรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 3-1

จากนั้นคณะผู้วิจัยได้เลือกโรงงานบางแห่งเพื่อรวมรวมข้อมูลเพิ่มเติมโดยการลงพื้นที่สำรวจและการติดต่อขอเข้าพบเพื่อแนะนำโครงการ และพิจารณาคัดเลือกโรงงานที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นกรณีศึกษา โดยมีปัจจัยหลักที่ใช้พิจารณาดังนี้

1) มีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศและมีระบบบำบัดมลพิษอากาศ
2) มีความพร้อมและให้ความร่วมมือในงานวิจัย
3) ที่ตั้งโรงงานมีความสะดวกที่จะเข้าไปศึกษา

ผลการพิจารณาได้คัดเลือกโรงงานที่มีความเหมาะสม 3 แห่ง (รูปที่ 3-2) สำหรับการนำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศของการศึกษานี้ไปทดลองปฏิบัติ ได้แก่

1) บริษัท อุตสาหกรรมแป้งโคราช จำกัด ตั้งอยู่ที่ตำบลหนองจะบก อำเภอเมือง เป็นตัวแทนของโรงงานขนาดกลาง
2) บริษัท นีสเทิร์น อินดัสทรี จำกัด ตั้งอยู่ที่ตำบลจอหอ อำเภอเมือง เป็นตัวแทนของโรงงานขนาดกลาง-เล็ก
3) โรงผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง เป็นตัวแทนของโรงงานขนาดเล็ก

การดำเนินการนำแนวทางจัดการคุณภาพอากาศไปทดลองปฏิบัติในโรงงานแต่ละแห่ง เริ่มจากการติดต่อประสานงานเบื้องต้น โดยคณะผู้วิจัยติดต่อเจ้าของหรือผู้จัดการโรงงานเพื่อขอความอนุเคราะห์เข้าร่วมโครงการ และขอให้ทางโรงงานมอบหมายบุคลากรที่มีส่วนรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม อาทิ เจ้าหน้าที่ในด้านการผลิต สิ่งแวดล้อม หรืออาชีวอนามัยและความปลอดภัย เป็นผู้ประสานงานกับคณะผู้วิจัย จากนั้นคณะผู้วิจัยติดต่อผู้ประสานงานเพื่อขอข้อมูลโรงงาน อาทิ แผนที่โรงงาน ตำแหน่งอาคาร กระบวนการผลิต และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม เมื่อมีความพร้อมแล้วจึงเริ่มการดำเนินการตามแนวทางที่พัฒนาขึ้นของการศึกษาจนเสร็จสิ้นทั้ง 3 แห่ง และประเมินผลการนำแนวทางไปปฏิบัติ

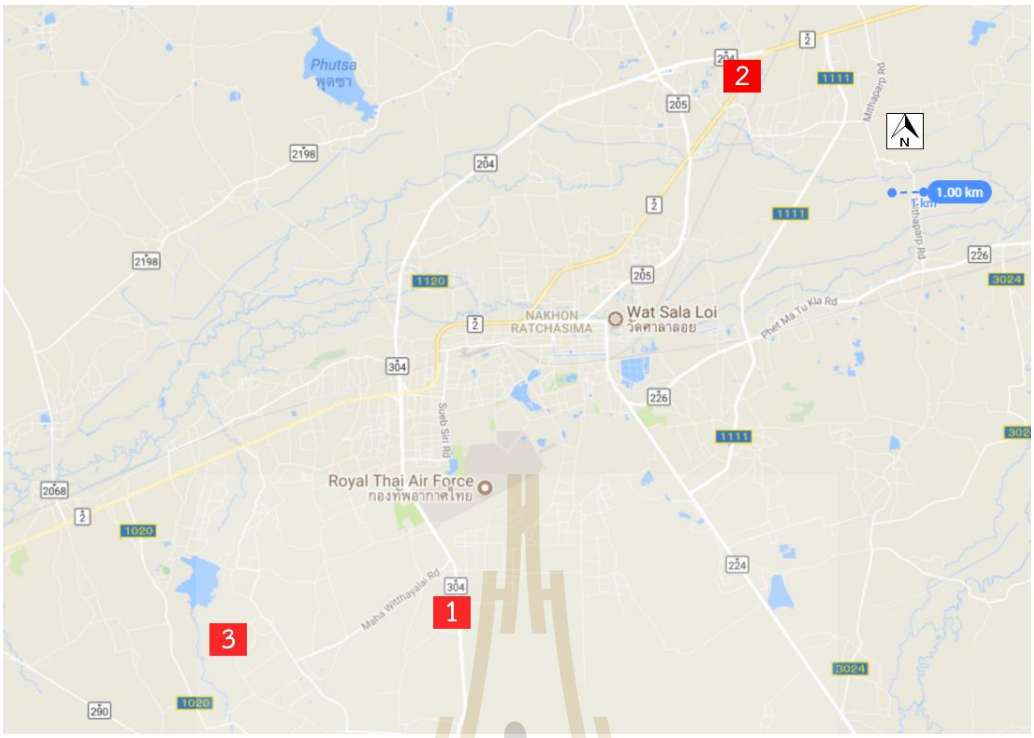
ตารางที่ 3-1 โรงงานที่พิจารณาคัดเลือกในเบื้องต้น

รายชื่อโรงงาน	ที่อยู่	ประเภทอุตสาหกรรม	มลพิษอากาศที่สำคัญ
1. โรงน้ำตาลครบุรี	ตำบลจระเข้หิน อำเภอครบุรี	โรงน้ำตาล	ฝุ่นจากอ้อย ก๊าซจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง
2. บริษัท ศิลาสากลพัฒนา จำกัด	ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง	โรงโม่หิน	ฝุ่นจากการระเบิดหิน
3. บริษัท นีสเทิร์น อินดัสทรี จำกัด	ตำบลจอหอ อำเภอเมือง	ผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้	ฝุ่นจากการตัดไม้และเจียรไม้
4. บริษัท ซี.ไจแกนติค คาร์บอน จำกัด	ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมือง	ผลิตถ่านกัมมันต์	ก๊าซจากการเผาไหม้
5. บริษัท แคลกอน คาร์บอน (ประเทศไทย) จำกัด	ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมือง	ผลิตถ่านกัมมันต์	ก๊าซจากการเผาไหม้
6. บริษัท อุตสาหกรรมไหมไทย จำกัด	ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย	ผ้าไหม	สารระเหยจากกระบวนการผลิต
7. บริษัท ราชสีมาผลิตเหล็ก จำกัด	ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง	แปรรูปเหล็ก	ก๊าซจากการเผาไหม้ฝุ่นเศษเหล็กจากกระบวนการผลิต
8. บริษัท โรงสีธัญญรุ่งเรืองชัย (ประเทศไทย) จำกัด	ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง	โรงสีข้าว	ฝุ่นจากกระบวนการผลิตและกองเก็บวัตถุดิบ
9. บริษัท อุตสาหกรรมแป้งโคราช จำกัด	ตำบลหนองจะบก อำเภอเมือง	แป้งมันสำปะหลัง	ฝุ่นจากลานกองวัตถุดิบ ก๊าซจากการเผาไหม้
10. โรงผลิตลูกชิ้น (โคกสูง)	ตำบลโคกสูง อำเภอเมือง	ผลิตลูกชิ้น	ก๊าซจากการเผาไหม้
11. โรงงานกลั่นสุรา (พุดซา)	ตำบลพุดซา อำเภอเมือง	ผลิตสุรา	ก๊าซจากการเผาไหม้
12. โรงสีข้าว (จอหอ)	ตำบลจอหอ อำเภอเมือง	โรงสีข้าว	ฝุ่นจากกระบวนการผลิตและกองเก็บวัตถุดิบ
13. โรงผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง	โรงผลิตอาหารสัตว์	ฝุ่นจากกระบวนการผลิต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3. การสรุปผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในขั้นสุดท้ายคือการสรุปที่ได้จากการพัฒนาแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียวและการนำไปปฏิบัติจริงกับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา และเสนอแนะแนวทางพัฒนาในอนาคต



รูปที่ 3-2 ที่ตั้งโรงงานที่ร่วมโครงการ ((1) บริษัท อุตสาหกรรมแป้งโคราช (2) บริษัท นีสเทิร์น อินดัสทรี (3) โรงผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การนำเสนอเนื้อหาของผลการวิจัยในหัวข้อแรกเป็นแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว ซึ่งได้พัฒนาขึ้นในขั้นตอนแรกของการศึกษาและถูกปรับปรุงหลังจากทดลองนำไปใช้ปฏิบัติแล้ว หัวข้อถัดมาอีก 3 หัวข้อ เป็นผลการนำแนวทางไปทดลองปฏิบัติกับโรงงานที่ร่วมโครงการทั้ง 3 แห่ง โดยคณะผู้วิจัยให้คำแนะนำกับบุคลากรของโรงงานในการดำเนินการ

4.1. แนวทางจัดการคุณภาพอากาศตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว

โรงงานที่จะนำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียวไปปฏิบัติ ควรเริ่มจากการมอบหมายบุคลากรที่รับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม อาทิ เจ้าหน้าที่ในด้านการผลิต สิ่งแวดล้อม หรืออาชีวอนามัยและความปลอดภัย เป็นคณะทำงาน จากนั้นให้คณะทำงานดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 การเก็บข้อมูลภายในโรงงาน

คณะทำงานรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน อาทิ แผนที่โรงงาน ตำแหน่งอาคาร กระบวนการผลิต และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม และทำการเดินสำรวจภายในโรงงานเพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลกระบวนการผลิต ตั้งแต่เริ่มถึงสิ้นสุด ระบบสนับสนุนการผลิต เช่น หม้อไอน้ำ ระบบผลิตน้ำใช้ ลักษณะการใช้พื้นที่ภายในโรงงาน แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ระบบควบคุมมลพิษอากาศ และผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

กรณีที่โรงงานมีระบบควบคุมมลพิษอากาศ ให้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบ ได้แก่ Hood ระบบท่อ เครื่องควบคุม พัดลม และปล่องระบาย ทั้งในด้านการออกแบบ การใช้งานและบำรุงรักษา และประสิทธิภาพการบำบัดมลพิษ

4.1.2 การสำรวจความคิดเห็นชุมชน

คณะทำงานทำการสำรวจพื้นที่และชุมชนโดยรอบโรงงานเพื่อเก็บข้อมูลทั่วไปและเก็บข้อมูลแบบสอบถามประชาชนในชุมชนเกี่ยวกับสภาพปัญหามลพิษอากาศปัจจุบันและทัศนคติเกี่ยวกับโรงงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3 การจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษ

(1) แหล่งกำเนิดมลพิษ

คณะทำงานจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ในรูปแบบตารางแสดงข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ประกอบด้วยชื่อแหล่งกำเนิด ประเภท จำนวน ชนิดสารมลพิษอากาศ ลักษณะทางกายภาพของแหล่งกำเนิด อาทิ ขนาดและความสูงของปล่อง หรือขนาดพื้นที่ ปริมาณหรืออัตราการปล่อยมลพิษ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง อาทิ อัตราการผลิต อัตราการใช้เชื้อเพลิง ชนิดและลักษณะของเชื้อเพลิง อัตราไหลและอุณหภูมิของอากาศเสีย

ทั้งนี้ การจัดประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ สามารถแบ่งได้เป็น แหล่งกำเนิดแบบจุด แหล่งกำเนิดแบบเส้น แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ แหล่งกำเนิดประเภทไม่เป็นจุด (Non-point Source) และการปล่อยมลพิษแบบไม่มีจุดที่เฉพาะเจาะจง (Fugitive Emission)

การจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศควรครอบคลุมแหล่งกำเนิดทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการผลิตของโรงงาน กิจกรรมในพื้นที่โรงงาน และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับโรงงานทั้งหมด โดยไม่ขึ้นกับขนาดหรือนัยสำคัญของผลกระทบ เพื่อให้ได้บัญชีที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ ทำให้ทางโรงงานมีความมั่นใจว่าไม่ได้มองข้ามหรือมีการตกหล่น

(2) ปริมาณการปล่อยมลพิษ

ปริมาณการปล่อยมลพิษของแต่ละแหล่งกำเนิดในบัญชีเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นต้องมีการประมาณให้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด วิธีที่เหมาะสมในการประมาณค่าสำหรับกรณีโรงงานขนาดกลางหรือขนาดเล็ก มี 2 วิธี ดังต่อไปนี้

1) การคำนวณจากผลการตรวจวัดของโรงงานเองในอดีต

วิธีนี้ใช้ค่าความเข้มข้นที่เคยตรวจวัดที่ปล่องระบายมาคูณกับอัตราไหลของไอเสีย จะได้ปริมาณการปล่อยมลพิษในหน่วยน้ำหนักต่อเวลา วิธีนี้มีข้อดีคือเป็นค่าจริงของแหล่งกำเนิด แต่อาจมีข้อจำกัดจากจำนวนข้อมูลที่มีน้อยและเป็นการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มครั้งเดียว (Grab Sampling) ซึ่งอาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีเพียงพอ

2) การใช้ตัวคูณการปล่อยมลพิษ (Emission Factors)

ตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษจะแสดงเป็นค่าน้ำหนักมลพิษที่เกิดต่อหน่วยกิจกรรม เช่น ต่อน้ำหนัก ต่อปริมาตร ต่อระยะทาง หรือต่อเวลา วิธีนี้มีข้อดีในด้านค่าใช้จ่ายต่ำและใช้งานสะดวก ส่วนความถูกต้องแม่นยำขึ้นกับคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้ โดยต้องสืบค้นค่าที่เหมาะสมจากฐานข้อมูลตัวคูณการปล่อยมลพิษ โดยฐานข้อมูลของต่างประเทศ อาทิ World Health Organization (WHO) U.S.EPA และ IPCC ส่วนฐานข้อมูลของประเทศไทย อาทิ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และกรมควบคุมมลพิษ

4.1.4 การตรวจวัดมลพิษ

การตรวจวัดมลพิษอากาศจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เฉพาะซึ่งมีราคาสูง รวมทั้งต้องดำเนินการโดยผู้ที่มีความรู้เฉพาะทาง ดังนั้นการดำเนินการของคณะทำงานจึงเป็นลักษณะการว่าจ้างบริษัทด้านการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมมาทำการตรวจวัดตามรายละเอียดที่คณะทำงานกำหนดขึ้น โดยลักษณะการตรวจวัดแบ่งออกได้เป็น 3 กรณี และคณะทำงานมีข้อควรพิจารณาสำหรับในแต่ละกรณีดังนี้

(1) มลพิษจากแหล่งกำเนิด

- ความจำเป็นในการตรวจวัด: กรณีที่จำเป็น อาทิ โรงงานต้องปฏิบัติตามกฎหมาย หรือโรงงานต้องการข้อมูลเพื่อใช้ในการประมาณการปล่อยมลพิษ เป็นต้น ทั้งนี้หากคณะทำงานพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีความจำเป็นก็ไม่ต้องดำเนินการตรวจวัด
- ประเภทมลพิษที่ควรตรวจวัด: ควรเลือกมลพิษสำคัญที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดและมีอยู่ในมาตรฐานการระบายอากาศเสียออกนอกโรงงาน หรือถูกกำหนดด้วยเงื่อนไขอื่น เช่น ในการขออนุญาตตั้งโรงงาน โดยควรพิจารณาข้อมูลวัตถุดิบและเชื้อเพลิงประกอบด้วย
- วิธีการ: กรณีปล่องระบายไอเสีย ต้องใช้วิธีตรวจวัดตามมาตรฐานที่กรมโรงงานกำหนด คือ U.S.EPA Method ส่วนกรณีแหล่งกำเนิดแบบอื่น ๆ เช่น บ่อน้ำเสีย หรือลานกองวัสดุ ไม่มีวิธีการตรวจวัดที่ตายตัว แต่คณะทำงานต้องพิจารณาเป็นกรณีไป
- จำนวนจุดและความถี่: ควรเลือกให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและงบประมาณของโรงงาน

(2) มลพิษในบรรยากาศ

- ความจำเป็นในการตรวจวัด: กรณีที่จำเป็น อาทิ มีกรณีปัญหาสุขภาพของบุคลากรโรงงาน หรือผลสำรวจความคิดเห็นของชุมชนสะท้อนว่ามีปัญหาด้านมลพิษอากาศ เป็นต้น ทั้งนี้หากคณะทำงานพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีความจำเป็นก็ไม่ต้องดำเนินการตรวจวัด อย่างไรก็ตาม การตรวจวัดระดับมลพิษอากาศในชุมชนถือเป็นกิจกรรมความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร (CSR) รูปแบบหนึ่ง คณะทำงานจึงควรกำหนดให้การดำเนินการอย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อสนับสนุนด้านความสัมพันธ์อันดีกับชุมชน
- ประเภทมลพิษที่ควรตรวจวัด: ควรเลือกมลพิษสำคัญที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดของโรงงาน และมีอยู่ในมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย ประกอบกับผลสำรวจความคิดเห็นของชุมชน

- ตำแหน่งที่ควรตรวจวัด: ควรพิจารณาโดยให้ความสำคัญกับผู้ได้รับผลกระทบทางสุขภาพ ได้แก่ ตำแหน่งภายในบริเวณโรงงาน เพื่อทราบถึงมลพิษที่บุคลากรของโรงงานได้รับ และตำแหน่งบริเวณชุมชนรอบโรงงานในรัศมี 1-3 กิโลเมตร เพื่อทราบถึงมลพิษที่ประชาชนโดยรอบได้รับ
- วิธีการ: ให้ดำเนินการตามวิธีการที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย
- จำนวนจุดและความถี่: ควรเลือกให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและงบประมาณของโรงงาน

(3) มลพิษที่ตัวบุคคล

- ความจำเป็นในการตรวจวัด: กรณีที่จำเป็น อาทิ มีบุคลากรโรงงานที่ปฏิบัติงานในจุดที่มลพิษสูง หรือบุคลากรมีปัญหาสุขภาพ เป็นต้น ทั้งนี้หากคณะทำงานพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีความจำเป็นก็ไม่ต้องดำเนินการตรวจวัด
- ประเภทมลพิษที่ควรตรวจวัด: ควรเลือกมลพิษสำคัญที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดของโรงงาน และมีอยู่ในมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงแรงงาน
- วิธีการ: ใช้การตรวจวัดมลพิษอากาศที่ตัวบุคคลตามวิธีของ NOISH โดยเลือกตามประเภทมลพิษและเลือกการเก็บแบบ Active หรือ Passive
- จำนวนตัวอย่างและความถี่: ควรเลือกให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและงบประมาณของโรงงาน

4.1.5 การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง

การประมาณระดับมลพิษอากาศในบรรยากาศทั่วไปโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ (Air Quality Model) จำเป็นต้องใช้แบบจำลองซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยบริษัทเอกชน และผู้ใช้งานต้องมีความรู้พื้นฐานและผ่านการเรียนรู้วิธีการใช้งานโปรแกรมนั้น ๆ ดังนั้นคณะทำงานจึงควรพิจารณาความจำเป็นในการประมาณระดับมลพิษด้วยแบบจำลองและความพร้อมของบุคลากร เช่น ในกรณีที่เป็นโรงงานขนาดเล็ก การปล่อยมลพิษน้อย และไม่มีปัญหาปัจจุบันหรือแนวโน้มปัญหาที่ชัดเจน อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินงานในขั้นตอนนี้

ในกรณีที่คณะทำงานสรุปว่าสมควรทำการประมาณระดับมลพิษ ให้พิจารณาเลือกใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศที่เหมาะสมกับโรงงาน จาก 2 แบบจำลอง ดังต่อไปนี้

(1) SCREEN3

SCREEN3 เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย U.S.EPA ซึ่งเป็นแบบจำลองระดับคัดกรอง (Screening Model) ที่ใช้ในการทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น โดยเน้นไปที่การประมาณค่าความเข้มข้นสูงสุดที่พื้นดินและระยะห่างจากแหล่งกำเนิด

แบบจำลอง SCREEN3 มีข้อดีคือมีบริษัทบางแห่งให้ download โปรแกรมใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และการใช้งานไม่ซับซ้อนมากนัก ผู้ที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรรมศาสตร์อาจสามารถเรียนรู้การใช้งานเองจากคู่มือได้ ส่วนข้อจำกัดของแบบจำลองคือประเมินผลได้ทีละแหล่งกำเนิดเท่านั้น และได้ผลทำนายเฉพาะจุดที่กำหนดในแนวใต้ลม ตามสภาพอุตุนิยมวิทยาที่ผู้ใช้สมมุติขึ้น

(2) AERMOD

AERMOD เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย U.S.EPA เช่นกัน โดยเป็นแบบจำลองมาตรฐานที่ใช้ในการทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามที่กฎหมายกำหนด (Regulartory Model) โดยสามารถทำนายค่าความเข้มข้นเฉลี่ยในระยะเวลา 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 1 ปี ในลักษณะแผนที่แสดงเส้นความเข้มข้นเท่ากัน (Isopleth)

ข้อดีของแบบจำลอง AERMOD คือมีความถูกต้องมากกว่า SCREEN3 เนื่องจากใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจริงของพื้นที่และการคำนวณที่ละเอียดกว่า มีความครบถ้วนสมบูรณ์ของการประมาณ มีความสามารถในการแสดงผลเชิงแผนที่ และสามารถประเมินผลหลายแหล่งกำเนิดพร้อมกัน ส่วนข้อจำกัดของ AERMOD คือความยากของการใช้งานและการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเพื่อป้อนเข้าแบบจำลอง ซึ่งต้องอาศัยผู้ที่ผ่านการเรียนหรืออบรมโดยเฉพาะ ดังนั้นจึงดำเนินการได้โดยการจ้างบริษัทที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

4.1.6 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการได้รับสัมผัสมลพิษอากาศเป็นขั้นตอนที่ควรมีการพิจารณาความจำเป็นและความพร้อมของบุคลากรเช่นเดียวกับการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ เนื่องจากผู้ทำการประเมินต้องมีพื้นฐานความรู้ด้านสุขภาพหรืออาชีวอนามัย หรือต้องศึกษาเพิ่มเติมเป็นการเฉพาะ จึงจะสามารถทำการประเมินได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้น หากมีความจำเป็นน้อยอาทิ ระดับมลพิษบริเวณโรงงานและชุมชนต่ำมาก และไม่มีแนวโน้มปัญหาในอนาคต อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินการในขั้นตอนนี้

ในกรณีที่คณะทำงานสรุปว่าสมควรทำการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ ให้ดำเนินการตามขั้นตอน 4 ขั้นดังต่อไปนี้

(1) การบ่งชี้สิ่งคุกคาม

ใช้ข้อมูลการศึกษาในขั้นก่อนหน้า ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศของโรงงาน ผลสำรวจความคิดเห็นชุมชน ผลการตรวจวัดระดับมลพิษ และผลการประมาณระดับมลพิษในพื้นที่ มาทำการวิเคราะห์เพื่อระบุประเภทของมลพิษอากาศที่อาจส่งผลต่อปัญหาทางสุขภาพให้กับบุคลากรโรงงานหรือประชาชนบริเวณใกล้เคียงโรงงาน

(2) การประเมินปริมาณที่ได้รับกับผลเสียที่เกิดขึ้น

ทำการทบทวนข้อมูลด้านพิษวิทยาของมลพิษอากาศที่ระบุในขั้นแรกจากฐานข้อมูลด้านการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ เพื่อนำค่าอ้างอิง ได้แก่ ค่า Slope Factor หรือ Reference Dose หรือ Reference Concentration มาใช้ในการประเมินความเสี่ยงในการได้รับมลพิษ

(3) การประเมินการได้รับสัมผัส

ทำการประเมินการได้รับสัมผัสมลพิษของบุคลากรโรงงานหรือประชาชนบริเวณใกล้เคียงโรงงาน โดยคณะทำงานกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ต้องการประเมิน อาทิ เส้นทางการสัมผัสมลพิษ ระยะเวลาสัมผัส และกิจกรรมของบุคลากรหรือประชาชน และทบทวนค่าปัจจัยการได้รับสัมผัส (Exposure Factor) จากฐานข้อมูลด้านการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ อาทิ อัตราการหายใจ และอายุเฉลี่ยของประชากร ผลการประเมินการได้รับสัมผัสจะได้ค่าปริมาณมลพิษที่เข้าสู่ร่างกาย (Dose) เพื่อนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยง

(4) การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง

นำข้อมูลจากขั้นตอนก่อนหน้ามาทำการประเมินว่าการได้รับสัมผัสมลพิษในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นนั้นมีความเสี่ยงต่อสุขภาพในระดับใด อยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ และพิจารณาอธิบายลักษณะความเสี่ยง อาทิ กลุ่มคนที่มีความเสี่ยงสูงสุด เป็นต้น

4.1.7 การจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ

คณะทำงานนำผลการศึกษามาวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนการจัดการคุณภาพอากาศ เพื่อนำพาโรงงานไปสู่การจัดการคุณภาพอากาศที่ดีและการอยู่ร่วมกับชุมชนอย่างยั่งยืน โดยแผนการจัดการคุณภาพอากาศควรใช้หลักการที่เหมาะสม อาทิ เทคโนโลยีสะอาด หลัก 3Rs การออกแบบเชิงนิเวศ เศรษฐกิจ การประเมินวัฏจักรชีวิต และการลดของเสียให้เป็นศูนย์

นอกจากการลดผลกระทบจากมลพิษแล้ว กิจกรรมที่ควรมีอยู่ในแผนการจัดการคุณภาพอากาศ คือโครงการเกี่ยวกับการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนโดยรอบ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ทั้งสองทาง ทั้งด้านการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการ และการรับฟังความเห็นหรือข้อร้องเรียนจากประชาชน

4.2. ผลการศึกษา บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

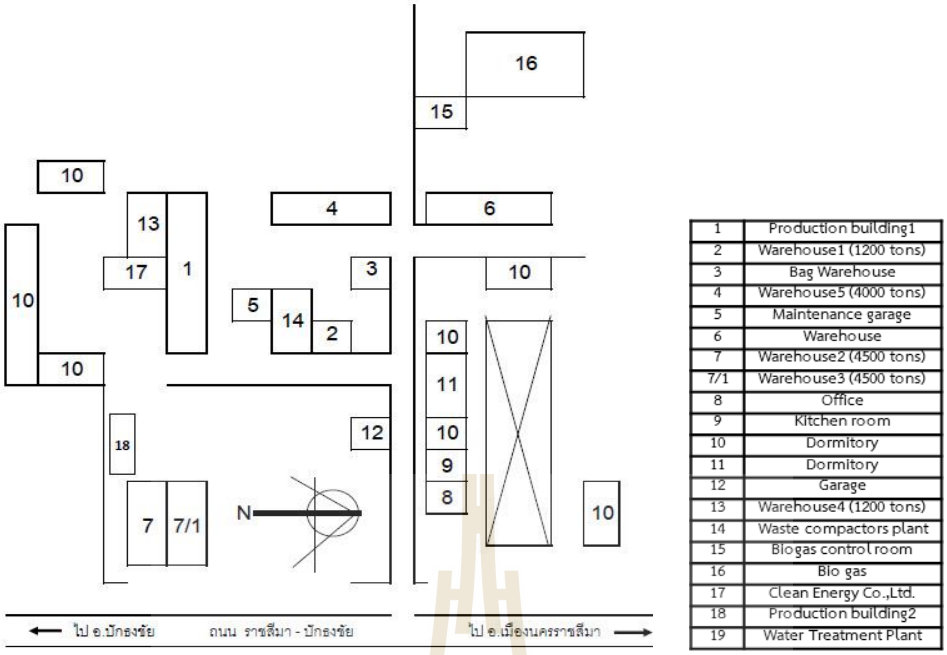
4.2.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงงาน

บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช จำกัด ตั้งอยู่ริมทางหลวงหมายเลข 304 ราชสีมา-ปักธงชัย ตำบลหนองจะบก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตำแหน่งพิกัด UTM ที่ X184624 Y1649039 ประกอบกิจการผลิตแป้งมันสำปะหลัง เป็นตัวแทนของโรงงานขนาดกลางในการศึกษานี้

โรงงานมีขนาดพื้นที่ประมาณ 355 ไร่ ประกอบไปด้วย อาคารสำนักงาน ลานกองวัตถุดิบและตัวโรงงานในส่วนต่าง ๆ โดยมีทุนจดทะเบียน 130 ล้านบาท มีพนักงานรวม 196 คน อัตราผลผลิตแป้งมันสำปะหลัง 500 ตันต่อวัน โดยแป้งที่ผลิตได้ทำการจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ขอบเขตพื้นที่บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช จำกัด และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ แสดงดังรูปที่ 4-1 และแผนผังของโรงงานแสดงในรูปที่ 4-2

รูปที่ 4-1 ขอบเขตพื้นที่บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช (กรอบสีเหลือง) และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ



1	Production building1
2	Warehouse1 (1200 tons)
3	Bag Warehouse
4	Warehouse5 (4000 tons)
5	Maintenance garage
6	Warehouse
7	Warehouse2 (4500 tons)
7/1	Warehouse3 (4500 tons)
8	Office
9	Kitchen room
10	Dormitory
11	Dormitory
12	Garage
13	Warehouse4 (1200 tons)
14	Waste compactors plant
15	Biogas control room
16	Bio gas
17	Clean Energy Co.,Ltd.
18	Production building2
19	Water Treatment Plant

รูปที่ 4-2 แผนผังของโรงงาน บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

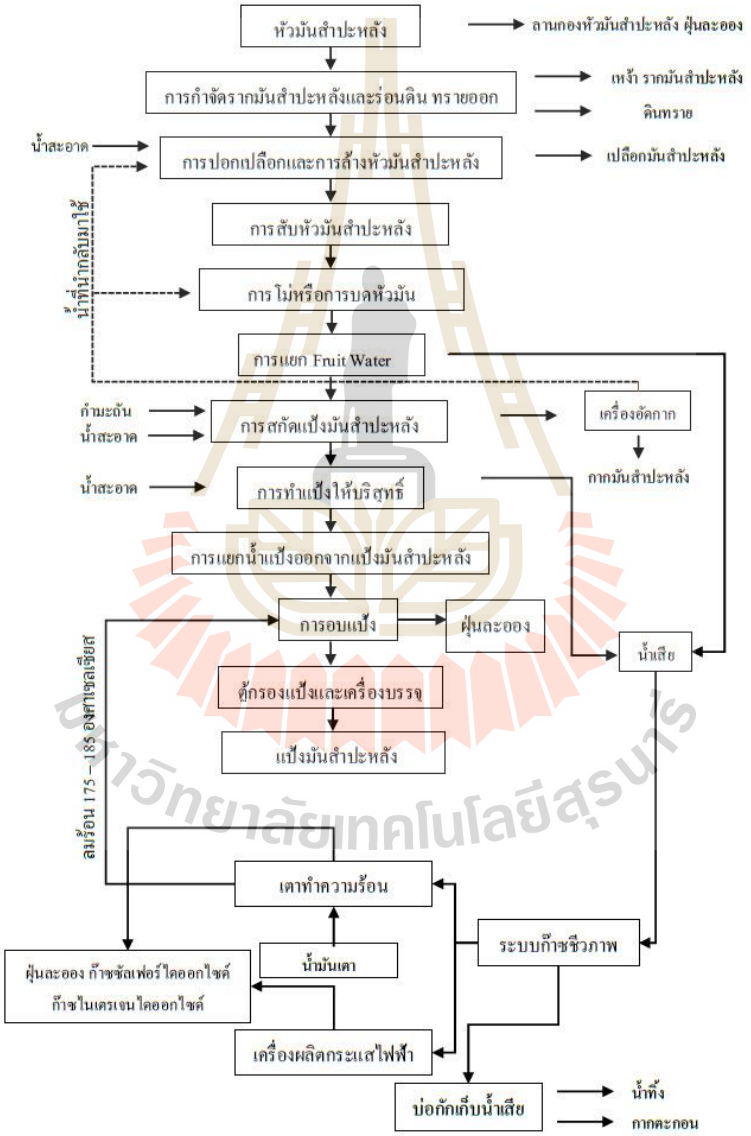
กระบวนการผลิตของบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช (รูปที่ 4-3) เริ่มจากการรับวัตถุดิบจากเกษตรกรเป็นการขนส่งโดยรถบรรทุกขนาด 6 ล้อขึ้นไปผ่านเครื่องชั่งน้ำหนักและการทดสอบหาปริมาณแป้งเพื่อประเมินปริมาณแป้งและราคา จากนั้นนำมันสำปะหลังมาเทลงบริเวณลานกองวัตถุดิบ ซึ่งเป็นจุดที่มีการเกิดฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย จากนั้นโรงงานใช้รถตักในการลำเลียงมันสำปะหลังยังเครื่องร่อนดินทรายเพื่อกำจัดดินทรายที่ติดมากับหัวมันสำปะหลังและทำให้ผิวนอกของหัวมันหลุดออก ของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดอยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งจะส่งกำจัดภายนอกโรงงาน

หัวมันจะถูกส่งต่อโดยสายพานไปยังเครื่องปอกเปลือกและเครื่องล้างหัวมัน ซึ่งมีของเสียออกมา ได้แก่ ทรายที่ยังหลงเหลืออยู่ หิน และโลหะ จากนั้นมีการฉีดน้ำพ่นเป็นฝอยเพื่อทำความสะอาดหัวมันที่ปอกเปลือกแล้ว ส่งไปยังเครื่องสับเพื่อสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1- 2 นิ้ว ชิ้นมันสำปะหลังที่สับแล้วจะตกเข้าสู่เครื่องบดมัน เพื่อบดให้ได้มันสำปะหลังที่เป็นเม็ดละเอียด

ภายหลังการบด มีการแยก Fruit Water จากแป้ง และสูบออกไปโดยใช้ Decanter เพื่อทำให้แป้งที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น น้ำแป้งจะถูกทำให้บริสุทธิ์ด้วยเครื่องแยกแป้ง (separator) เพื่อแยกแป้งออกจากน้ำแป้งทำให้ได้น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ในขั้นตอนนี้จะมีการเติมน้ำกำมะถันเพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ที่จะเปลี่ยนโมเลกุลของแป้งเป็นกรดแลคติค กากมันสำปะหลังจากขั้นตอนการสกัดแป้งจะมีน้ำอยู่ในปริมาณมากถึงร้อยละ 90 - 95 และมีปริมาณแป้งน้อยมาก จึงมีการแยกออกจากน้ำแป้งโดยใช้เครื่องอัดกากและนำไปตากแดด น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นสูงนี้จะเข้าสู่ขั้นตอนการอบแห้ง โดยเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม ซึ่งอุณหภูมิในการอบแห้งจะอยู่ในช่วง 120 ถึง 200 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อนประมาณ 20 ถึง 40 เมตรต่อวินาทีและน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะนำเข้าสู่ระบบก๊าซชีวภาพ

และขั้นตอนนี้ยังมีการเหวี่ยงอนุภาคของแป้งที่ไม่ได้ขนาดและฝุ่นละอองที่ปนเปื้อนออกจากแป้งที่บริสุทธิ์ แป้งที่อบแห้งแล้วจะผ่านเข้าเครื่องร่อนแป้ง เพื่อแยกแป้งหยาบซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 150 ไมครอนออก แป้งหยาบจะถูกส่งไปละลายน้ำ และส่งกลับเข้าสู่ขั้นตอนการสกัดอีกครั้งหนึ่ง ส่วนแป้งที่ละเอียดจะบรรจุลงถุงเพื่อจัดจำหน่ายต่อไป

ระบบก๊าซชีวภาพจะเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาผลิตลมร้อนในกระบวนการอบแป้งและการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งทั้งสองกระบวนการนี้จะมีการปล่อยมลพิษอากาศออกมาจากปล่องของเตาผลิตลมร้อน เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นต้น



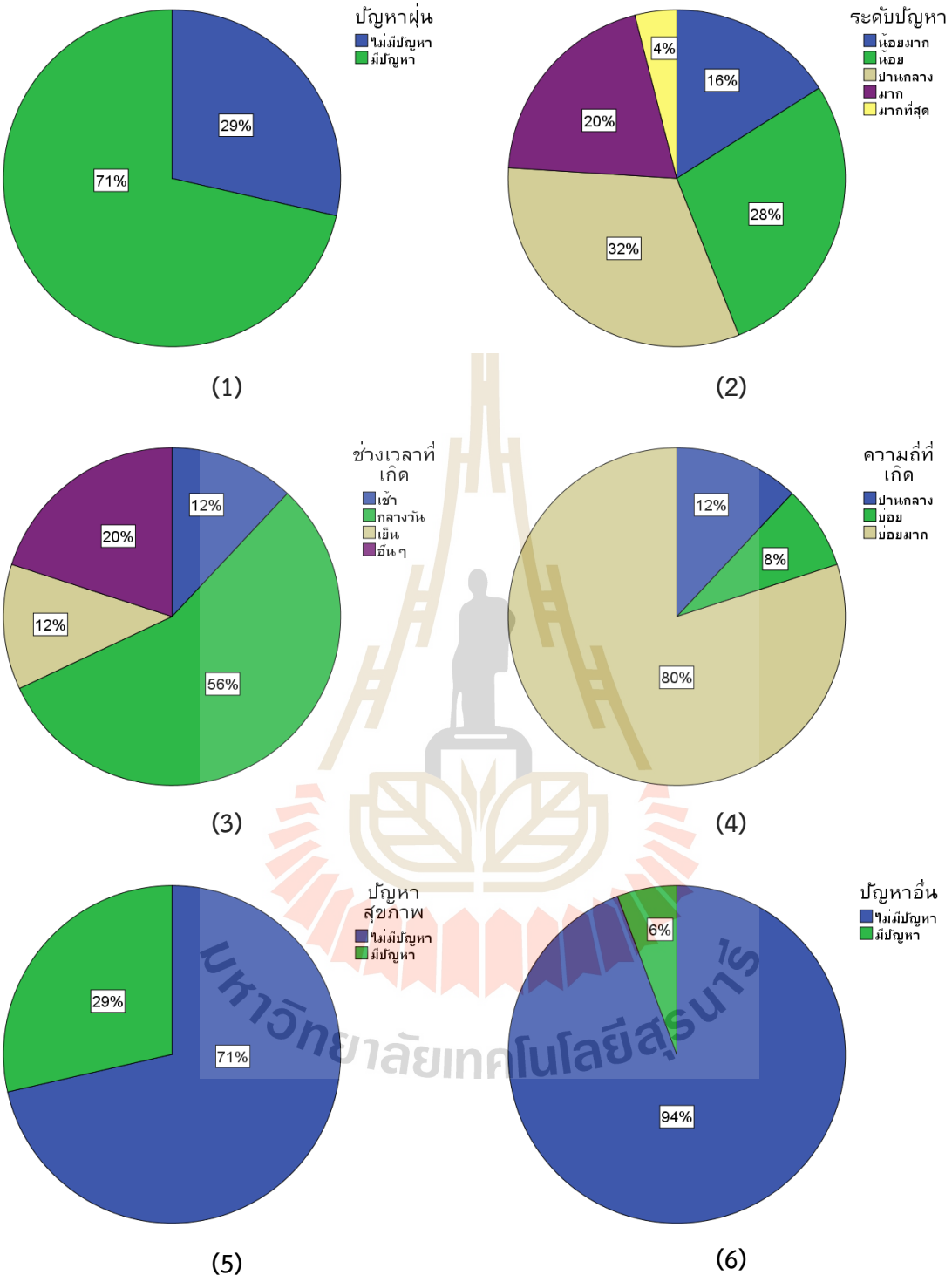
รูปที่ 4-3 แผนผังกระบวนการผลิต บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

4.2.2 การสำรวจความคิดเห็นชุมชน

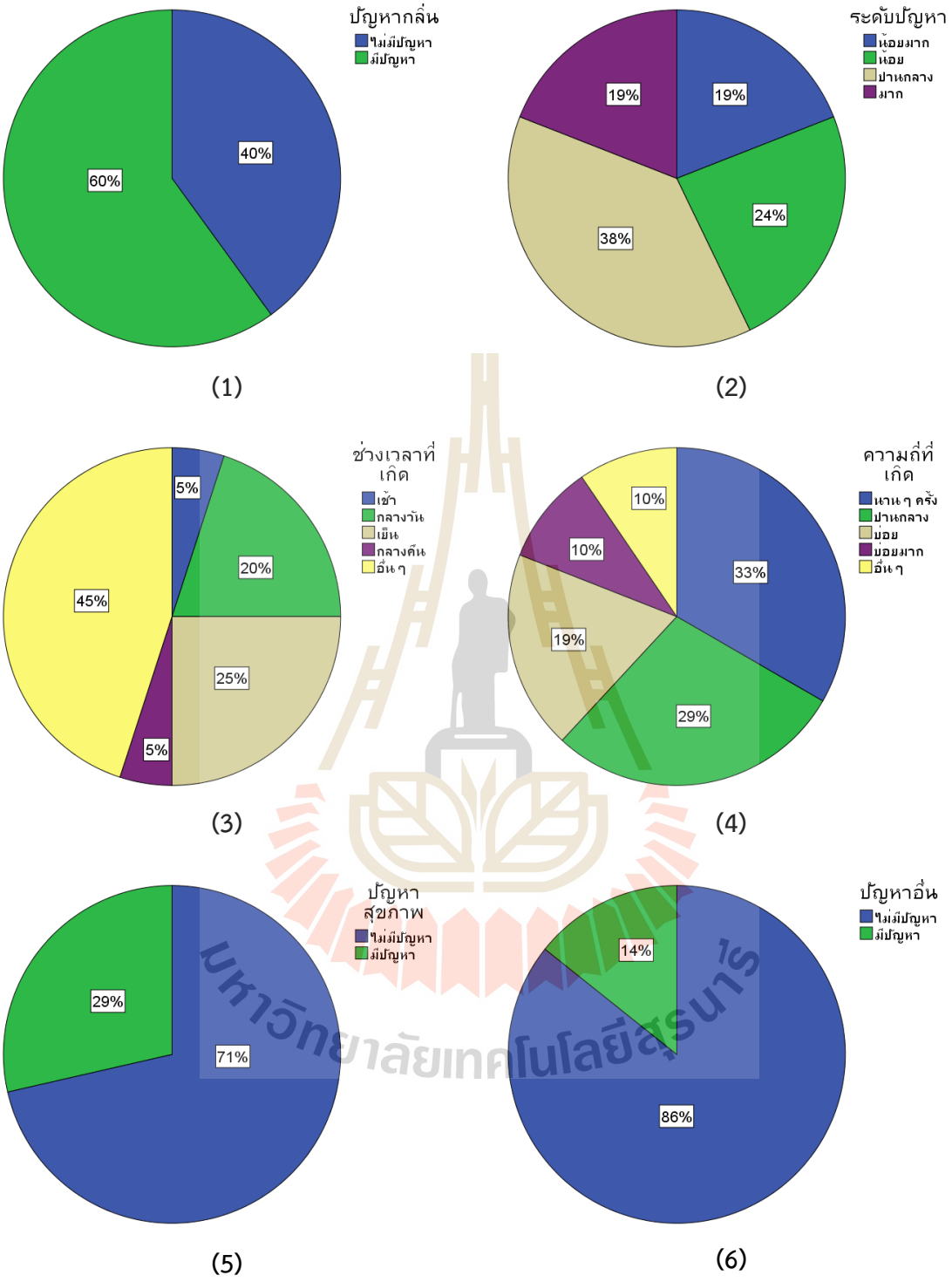
คณะผู้วิจัยได้สำรวจชุมชนในพื้นที่รอบโรงงานบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช จากนั้นได้จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหามลพิษอากาศและความคิดเห็นเกี่ยวกับโรงงาน และนำไปสอบถามประชาชนที่อยู่รอบโรงงานในรัศมีประมาณ 1 กิโลเมตร(รูปที่ 4-4) เพื่อเก็บข้อมูลความคิดเห็นก่อนการดำเนินการโครงการ โดยมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 35 คน

รูปที่ 4-4 จุดเก็บแบบสอบถามประชาชนบริเวณรอบบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาฝุ่นละออง (รูปที่ 4-5) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นว่ามีปัญหา (ร้อยละ 71) ซึ่งคาดว่ามีสาเหตุจากยานพาหนะ และปัญหามีความรุนแรงในระดับปานกลาง (ร้อยละ 32) ทั้งนี้ ปัญหาพบได้มากในช่วงกลางวัน (ร้อยละ 56) และเกิดขึ้นบ่อยมาก (ร้อยละ 80) ในส่วนผลกระทบต่อสุขภาพนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 29 ระบุว่าปัญหาฝุ่นละอองมีผลทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ อาทิ โรคภูมิแพ้ และร้อยละ 6 ระบุว่ามีผลเสียในด้านอื่น ๆ อาทิ ความรำคาญ ความสกปรก

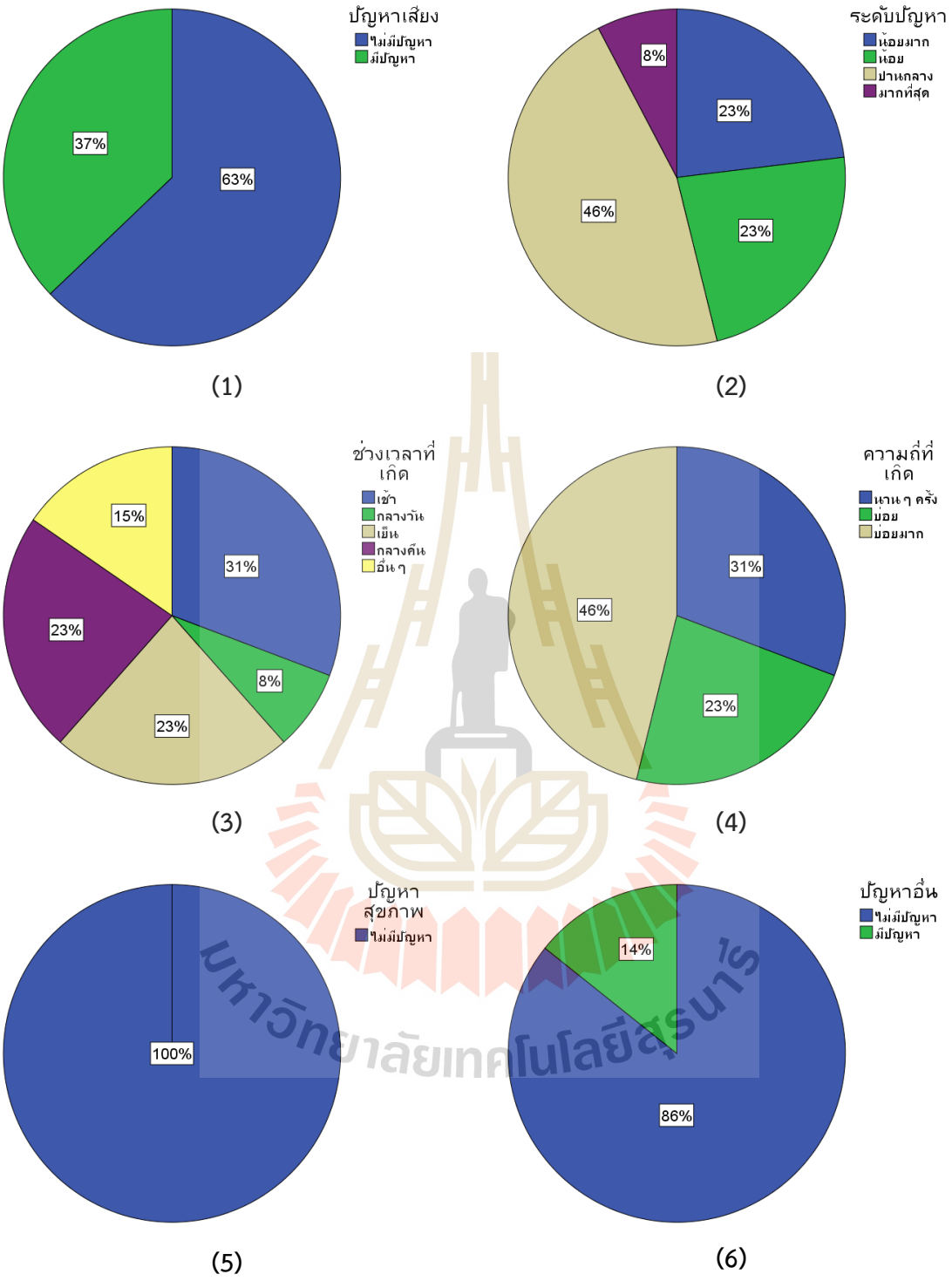


รูปที่ 4-5 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหาฝุ่นละออง (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช



รูปที่ 4-6 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหากลิ่น (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4-7 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหาเสียง (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ในด้านปัญหากลิ่น (รูปที่ 4-6) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นว่ามีปัญหากลิ่นเหม็น (ร้อยละ 60) ซึ่งคาดว่ามีสาเหตุจากการตากมันสำปะหลัง และปัญหามีความรุนแรงในระดับปานกลาง (ร้อยละ 38) ทั้งนี้ ผู้ตอบให้ความเห็นว่าปัญหาพบได้มากในช่วงเวลาที่ฝนตกหรือช่วงฤดูฝน (ร้อยละ 45) โดยมีความเห็นแตกต่างกันเกี่ยวกับความถี่ที่เกิด ในส่วนผลกระทบต่อสุขภาพนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 29 ระบุว่าปัญหากลิ่นมีผลทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ คือ ปวดศีรษะและหายใจลำบาก และร้อยละ 14 ระบุว่ามีผลเสียในด้านอื่น ๆ คือความรำคาญ

ผลวิเคราะห์ปัญหาเสียงรบกวน (รูปที่ 4-7) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 37 เห็นว่ามีปัญหาจากรถมอเตอร์ไซค์แข่งกันและจากยานพาหนะ และปัญหามีความรุนแรงในระดับปานกลาง (ร้อยละ 46) โดยมีความเห็นแตกต่างกันเกี่ยวกับช่วงเวลาที่เกิด ส่วนความถี่ที่เกิดส่วนใหญ่เห็นว่าเกิดขึ้นบ่อยมาก (ร้อยละ 46) นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ แต่มีร้อยละ 14 ระบุว่ามีผลเสียในด้านอื่น ๆ คือความรำคาญ

ตารางที่ 4-1 แสดงผลวิเคราะห์ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 1-5 โดย 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด และ 5 = เห็นด้วยมากที่สุด จากตารางเห็นได้ว่าบริษัทได้คะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในด้านการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารหรือประชาสัมพันธ์กับชุมชน การพบปะ พูดคุย หรือสอบถามความคิดเห็นชุมชน และการจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน ส่วนคะแนนด้านการสร้างประโยชน์ให้กับชุมชน และคะแนนทัศนคติของชุมชนต่อโรงงาน สูงกว่าประเด็นอื่น ๆ แต่ก็อยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4-1 ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ความเห็นที่มีต่อโรงงาน (คะแนนอยู่ในช่วง 1-5 โดย 1=เห็นด้วยน้อย และ 5=เห็นด้วยมาก)	คะแนนเฉลี่ย	S.D.
(1) โรงงานแห่งนี้มีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารหรือการประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนทราบ	1.2	0.7
(2) บุคลากรของโรงงานแห่งนี้มีการพบปะ พูดคุย หรือสอบถามความคิดเห็นกับคนในชุมชน	1.2	0.7
(3) โรงงานแห่งนี้มีการจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์กับคนในชุมชน	1.3	1.0
(4) โรงงานแห่งนี้มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี	1.9	1.3
(5) โรงงานแห่งนี้สร้างประโยชน์ให้กับชุมชน (อาทิ การจ้างงาน ความเจริญของชุมชน ฯลฯ)	2.4	1.4
(6) โรงงานแห่งนี้ทำให้เกิดผลเสียต่อชุมชน (อาทิ มลพิษ ปัญหาสุขภาพ คนงาน การจราจร ฯลฯ)	1.9	1.2
(7) ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อโรงงานแห่งนี้	2.9	1.4

4.2.3 บัญชีการปล่อยมลพิษ

(1) แหล่งกำเนิดมลพิษ

จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลโรงงานบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช คณะผู้วิจัยได้นำมาจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศ โดยเริ่มจากการรวมรวมรายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศทั้งหมดของโรงงาน จากนั้นจึงได้ปรึกษาหารือกับบุคลากรของโรงงานและทำการประเมินระดับนัยสำคัญของแหล่งกำเนิดออกเป็นระดับสูง ปานกลางและต่ำ โดยพิจารณาจากขนาดและความรุนแรงของผลกระทบ ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 รายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

รายการแหล่งกำเนิด	ประเภทแหล่งกำเนิด	มลพิษอากาศที่สำคัญ	ระดับนัยสำคัญ
1. ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 1	แบบจุด	TSP, NO_2, SO_2	สูง
2. ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 2	แบบจุด	TSP, NO_2, SO_2	สูง
3. ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 3	แบบจุด	TSP, NO_2, SO_2	สูง
4. ปล่องระบายอากาศในกระบวนอบแป้ง 1	แบบจุด	TSP	สูง
5. ปล่องระบายอากาศในกระบวนอบแป้ง 2	แบบจุด	TSP	สูง
6. ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 1	แบบจุด	TSP, NO_2, SO_2	ปานกลาง
7. ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 2	แบบจุด	TSP, NO_2, SO_2	ปานกลาง
8. ลานกองวัตถุดิบ	แบบพื้นที่	TSP	สูง
9. ถนนภายในโรงงาน	แบบพื้นที่	TSP	ต่ำ
10. บ่อบำบัดน้ำเสีย (แบบไร้อากาศ)	แบบพื้นที่	H_2S, CH_4, กลิ่น	สูง
11. บ่อบำบัดน้ำเสีย (แบบแฟคคอลเททีฟ)	แบบพื้นที่	H_2S, CH_4, กลิ่น	ปานกลาง
12. บ่อบำบัดน้ำเสีย (แบบเติมอากาศ)	แบบพื้นที่	H_2S, CH_4, กลิ่น	ต่ำ
13. ปล่องเผาก๊าซส่วนเกิน	แบบจุด	NO_2, SO_2	ต่ำ
14. จุดรับวัตถุดิบ 1	แบบพื้นที่	TSP, กลิ่น	ต่ำ
15. จุดรับวัตถุดิบ 2	แบบพื้นที่	TSP, กลิ่น	ต่ำ

จากการประเมินได้แหล่งกำเนิดที่มีระดับนัยสำคัญปานกลางถึงสูงของบริษัทจำนวน 9 รายการ โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Source)

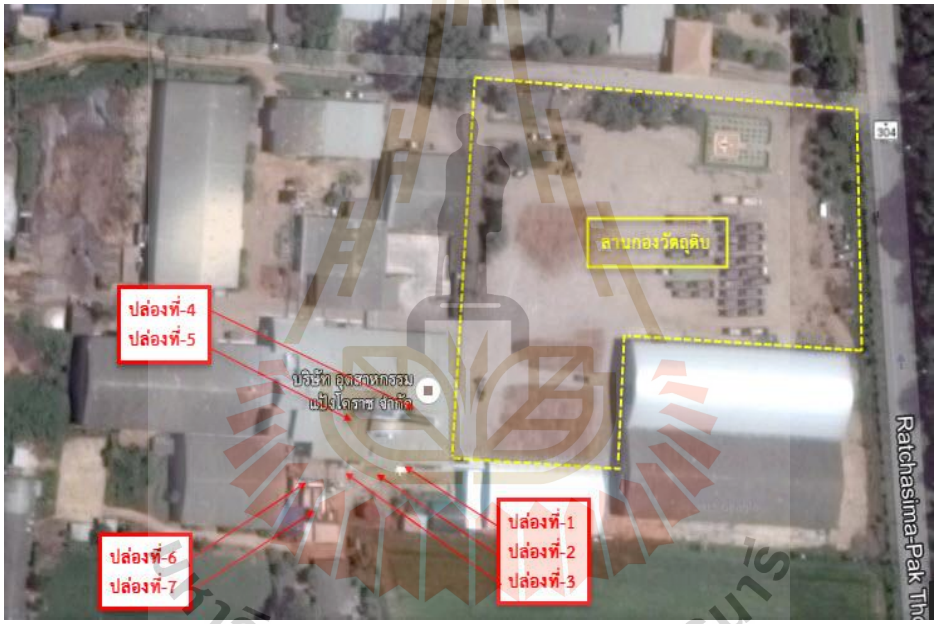
- รายการที่ 1 ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อนมีปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ 450 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- รายการที่ 2 ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อนมีปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ 725 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- รายการที่ 3 ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อนมีปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ 450 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- รายการที่ 4 ปล่องระบายอากาศในกระบวนการอบแป้งมีอัตราการผลิตแป้งมันสำปะหลังปริมาณ 250 ตันต่อวัน

- รายการที่ 5 ปล่องระบายอากาศในกระบวนการอบแป้งมีอัตราการผลิตแป้งมันสำปะหลังปริมาณ 250 ตันต่อวัน
- รายการที่ 6 ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1200 กิโลวัตต์
- รายการที่ 7 ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 950 กิโลวัตต์

2) แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Source)

- รายการที่ 8 ลานกองวัตถุดิบเป็นแหล่งกำเนิดที่มีการปล่อยมลพิษอากาศประเภทฝุ่นละอองเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 11,250 ตารางเมตร
- รายการที่ 10 บ่อบำบัดน้ำเสียเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในด้านของกลิ่นที่มีสาเหตุมาจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 370 ตารางเมตร

ตำแหน่งปล่องระบายอากาศทั้ง 7 ปล่อง และลานกองวัตถุดิบ แสดงในรูปที่ 4-8



รูปที่ 4-8 ตำแหน่งแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

(2) ปริมาณการปล่อยมลพิษ

ข้อมูลรายละเอียดและปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศของแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่มีนัยสำคัญระดับปานกลางถึงสูงทั้ง 9 รายการ สรุปได้ดังตารางที่ 4-3 และ

ตารางที่ 4-4 โดยรายละเอียดเกี่ยวกับการประมาณค่าแสดงไว้ในเอกสารอื่น (พงษ์พัฒน์ สุขเกษม, 2558)

ตารางที่ 4-3 ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบจุด บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ปล่องที่	ความสูง (เมตร)	อุณหภูมิ (เคลวิน)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)	อัตราการปล่อยมลพิษอากาศ (กรัม/วินาที)			
					TSP	SO_2	NO_2	H_2S
1	11	464.15	0.70	0.6	0.01	0.21	0	0
2	12	464.15	0.41	0.78	0.02	0.21	0	0
3	12	464.15	0.70	0.65	0.01	0.27	0	0
4	10	458.15	30	1	0.72	0	0	0
5	10	458.15	30	1	0.72	0	0	0
6	6	803.15	27.16	0.3	0.000156	0.08	0.00769	0
7	5	733.15	27.16	0.3	0.000124	0.08	0.00769	0

ตารางที่ 4-4 ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบพื้นที่ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

แหล่งกำเนิด	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	อัตราการปล่อยมลพิษอากาศ (กรัม/วินาที-ตารางเมตร)			
		TSP	SO_2	NO_2	H_2S
ลานกองวัตถุดิบ	11,250	$1.3x10^{-6}$	0	0	0
บ่อบำบัดน้ำเสีย	370	0	0	0	0.0683

4.2.4 การตรวจวัดมลพิษ

(1) มลพิษจากแหล่งกำเนิด

คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ระบายจากปล่องซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบจุดทั้ง 7 ปล่อง ขณะที่มีการดำเนินการผลิต โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ TESTO 350 ได้ผลดังตารางที่ 4-5 และ ตารางที่ 4-6 โดยพบว่าค่าความเข้มข้น SO_2 ของปล่องระบายอากาศจากเครื่องผลิตลมร้อน ซึ่งใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง เกินค่ามาตรฐานประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ที่มีค่าเท่ากับ 157 มก./ลบ.ม. ส่วนกรณี NO_2 ไม่เกินค่ามาตรฐานประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ที่มีค่าเท่ากับ 376 มก./ลบ.ม. (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2549)

(1) มลพิษในบรรยากาศ

คณะผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยเลือกการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) 2 จุด คือ จุดที่เป็นตัวแทนพื้นที่ทั่วไปบริเวณภายในเขตรั้วโรงงาน และจุดที่เป็นตัวแทนชุมชนใกล้เคียงโรงงาน คือ ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลหนองจะบก มีตำแหน่งพิกัด

UTM คือ X184544 Y1650313 และแต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่าง 2 วันต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องแบบ Gravimetric Hi-volume ได้ผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4-7 โดยพบว่าผลตรวจวัดในพื้นที่ทั่วไปของโรงงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 133.41 มค.ก/ลบ.ม. ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปที่มีค่าเท่ากับ 120 มค.ก/ลบ.ม. (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2538)

ตารางที่ 4-5 ผลการตรวจวัด SO_2 จากปล่องระบายไอเสีย บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

แหล่งกำเนิด	ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศ (มก./ลบ.ม.)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 1	1,101.69	1,070.29	1,085.99
ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 2	1,075.12	1,048.52	1,061.82
ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 3	1,193.44	1,121.93	1,157.69
ปล่องระบายอากาศในกระบวนการอบแป้ง 1	0	0	0
ปล่องระบายอากาศในกระบวนการอบแป้ง 2	0	0	0
ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 1	42.15	44.14	43.15
ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 2	42.15	44.14	43.15

ตารางที่ 4-6 ผลการตรวจวัด NO_2 จากปล่องระบายไอเสีย บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

แหล่งกำเนิด	ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศ (มก./ลบ.ม.)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 1	0	0	0
ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 2	0	0	0
ปล่องระบายอากาศของเครื่องผลิตลมร้อน 3	0	0	0
ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 1	0.89	7.13	4.01
ปล่องระบายอากาศของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 2	0.89	7.13	4.01

ตารางที่ 4-7 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

สถานที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มคก./ลบ.ม)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
1. ภายในเขตโรงงาน	197.11	69.71	133.41
2. ชุมชนใกล้โรงงาน - สำนักงาน อบต. หนองจะบก	16.36	19.30	17.83

(2) มลพิษที่ตัวบุคคล

คณะผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคล โดยเลือกเก็บตัวอย่างผู้ที่ปฏิบัติงาน 3 จุด คือ ผู้ปฏิบัติงานที่จุดเทหัวมัน ผู้ปฏิบัติงานที่จุดบรรจุแป้ง และคนขับรถตักหัวมัน และแต่ละจุดทำ

การเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง โดยใช้เครื่องแบบ Personal Sampler ได้ผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4-8 และภาพการติดอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 4-9 โดยพบว่าผลตรวจวัดในระดับฝุ่นในบริเวณที่พนักงานปฏิบัติงาน มีค่าอยู่ในช่วง 0.117-0.540 มก./ลบ.ม. ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (respirable dust) ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ซึ่งเทียบเท่าได้กับฝุ่น PM_{10} ที่มีค่าเท่ากับ 5 มก./ลบ.ม. (กระทรวงมหาดไทย, 2520)

ตารางที่ 4-8 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ชื่อบุคคลที่เก็บตัวอย่าง	แผนก/ฝ่าย	จุดเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ลบ.ม)
นายสนิท ศรีฤทธิ์	เทหัวมัน	จุดเทหัวมัน	0.149
น.ส.ประภาพร ฐานรุ่ง	บรรจุแป้ง	จุดบรรจุแป้ง	0.540
นายอนุชา สุวรรณสุข	ขับรถ	คนขับรถ	0.117
		ค่าเฉลี่ย	0.269

รูปที่ 4-9 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช ((a) จุดเทหัวมัน, (b) จุดบรรจุแป้ง และ (c) คนขับรถตักหัวมัน)

4.2.5 การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง

คณะผู้วิจัยเลือกใช้แบบจำลอง AERMOD ในการประมาณระดับมลพิษของบริษัท เนื่องจากสามารถพิจารณาแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดและแบบพื้นที่ได้พร้อมกัน โดยการใช้งานมีโปรแกรมย่อยที่ต้องใช้คือ AERMET สำหรับเตรียมไฟล์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และ AERMAP สำหรับข้อมูลทางด้านความสูงของพื้นที่ ในส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาใช้ข้อมูลปี 2555 ข้อมูลระดับผิวพื้น (Surface Air Data) ใช้ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดนครราชสีมา กรมอุตุนิยมวิทยา ประกอบไปด้วย หมายเลขสถานี

ตรวจวัด ความสูงฐานเมฆ ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ และปริมาณเมฆปกคลุม ส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน (Upper Air Data) ไม่มีของจังหวัดนครราชสีมาจึงเลือกใช้ข้อมูลของจังหวัดอุบลราชธานี ส่วนข้อมูลความสูงของพื้นที่เป็นส่วนที่นำเข้า AERMAP ที่เลือกใช้ในการศึกษา คือ SRTM DEM และป้อนข้อมูลอาคารในบริเวณโรงงานเพิ่มเติมตามที่ได้ทำการสำรวจไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ข้อมูลอาคารและสิ่งก่อสร้าง บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ลำดับที่	อาคาร	X Coordinate (m)	Y Coordinate (m)	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
1	Production building1	184446.60	1648982.11	6480
2	Warehouse1 (1200 tons)	184564.33	1649056.86	784
3	Bag Warehouse	184519.45	1649083.59	884
4	Warehouse5 (4000 tons)	184473.51	1649038.34	2448
5	Maintenance garage	184536.93	1649028.76	348
6	Warehouse	184479.13	1649129.53	3368
7	Warehouse2 (4500 tons)	184651.39	1648953.38	2296
7/1	Warehouse3 (4500 tons)	184656.37	1648979.79	2296
8	Office	184672.94	1649109.15	290
9	Kitchen room	184628.64	1649123.24	407
10	Dormitory	184602.35	1649122.15	1094
11	Dormitory	184571.14	1649124.00	659
12	Garage	184626.26	1649079.15	312
13	Warehouse4 (1200 tons)	184481.87	1648945.20	1197
14	Waste compactors plant	184565.18	1649031.49	741
15	Biogas control room	184479.13	1649129.53	323
16	Bio gas	184345.72	1649123.31	20865
17	Clean Energy Co.,Ltd.	184522.34	1648942.68	539
18	Production building2	184598.71	1648943.78	1024
19	Water Treatment Plant	183890.61	1648905.60	311000

การประมาณระดับมลพิษอากาศใช้แบบจำลอง AERMOD โดยกำหนดขอบเขตพื้นที่ทำการศึกษาขนาด 3 กิโลเมตร × 3 กิโลเมตร ตำแหน่งจุดศูนย์กลางบนระบบพิกัด UTM คือ 102°04'04.0"E , 14°53'48.5"N และกำหนดตำแหน่งผู้รับมลพิษอากาศทั้งในบริเวณโรงงานและบริเวณแหล่งชุมชน 3 ตำแหน่ง ประกอบด้วย ตำแหน่งที่ 1 ภายในโรงงาน ตำแหน่งที่ 2 ริมรั้วโรงงาน และตำแหน่งที่ 3 ชุมชนใกล้โรงงาน โดยใช้พื้นที่บริเวณ อบต.หนองจะบก ดังแสดงในรูปที่ 4-10 ทั้งนี้รายละเอียดการใช้งานแบบจำลองแสดงไว้ในเอกสารอื่น (พงษ์พัฒน์ สุขเกษม, 2558)

ผลการประมาณระดับความเข้มข้นของมลพิษทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นละออง SO_2 และ NO_2 ในบรรยากาศทั่วไป ณ ตำแหน่งผู้รับทั้ง 3 ตำแหน่ง พบว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยค่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองและ SO_2 ที่ประมาณได้ที่แต่ละตำแหน่งแสดงในตารางที่ 4-10 ส่วนค่า NO_2

ไม่ได้แสดงในตารางเนื่องจากมีค่าต่ำมากและไม่มีนัยสำคัญในการส่งผลกระทบต่อผู้รับ และผลการประมาณค่าเฉลี่ย 1 ปีในรูปแผนที่เส้นชั้นระดับความเข้มข้น (Isopleth) ของฝุ่นละอองและ SO_2 ด้วยแบบจำลอง AERMOD แสดงในรูปที่ 4-11 และรูปที่ 4-12 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นขอบเขตผลกระทบของฝุ่นละอองอยู่ในบริเวณโรงงานและพื้นที่ด้านทิศตะวันออก ส่วนขอบเขตผลกระทบของ SO_2 กว้างกว่าเนื่องจากเป็นมลพิษประเภทก๊าซจึงสามารถกระจายได้ไกลกว่าฝุ่นละออง

รูปที่ 4-10 ตำแหน่งผู้รับมลพิษอากาศที่กำหนดในแบบจำลอง บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

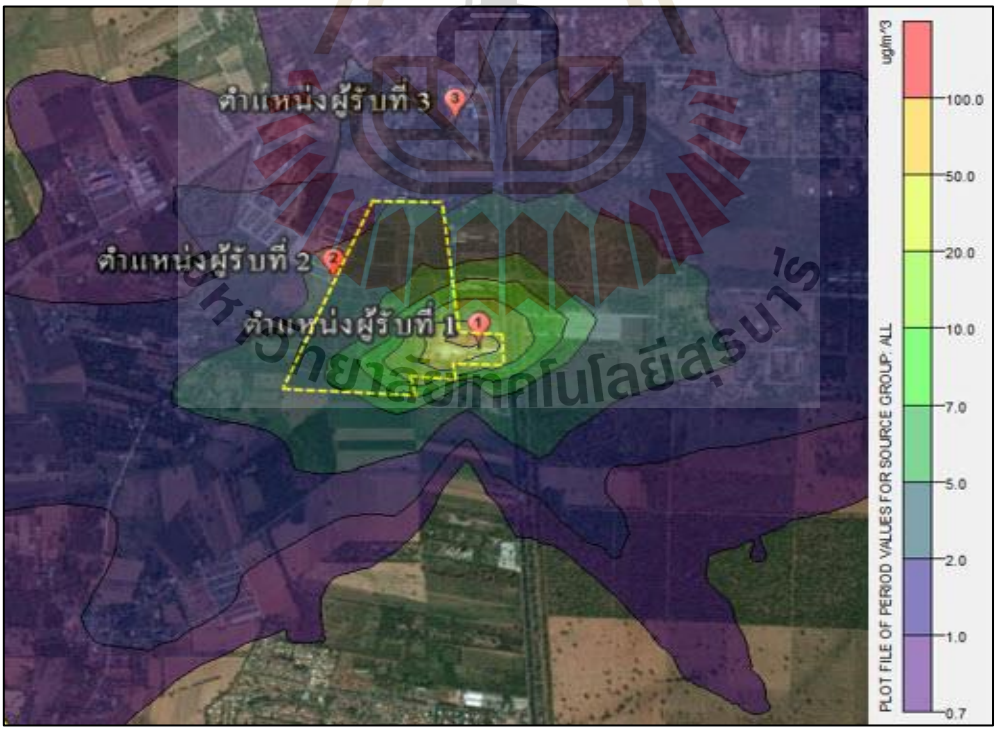
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4-10 ผลการประมาณระดับความเข้มข้นมลพิษ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ตำแหน่งผู้รับ	ความเข้มข้น (มค.ก./ลบ.ม.)				
	ฝุ่นละออง		SO_2		
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี
ตำแหน่งที่ 1	60.74	14.15	267.14	96.91	22.54
ตำแหน่งที่ 2	2.33	0.31	135.15	31.83	2.91
ตำแหน่งที่ 3	1.41	0.15	49.99	9.53	0.87
ค่ามาตรฐาน [1]	330	100	780	300	100

[1] คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2538)

รูปที่ 4-11 เส้นชั้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ปีของฝุ่นละอองบริเวณบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช



รูปที่ 4-12 เส้นชั้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ปีของ SO_2 บริเวณบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

4.2.6 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

คณะผู้วิจัยได้พิจารณาข้อมูลผลการสำรวจความคิดเห็นชุมชนบริเวณใกล้เคียงบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช ซึ่งพบว่าร้อยละ 71 เห็นว่ามีปัญหาฝุ่นละออง และร้อยละ 29 ระบุว่าส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ประกอบกับผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศภายในโรงงานซึ่งมีค่าสูง คือ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 133.41 มค.ก/ลบ.ม. ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป จึงเห็นควรดำเนินการศึกษาในส่วนการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพต่อการได้รับฝุ่นละอองให้กับบุคลากรโรงงานและประชาชนในชุมชนใกล้เคียง

ข้อมูลด้านพิษวิทยาของมลพิษอากาศประเภทฝุ่นละอองมีเฉพาะฝุ่นที่เป็นสารเคมี อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น ดังนั้นจึงเลือกใช้ค่าความเข้มข้นฝุ่นที่กำหนดเป็นค่ามาตรฐานในสถานที่ทำงานและในบรรยากาศทั่วไปมาใช้เป็นค่าความเข้มข้นอ้างอิง (Reference Concentration) ในการประเมินความเสี่ยงในการได้รับมลพิษ

การประเมินการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองในการศึกษานี้กำหนดเส้นทางการได้รับมลพิษคือทางการหายใจ และกำหนดกลุ่มประชากรที่ศึกษา 3 กลุ่ม คือ (1) ประชาชนในบริเวณใกล้เคียงโรงงาน คือ บริเวณชุมชนปากทางเข้าประตู 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งใช้ผลการตรวจวัดที่บริเวณ อบต.หนองจะบก (2) พนักงานในเขตพื้นที่โรงงาน และ (3) พนักงานที่ปฏิบัติงานภายในโรงงาน และคณะผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการประเมินอย่างง่ายโดยใช้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ประชากรได้รับเป็นตัวแทนค่าปริมาณการได้รับสัมผัส และนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองตามมาตรฐานเพื่ออธิบายลักษณะความเสี่ยงโดยการคำนวณเป็นค่า Hazard Quotient (HQ) ซึ่งเป็นสัดส่วนของความเข้มข้นที่วัดได้ต่อค่าความเข้มข้นตามมาตรฐาน

ตารางที่ 4-11 แสดงผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งพบว่ามีกรณีกลุ่มพนักงานในพื้นที่ทั่วไปของโรงงานที่ใช้ค่าการตรวจวัดฝุ่นละอองในการประเมิน ได้ค่า HQ เท่ากับ 1.11 ซึ่งค่าเกิน 1 แสดงถึงความเสี่ยงทางสุขภาพที่มีต่อประชากรกลุ่มดังกล่าว ส่วนกรณีอื่น ๆ ค่า HQ มีค่าน้อยและไม่แสดงให้เห็นว่ามีความเสี่ยงทางสุขภาพ

4.2.7 แผนจัดการคุณภาพอากาศ

ผลการศึกษาที่ได้จากการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราชถูกใช้ประกอบการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ โดยเลือกปัญหาฝุ่นละอองเป็นปัญหาที่มีนัยสำคัญและควรดำเนินการแก้ไขเป็นลำดับแรก

ตารางที่ 4-11 ผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

กลุ่มประชากร	วิธีการประมาณค่าความเข้มข้น	ความเข้มข้นเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัส (มค.ก./ลบ.ม.)	ความเข้มข้นมาตรฐาน (มค.ก./ลบ.ม.)	Hazard Quotient
ประชาชนในชุมชนใกล้เคียงโรงงาน	การตรวจวัด	17.83	120	0.15
	แบบจำลอง (ตำแหน่งผู้รับที่ 3)	1.41	120	0.01
พนักงานในพื้นที่ทั่วไปของโรงงาน	การตรวจวัด	133.41	120	1.11
	แบบจำลอง (ตำแหน่งผู้รับที่ 1)	60.74	120	0.51
พนักงานที่จุดปฏิบัติงานภายในโรงงาน	การตรวจวัด	0.269	5	0.05

(1) ทางเลือกในการจัดการ ตามหลักการเทคโนโลยีสะอาด

คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์แนวทางการลดระดับฝุ่นละอองจากเทคโนโลยีที่มีอยู่และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ การจัดการที่ลานกองวัตถุดิบ และการจัดการที่ปล่องระบายอากาศในกระบวนการอบแป้ง

การจัดการมลพิษอากาศที่ลานกองวัตถุดิบ มี 3 แนวทาง ดังต่อไปนี้

- การสเปรย์น้ำที่กองวัตถุดิบโดยใช้หัวสเปรย์ชนิดที่เหมาะสมกับการดักจับฝุ่น คือ spray nozzle full cone สามารถลดปริมาณการปล่อยฝุ่นลงได้ 21% (Charinpanitkul and Tanthapanichakoon, 2011)
- การทำกำแพงต้นไม้ป้องกันฝุ่น โดยปลูกต้นไม้รอบ ๆ บริเวณลานกองวัตถุดิบ เป็น 3 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 ต้นไม้สูงประมาณ 4-5 เมตร ชั้นที่ 2 ต้นไม้สูงประมาณ 4 เมตรและชั้นที่ 3 ต้นไม้สูงประมาณ 2-3 เมตร สามารถลดปริมาณการปล่อยฝุ่นลงได้ 49% (Malone et al., 2006)
- การจัดรูปแบบกองวัตถุดิบ โดยการนำวัตถุดิบมาจัดเรียงในลักษณะรูปไข่ (Arranged flat-topped oval piles) โดยเว้นระยะห่างของแต่ละกองในช่วง 5 ถึง 20 เมตร สามารถลดปริมาณการปล่อยฝุ่นลงได้ 60% (Cong et al., 2012)

เมื่อใช้แบบจำลอง AERMOD ทำการประมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งผู้รับทั้ง 3 ตำแหน่งและคำนวณการลดลงของค่าความเข้มข้นฝุ่นจากทั้ง 3 ทางเลือก สรุปได้ดังตารางที่ 4-12 โดยพบว่าทางเลือกการจัดเรียงกองวัตถุดิบสามารถลดค่าความเข้มข้นเฉลี่ยมากที่สุด คืออยู่ในช่วง 22.38-43.66%

ทางเลือกการจัดการที่กระบวนการอบแป้ง คือการติดตั้งเครื่องควบคุมฝุ่นละอองชนิดไซโคลนหรือถุงกรอง ก่อนการระบายออกที่ปล่องระบายอากาศ ซึ่งจะลดการปล่อยมลพิษเหลือเท่ากับ 0.38 และ 0.23 กรัมต่อวินาที ตามลำดับ (พงษ์พัฒน์ สุขเกษม, 2558) เมื่อใช้แบบจำลอง AERMOD ประมาณระดับฝุ่นที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งผู้รับและคำนวณการลดลงของค่าความเข้มข้นฝุ่น พบว่าการใช้เครื่องควบคุมทั้งสองชนิดให้ผลใกล้เคียงกัน และส่งผลให้ค่าความเข้มข้นที่ตำแหน่งที่ 1 คือบริเวณภายในโรงงานมีการลดลงมากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยลดลง 11.61-18.23% ส่วนที่ตำแหน่งอื่น ๆ มีการลดลงเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-12 การลดฝุ่นกรณีการจัดการที่ลานกองวัตถุดิบ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ตำแหน่งผู้รับ	การลดระดับมลพิษที่ผู้รับ (%)					
	สเปรย์น้ำ		กำแพงต้นไม้		จัดรูปแบบกองวัตถุดิบ	
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี
ตำแหน่งที่ 1	11.91	14.35	27.20	32.81	33.31	40.18
ตำแหน่งที่ 2	17.04	9.01	20.86	21.59	22.38	26.61
ตำแหน่งที่ 3	21.24	9.24	39.62	25.07	43.66	31.39

ตารางที่ 4-13 การลดฝุ่นกรณีการติดตั้งเครื่องควบคุมมลพิษ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ตำแหน่งผู้รับ	การลดระดับมลพิษที่ผู้รับ (%)			
	ไซโคลน		ระบบถุงกรอง	
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี
ตำแหน่งที่ 1	18.21	11.61	18.23	16.75
ตำแหน่งที่ 2	0.71	3.01	1.03	3.01
ตำแหน่งที่ 3	0.24	0.00	0.34	6.67

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

(2) การประเมินทางเลือกที่เหมาะสม

การประเมินความเหมาะสมของทางเลือก 2 กลุ่มข้างต้น ทำโดยพิจารณาองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคนิค และด้านเศรษฐศาสตร์ โดยประยุกต์เกณฑ์การให้คะแนนจากการศึกษาที่เกี่ยวข้อง (สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม, 2547; วิวัฒน์, 2553) ประกอบกับความเห็นของคณะผู้วิจัยและบุคลากรโรงงาน

การให้คะแนนความเหมาะสมทางด้านเทคนิค พิจารณาประสิทธิภาพในการลดการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดและความยาก-ง่ายในการนำไปปฏิบัติจริงของแต่ละทางเลือก ให้ระดับคะแนน 1 -5 คะแนน สำหรับทางเลือกที่ลดการปล่อยจากแหล่งกำเนิดได้น้อยมากหรือนำไปปฏิบัติได้

ยากมาก, ลดการปล่อยได้น้อยหรือนำไปปฏิบัติได้ยาก, ลดการปล่อยได้ปานกลางหรือนำไปปฏิบัติได้, ลดการปล่อยได้มากหรือนำไปปฏิบัติได้ง่าย, และลดการปล่อยได้มากและนำไปปฏิบัติได้ง่าย ตามลำดับ

การให้คะแนนความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ พิจารณาจากการประมาณการค่าลงทุนและเดินระบบของแต่ละทางเลือก ให้ระดับคะแนน 1 -5 คะแนน สำหรับค่าลงทุนและเดินระบบสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ทางเลือกสามารถให้ผลตอบแทนได้ จะพิจารณามูลค่าผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนประกอบการให้คะแนนด้วย

การให้คะแนนความเหมาะสมทางด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาผลการปรับปรุงคุณภาพอากาศในพื้นที่จากการดำเนินการแต่ละทางเลือก โดยใช้ค่าร้อยละของการลดมลพิษอากาศจากระดับปัจจุบันที่ผู้รับทั้ง 3 ตำแหน่ง ที่ประมาณได้จากแบบจำลอง และให้ระดับคะแนน 1 -5 คะแนน สำหรับทางเลือกที่เกิดการลดมลพิษน้อยมาก น้อย ปานกลาง สูง และสูงมาก ตามลำดับ

ผลการประเมินทางเลือกการจัดการที่ลานกองวัตถุดิบ

ด้านเทคนิค: การสเปรย์น้ำบริเวณลานกองวัตถุดิบสามารถลดการปล่อยฝุ่นละอองได้ปานกลาง และสามารถนำไปปฏิบัติได้ง่าย ให้คะแนน 4 คะแนน การปลูกต้นไม้เพื่อเป็นกำแพงกันฝุ่นสามารถลดการปล่อยฝุ่นละอองได้ปานกลางแต่นำไปใช้ได้ยากเนื่องจากพื้นที่จำกัด ให้คะแนน 2 คะแนน ส่วนการจัดรูปแบบการกองวัตถุดิบนั้นแม้ว่าลดการปล่อยมลพิษได้สูงแต่จะเพิ่มภาระในการดำเนินงานสูงจึงทำให้มีความเป็นไปได้น้อย ให้คะแนน 1 คะแนน

ด้านเศรษฐศาสตร์: การสเปรย์น้ำบริเวณลานกองวัตถุดิบโดยใช้ชุดเครื่องพ่นสเปรย์น้ำขนาดครอบคลุมพื้นที่ลาน 200 ตารางเมตร ใช้หัวสเปรย์จำนวน 35 อัน ประมาณการค่าลงทุน 950,000 บาท การปลูกต้นไม้เพื่อเป็นกำแพงกันฝุ่นรอบลานกองวัตถุดิบใช้ต้นไม้ 360 ต้น ประมาณการค่าการลงทุน 1,260,000 บาท ส่วนการจัดรูปแบบการกองวัตถุดิบไม่มีค่าการลงทุนโดยตรงแต่มีค่าเดินระบบจากแรงงานและเครื่องจักรที่ใช้จัดเรียง จากการประเมินให้คะแนน 3 ทางเลือก เท่ากับ 2, 2, และ 3 ตามลำดับ

ด้านสิ่งแวดล้อม: การสเปรย์น้ำบริเวณลานกองวัตถุดิบสามารถลดระดับมลพิษที่ผู้รับได้สูงสุด 21% ให้คะแนน 1 คะแนน การปลูกต้นไม้เพื่อเป็นกำแพงกันฝุ่นสามารถลดระดับมลพิษที่ผู้รับได้สูงสุด 40% ให้คะแนน 2 คะแนน ส่วนการจัดรูปแบบการกองวัตถุดิบสามารถลดระดับมลพิษที่ผู้รับได้สูงสุด 44% ให้คะแนน 2 คะแนน

ผลการประเมินทางเลือกการจัดการที่กระบวนการอบแป้ง

ด้านเทคนิค: การติดตั้งเครื่องควบคุมฝุ่นในกระบวนการอบแป้งก่อนปล่อยออกสู่ปล่องโดยใช้ระบบไซโคลนแม้ว่าจะมีความง่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษา แต่มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ ให้คะแนน 2 คะแนน ส่วนระบบถุงกรองมีประสิทธิภาพสูงและมีความเหมาะสมกว่าในการดักฝุ่น ให้คะแนน 4 คะแนน

ด้านเศรษฐศาสตร์: การติดเครื่องควบคุมฝุ่นโดยใช้ระบบไซโคลนมีค่าการลงทุนประมาณ 350,000 บาท ส่วนระบบถุงกรองมีค่าการลงทุนประมาณ 450,000 บาท และมีค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาถุงกรองตลอดระยะเวลาการใช้งาน ให้คะแนน 3 คะแนน ทั้งสองทางเลือก

ด้านสิ่งแวดล้อม: ทางเลือกการติดตั้งระบบไซโคลนหรือระบบถุงกรองที่กระบวนการอบแป้งสามารถลดระดับมลพิษที่ผู้รับได้สูงสุด 18% ทั้งสองกรณี ให้คะแนน 2 คะแนน

ตารางที่ 4-14 แสดงผลการประเมินทางเลือกการจัดการเพื่อลดมลพิษตามหลักการเทคโนโลยีสะอาดซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแผนการจัดการคุณภาพอากาศของบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราชประกอบด้วยการดำเนินการที่กระบวนการอบแป้งโดยติดตั้งเครื่องควบคุมแบบถุงกรอง และการจัดการที่ลานกองวัตถุดิบโดยการสเปรย์น้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่น ซึ่งเป็นทางเลือกที่มีคะแนนการประเมินสูงเป็นอันดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-14 ผลการประเมินทางเลือกการจัดการมลพิษอากาศ บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ทางเลือก	คะแนนความเหมาะสม			
	ด้านเทคนิค (5 คะแนน)	ด้านเศรษฐศาสตร์ (5 คะแนน)	ด้านสิ่งแวดล้อม (5 คะแนน)	รวม (15 คะแนน)
การจัดการที่ลานกองวัตถุดิบ				
(1) การสเปรย์น้ำ	4	2	1	7
(2) การทำกำแพงต้นไม้	2	2	2	6
(3) การจัดรูปแบบกองวัตถุดิบ	1	3	2	6
การจัดการที่กระบวนการอบแป้ง				
(1) ระบบไซโคลน	2	3	2	7
(2) ระบบถุงกรอง	4	3	2	9

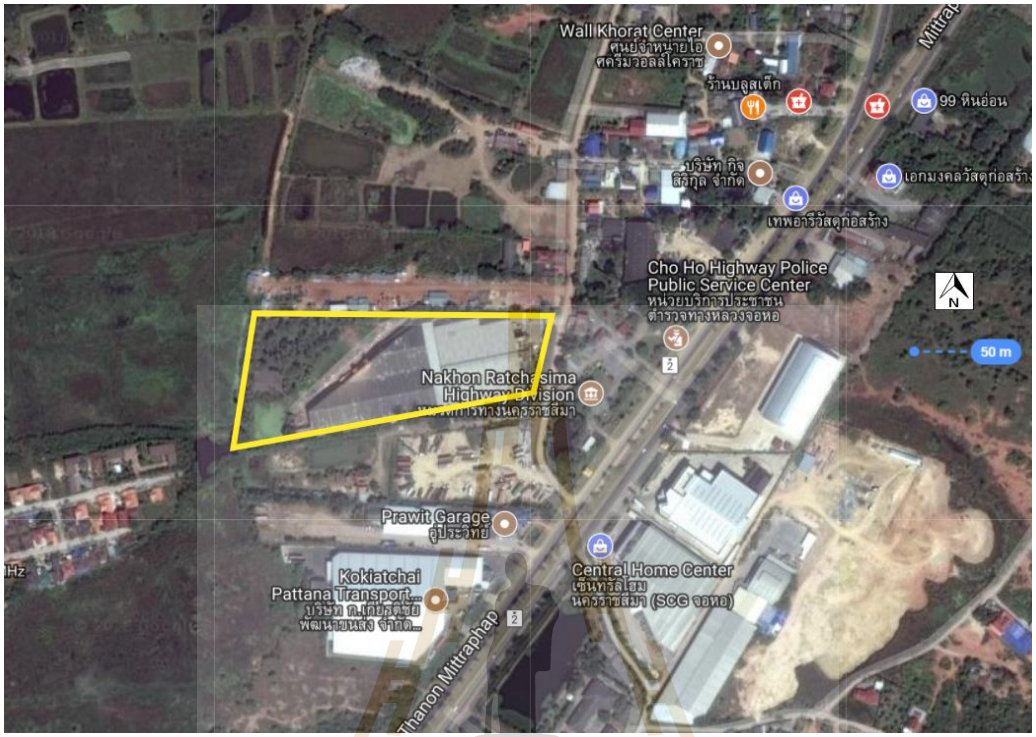
4.3. ผลการศึกษา บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

4.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงงาน

บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี จำกัด ตั้งอยู่ใกล้ถนนมิตรภาพ ตำบลจอหอ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตำแหน่งพิกัด UTM ที่ X193890 Y1665783 ประกอบกิจการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ Particle Board เป็นตัวแทนของโรงงานขนาดกลาง-เล็กในการศึกษานี้

โรงงานมีขนาดพื้นที่ประมาณ 12 ไร่ ประกอบไปด้วย อาคารสำนักงานและอาคารโรงงาน โดยมีทุนจดทะเบียน 62 ล้านบาท มีพนักงานรวม 209 คน อัตราผลผลิตเฟอร์นิเจอร์เฉลี่ย 9,280 ชิ้นต่อเดือน ประกอบด้วยตู้เสื้อผ้า โต๊ะเครื่องแป้ง เตียงนอน และชั้นวางของ เป็นต้น

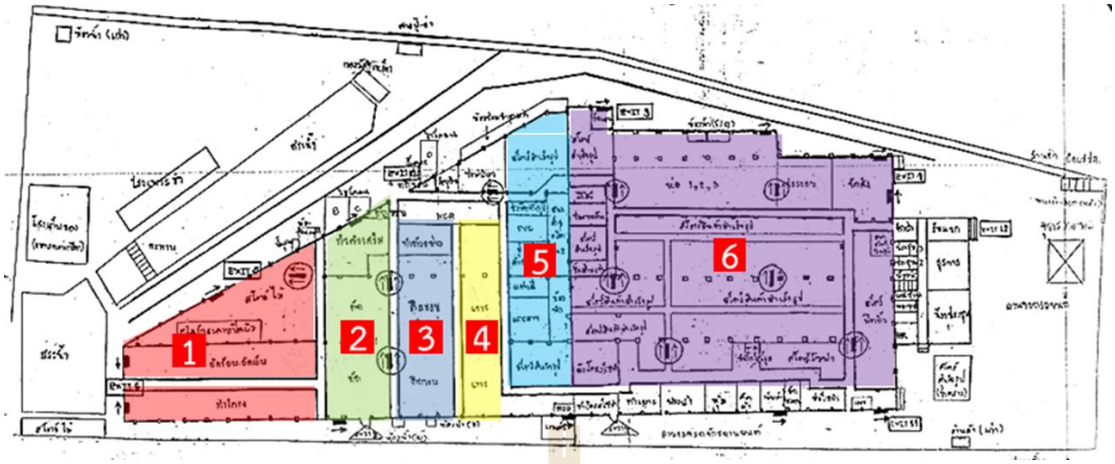
ขอบเขตพื้นที่บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี จำกัด และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ แสดงดังรูปที่ 4-13 และแผนผังของอาคารแสดงในรูปที่ 4-14



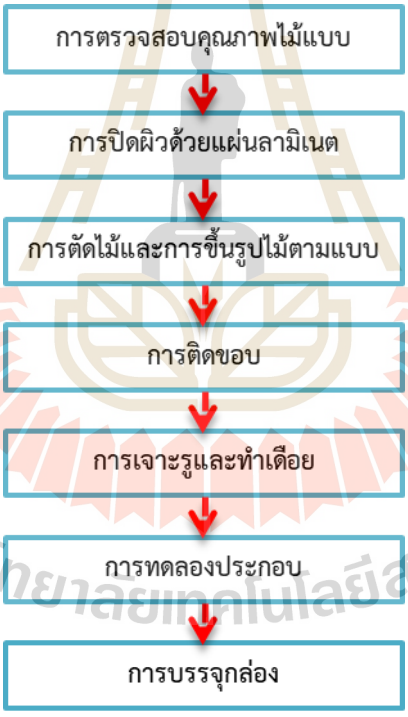
รูปที่ 4-13 ขอบเขตพื้นที่บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี (กรอบสีเหลือง) และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ

กระบวนการผลิตของบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี (รูปที่ 4-15) เริ่มจากการสั่งซื้อไม้แบบ Particle Board ที่มีการผลิตได้มาตรฐาน และตรวจสอบคุณภาพไม้ว่าตรงกับความต้องการในการสั่งซื้อและเป็นไปตามข้อตกลงที่สั่งซื้อไป อาทิ ชนิดไม้ที่ผลิตไม้อัด เกรดของไม้ ขนาด ความกว้าง ความยาวของไม้ ขนาดความหนาของไม้ และพื้นผิวหน้าของไม้ จำนวนของไม้

เมื่อตรวจสอบคุณภาพไม้แล้วจึงนำไม้ไปเข้าเครื่องปิดผิวหน้า โดยนำไม้แผ่นที่มีความหนาตามแบบที่ต้องการมาทำความสะอาดพื้นผิวด้วยการปัดเศษฝุ่นที่ผิวออกและเข้าเครื่องทากาว จากนั้นนำแผ่นลามิเนตที่มีลวดลายสีสันตามที่ต้องการมาปิดทับและเข้าเครื่องรีดร้อน (Hot Press) เพื่อให้ผิวหน้าชิ้นงานเรียบและให้กาวแข็งตัวเร็วขึ้น การปิดผิวหน้าทำได้ทั้งด้านเดียวและสองด้าน



รูปที่ 4-14 แผนผังของโรงงาน บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี



รูปที่ 4-15 แผนผังกระบวนการผลิต บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

ขั้นตอนถัดมาเป็นการตัดไม้เพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบ โดยการนำไม้ที่ได้เตรียมไว้แล้วมาทำการตัดให้ได้ขนาดตรง โค้ง เว้าตามรูปแบบชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการ หากเป็นชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ที่ตรงก็นำไปยังเครื่องติดขอบข้าง แต่หากชิ้นส่วนที่ต้องการทำให้โค้งมนก็นำแผ่นไม้ที่ปิดผิวเรียบร้อยแล้วไปเข้าเครื่องขึ้นรูป (Molding) ให้ได้ขนาดและรูปร่างตามที่ออกแบบไว้แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องห่อโค้ง

(Postforming) หรือนำแผ่นไม้ที่ทำการขึ้นรูปแล้วมาปิดขอบ (Edging) พีวีซี ด้วยเครื่องติดขอบ (Edging Machine)

ไม้ที่ได้รูปร่างตามที่ต้องการแล้วถูกจะนำไปเจาะรู คว้านรู รวมถึงใส่เดือยต่าง ๆ เพื่อช่วยให้โครงสร้างเฟอร์นิเจอร์มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น มีการทดลองประกอบเป็นเฟอร์นิเจอร์สำเร็จเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และขั้นตอนสุดท้ายคือการบรรจุภัณฑ์ คือทำการห่อหุ้มแผ่นไม้และองค์ประกอบทั้งหมดของเฟอร์นิเจอร์ด้วยกระดาษลูกฟูก แผ่นโฟม หรือ บับเบิ้ล ก่อนบรรจุลงกล่องเพื่อป้องกันสินค้าจากความเสียหายต่าง ๆ โดยใช้ปริมาณของบรรจุภัณฑ์ให้น้อยที่สุด รวมทั้งเพื่อสะดวกในการการขนส่ง และให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า

4.3.2 การสำรวจความคิดเห็นชุมชน

คณะผู้วิจัยได้สำรวจชุมชนในพื้นที่รอบโรงงานบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี จากนั้นได้จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหามลพิษอากาศและความคิดเห็นเกี่ยวกับโรงงาน และนำไปสอบถามประชาชนที่อยู่รอบโรงงานในรัศมีประมาณ 1 กิโลเมตร (รูปที่ 4-16) เพื่อเก็บข้อมูลความคิดเห็นก่อนการดำเนินการโครงการ โดยมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 35 คน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาฝุ่นละออง (รูปที่ 4-17) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นว่ามีปัญหา (ร้อยละ 83) แต่สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากดอกลำพัน ไม่ใช่จากกิจกรรมของโรงงาน และปัญหามีความรุนแรงในระดับปานกลาง (ร้อยละ 34) ทั้งนี้ ปัญหาพบได้มากในช่วงกลางวัน (ร้อยละ 69) และเกิดขึ้นบ่อยมาก (ร้อยละ 83) ในส่วนผลกระทบต่อสุขภาพนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 26 ระบุว่าปัญหาฝุ่นละอองมีผลทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ อาทิ โรคภูมิแพ้ และร้อยละ 9 ระบุว่ามีผลเสียในด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความรำคาญ

ในด้านปัญหากลิ่น (รูปที่ 4-18) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 26 ระบุว่ามีปัญหากลิ่นเหม็น โดยคาดว่ามีสาเหตุจากหลายแหล่ง อาทิ น้ำเสีย ขยะ การเผาไหม้ อู่ซ่อมรถ เป็นต้น และปัญหามีความรุนแรงในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43) ทั้งนี้ ผู้ตอบส่วนใหญ่ระบุว่าปัญหาพบได้มากในช่วงเวลากลางวัน (ร้อยละ 67) โดยมีความเห็นแตกต่างกันเกี่ยวกับความถี่ที่เกิด ในส่วนผลกระทบต่อสุขภาพนั้นมีผู้ตอบแบบสอบถามเพียงร้อยละ 3 ที่ระบุว่าปัญหากลิ่นมีผลทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพหรือผลเสียด้านอื่น ๆ

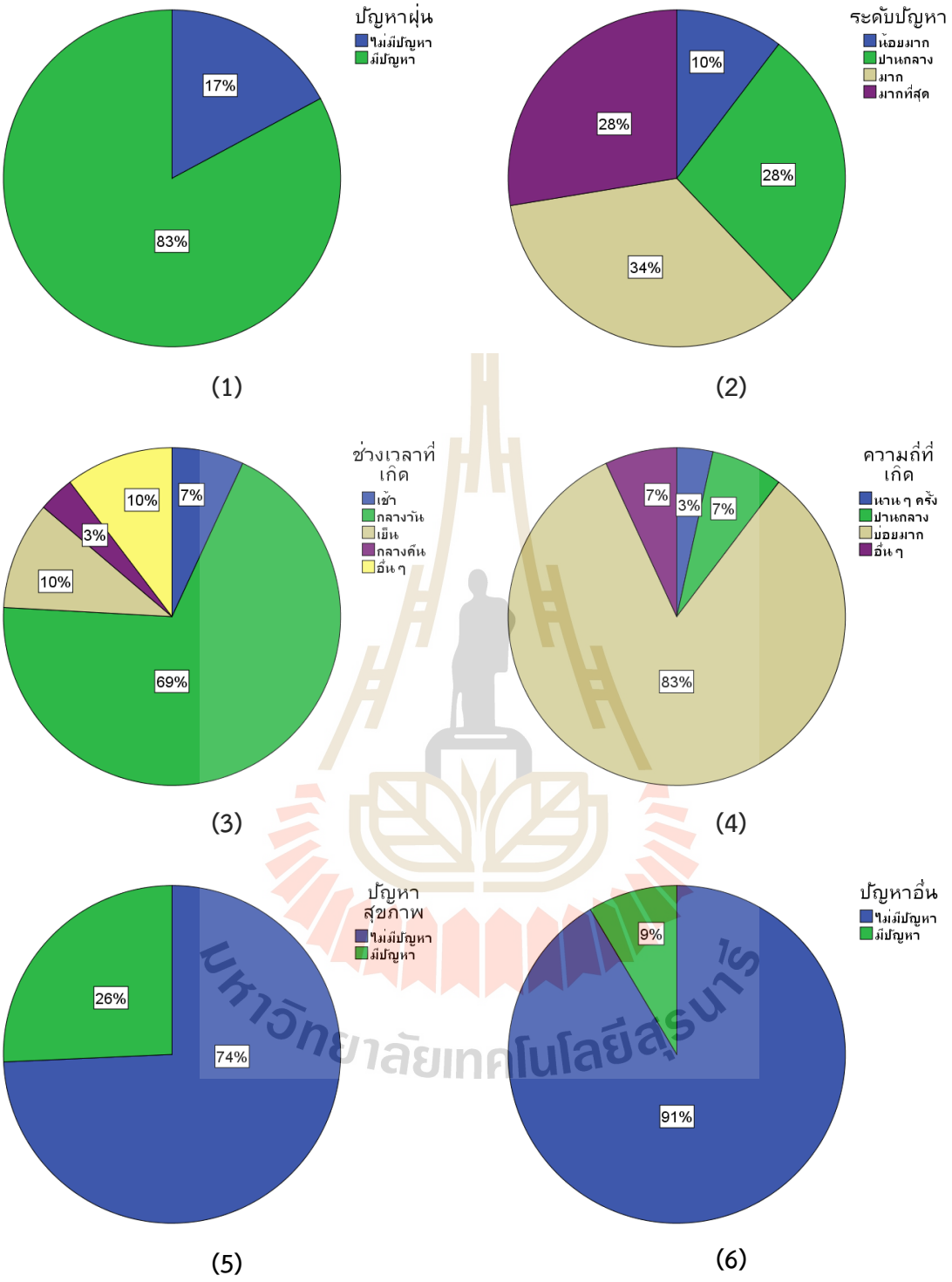
ผลวิเคราะห์ปัญหาเสียงรบกวน (รูปที่ 4-19) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 31 เห็นว่ามีปัญหาซึ่งมาจากหลายสาเหตุ อาทิ การจราจร อู่ซ่อมรถ และคนดื่มสุรา และปัญหามีความรุนแรงในระดับปานกลาง (ร้อยละ 45) โดยส่วนใหญ่เกิดเวลากลางวัน (ร้อยละ 45) และเกิดขึ้นบ่อยมาก (ร้อยละ 55) อย่างไรก็ตาม ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพหรือผลเสียในด้านอื่น

รูปที่ 4-16 จุดเก็บแบบสอบถามประชาชนบริเวณรอบบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

ตารางที่ 4-15 แสดงผลวิเคราะห์ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 1-5 โดย 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด และ 5 = เห็นด้วยมากที่สุด จากตารางเห็นได้ว่าบริษัทได้คะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในด้านการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารหรือประชาสัมพันธ์กับชุมชน การพบปะ พูดคุย หรือสอบถามความคิดเห็นชุมชน และการจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน อย่างไรก็ตาม ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าบริษัทสร้างประโยชน์ให้กับชุมชนในระดับปานกลาง และมีทัศนคติที่ดีต่อบริษัทในระดับปานกลางค่อนไปทางมาก

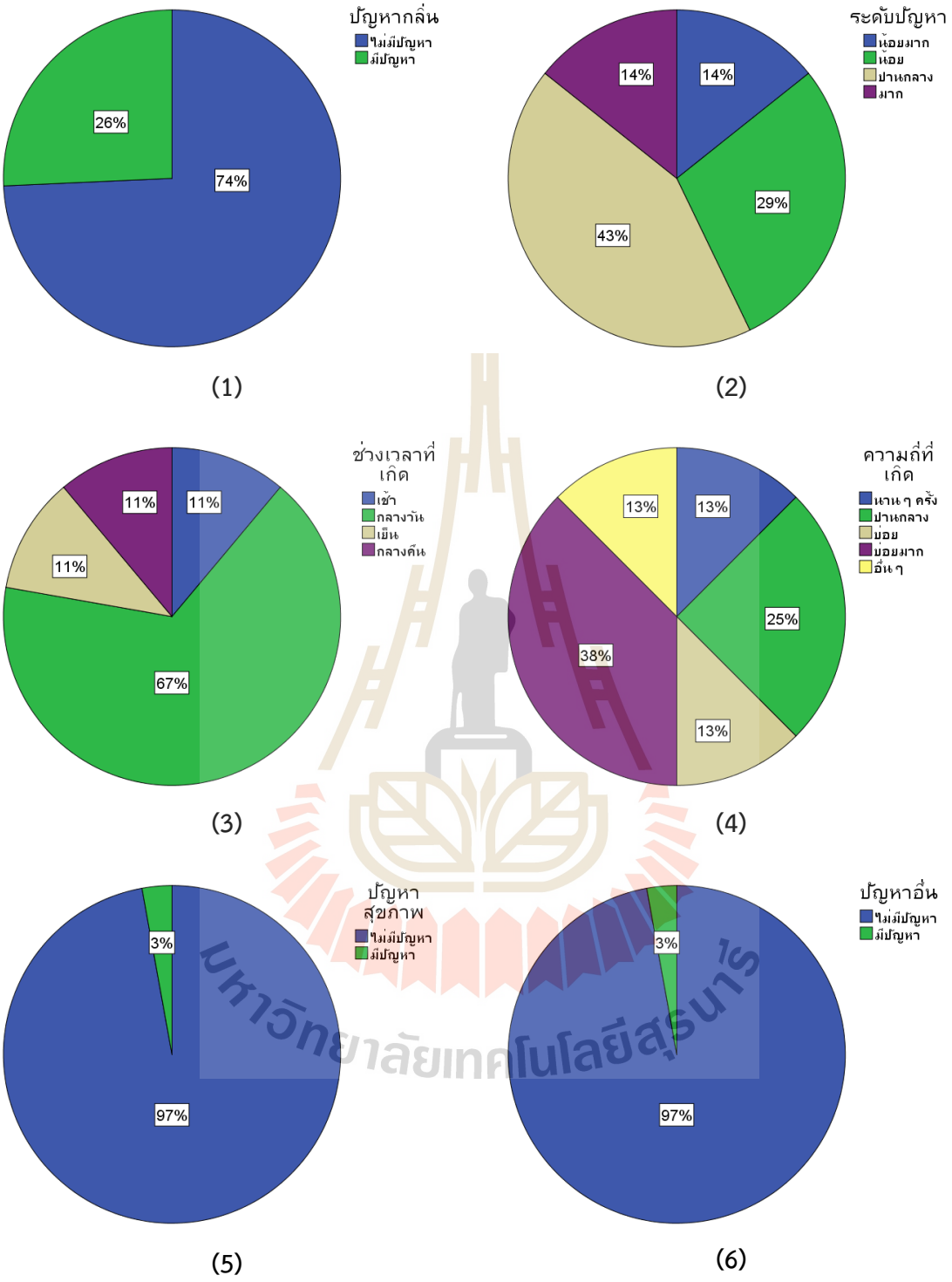
ตารางที่ 4-15 ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

ความเห็นที่มีต่อโรงงาน (คะแนนอยู่ในช่วง 1-5 โดย 5 = เห็นด้วยมาก)	คะแนนเฉลี่ย	S.D.
(1) โรงงานแห่งนี้มีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารหรือการประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนทราบ	1.4	1.1
(2) บุคลากรของโรงงานแห่งนี้มีการพบปะ พูดคุย หรือสอบถามความคิดเห็นกับคนในชุมชน	1.3	1.1
(3) โรงงานแห่งนี้มีการจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์กับคนในชุมชน	1.3	1.0
(4) โรงงานแห่งนี้มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี	1.8	1.3
(5) โรงงานแห่งนี้สร้างประโยชน์ให้กับชุมชน (อาทิ การจ้างงาน ความเจริญของชุมชน ฯลฯ)	3.2	1.7
(6) โรงงานแห่งนี้ทำให้เกิดผลเสียต่อชุมชน (อาทิ มลพิษ ปัญหาสุขภาพ คนงาน การจราจร ฯลฯ)	1.1	0.3
(7) ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อโรงงานแห่งนี้	3.7	1.3



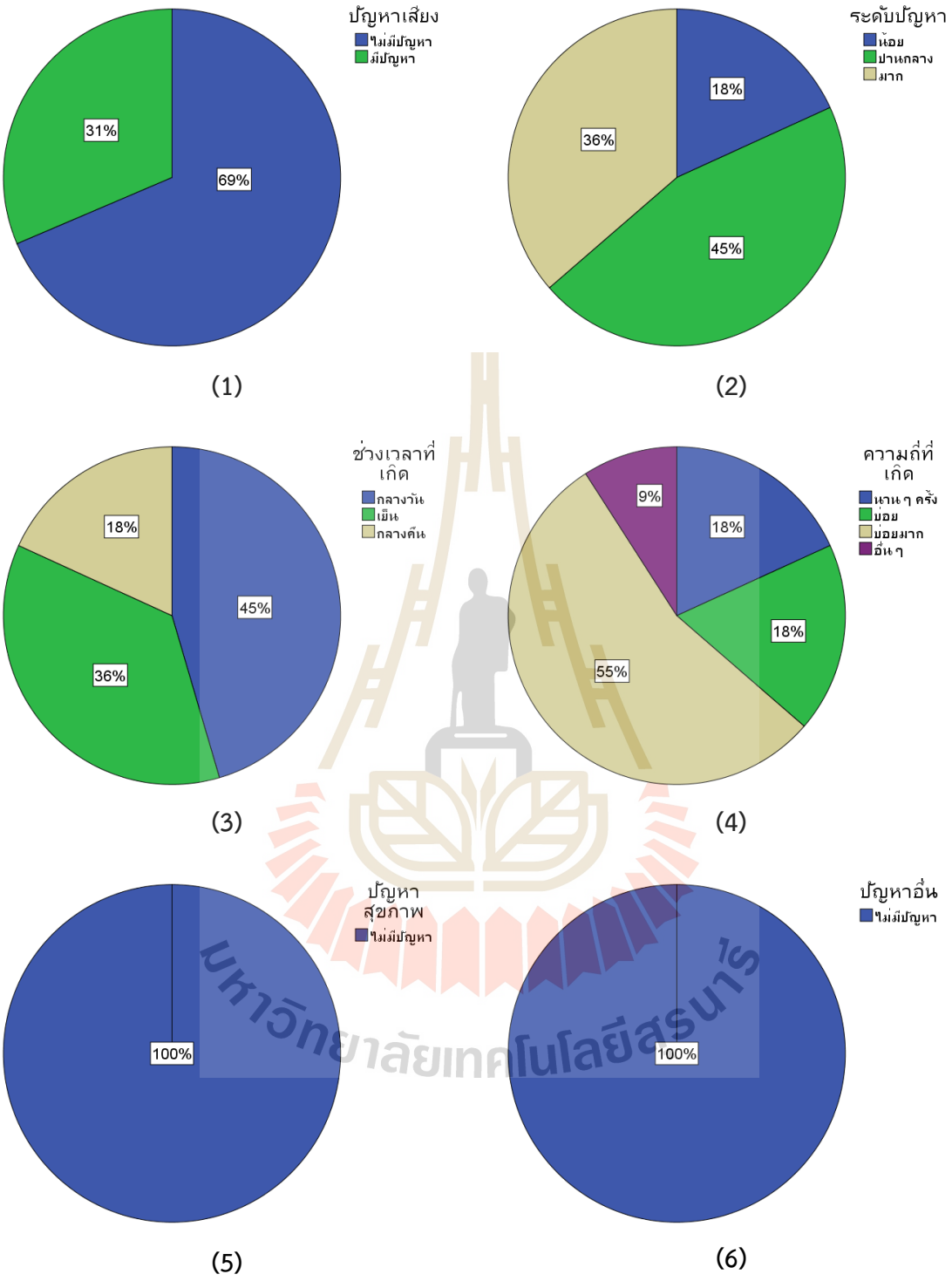
รูปที่ 4-17 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหาฝุ่นละออง (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4-18 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหากลิ่น (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4-19 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหาเสียง (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.3 บัญชีการปล่อยมลพิษ

จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลโรงงานบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี คณะผู้วิจัยได้นำมาจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศ โดยรวมรวมรายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศทั้งหมด และปรึกษาหารือกับบุคลากรของโรงงานเพื่อทำการประเมินระดับนัยสำคัญของแหล่งกำเนิดออกเป็นระดับสูง ปานกลางและต่ำ โดยพิจารณาจากขนาดและความรุนแรงของผลกระทบ ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 รายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

รายการแหล่งกำเนิด	จำนวน	ประเภทแหล่งกำเนิด	มลพิษอากาศที่สำคัญ	ระดับนัยสำคัญ
1. ปล่องระบบไซโคลนชุด B	4	แบบจุด	TSP	สูง
2. ปล่องระบบไซโคลนชุด C	4	แบบจุด	TSP	สูง
3. ปล่องระบบไซโคลนชุด D	4	แบบจุด	TSP	สูง
4. ห้องเก็บฝุ่นจากไซโคลน	2	แบบพื้นที่	TSP	ต่ำ

จากการประเมินได้แหล่งกำเนิดที่มีระดับนัยสำคัญสูงของบริษัทจำนวน 3 รายการ คือปล่องระบายไอเสียจากระบบไซโคลน โดยโรงงานมีไซโคลนอยู่ 3 ชุด ใช้ชื่อว่า ไซโคลน B ,C และ D โดยไซโคลน B จะทำการบำบัดฝุ่นจากเครื่องทำโครง 2 ตัวและเครื่องงานไม้จริง 1 ตัว ไซโคลน C บำบัดฝุ่นจากเครื่องตัดขนาดใหญ่ 2 ตัว และเครื่องตัดแบบใส 4 ตัว และไซโคลน D บำบัดฝุ่นจากเครื่องติดขอบ 7 เครื่อง

การประมาณอัตราการปล่อยมลพิษอากาศจากปล่องของระบบไซโคลนทั้ง 3 ชุด ใช้ข้อมูลผลการวัดอัตราการระบายอากาศเสีย ณ วันที่ 22 กันยายน 2559 ซึ่งเท่ากับ 13.7 ลบ.ม./ชม. และผลการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละออง ณ วันที่ 14 กันยายน 2558 ซึ่งเท่ากับ 9.11 มก./ลบ.ม. นำมาคำนวณได้อัตราการปล่อยมลพิษเท่ากับ 3.46×10^{-5} กรัม/วินาที

4.3.4 การตรวจวัดมลพิษ

(1) มลพิษจากแหล่งกำเนิด

คณะผู้วิจัยได้รวบรวมผลการตรวจวัดมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ ของบริษัทในอดีต ได้ผลดังตารางที่ 4-17 โดยค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ปล่อยจากปล่องมีค่าในช่วง 9.11 – 51.80 มก./ลบ.ม. ไม่เกินค่าที่อนุญาตให้ระบายออกจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม กรณีการผลิตทั่วไปที่ไม่มีการเผาไหม้ ซึ่งกำหนดค่าเท่ากับ 400 มก./ลบ.ม. (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2549)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4-17 ผลการตรวจวัดมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิด บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

วันที่	จุดที่ตรวจวัด	พารามิเตอร์	ค่าที่ได้	หน่วย
14 ส.ค. 2556	เครื่องซอยไม้ (ทำโครง)	Total dust	4.62	mg/m^3
14 ส.ค. 2556	เครื่องตัด A_1	Total dust	4.91	mg/m^3
14 ส.ค. 2556	เครื่อง Recover 322	Total dust	5.62	mg/m^3
14 ส.ค. 2556	ห้องพ่นชิ้นงาน (สาขา 1)	Xylene	1.71	ppm
		Toluene	1.96	ppm
14 ส.ค. 2556	ปล่อง	TSP	51.80	mg/m^3
25 ก.ย. 2557	เครื่อง C1	Total dust	5.68	mg/m^3
25 ก.ย. 2557	เครื่องขัดกระดาษทราย	Total dust	5.91	mg/m^3
25 ก.ย. 2557	ปล่อง	TSP	11.86	mg/m^3
14 ก.ย. 2558	ปล่อง	TSP	9.11	mg/m^3

(2) มลพิษในบรรยากาศ

คณะผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยเลือกการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) 2 จุด คือ จุดที่เป็นตัวแทนพื้นที่ทั่วไปบริเวณภายในเขตรั้วโรงงาน และจุดที่เป็นตัวแทนชุมชนใกล้เคียงโรงงาน คือ บริเวณหมวดการทางนครราชสีมา แขวงการทางนครราชสีมาที่ 1 มีตำแหน่งพิกัด UTM คือ X194020 Y1665767 และแต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่าง 2 วันต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องแบบ Gravimetric Hi-volume ได้ผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4-18 โดยพบว่าผลตรวจวัดในเขตโรงงานและชุมชนใกล้โรงงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.66 และ 27.92 มค.ก/ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปที่มีค่าเท่ากับ 120 มค.ก/ลบ.ม. (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2538)

ตารางที่ 4-18 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

สถานที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มคก./ลบ.ม)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
1. ภายในเขตโรงงาน	5.27	24.04	14.66
2. ชุมชนใกล้โรงงาน - บริเวณหมวดการทางนครราชสีมา	33.62	22.22	27.92

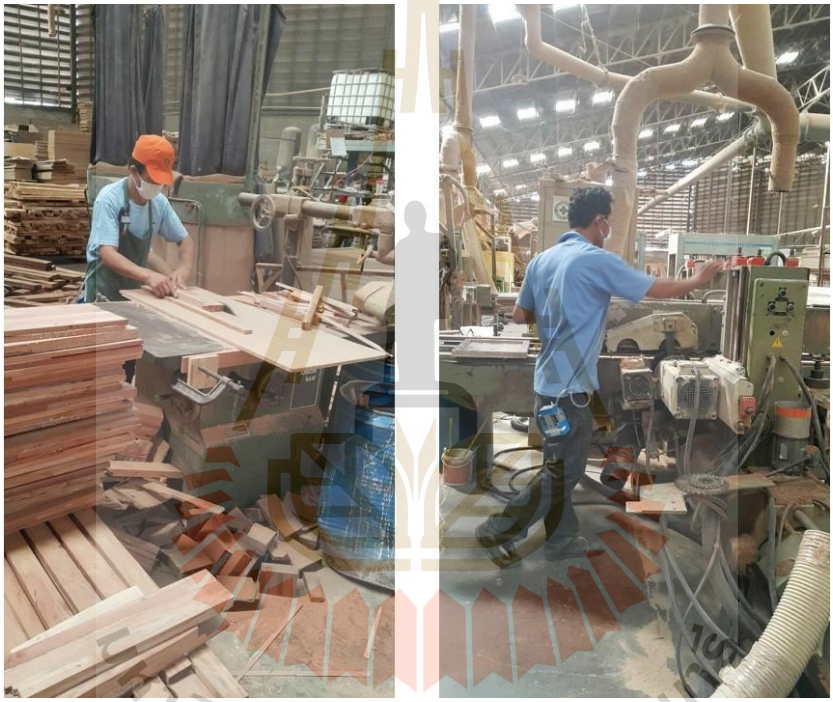
(3) มลพิษที่ตัวบุคคล

คณะผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคล โดยเลือกเก็บตัวอย่างผู้ที่ปฏิบัติงานตัดไม้ 2 จุด ละจุดทำการเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง โดยใช้เครื่องแบบ Personal Sampler ได้ผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4-19 และภาพการติดอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 4-20 โดยพบว่าผลตรวจวัดในระดับฝุ่นในบริเวณที่พนักงานปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ย 1.312 มก./ลบ.ม. ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กที่อาจสูด

เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (respirable dust) ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ซึ่งเทียบเท่าได้กับฝุ่น PM_{10} ที่มีค่าเท่ากับ 5 มก./ลบ.ม. (กระทรวงมหาดไทย, 2520)

ตารางที่ 4-19 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราช

ชื่อบุคคลที่เก็บตัวอย่าง	แผนก/ฝ่าย	จุดเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ลบ.ม)
นายวิเชียร น้อมกลาง	ตัด	จุดตัดไม้ 1	0.644
นายบุญเพ็ง ขาวเรือง	ตัด	จุดตัดไม้ 2	1.979
		ค่าเฉลี่ย	1.312



รูปที่ 4-20 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

4.3.5 การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง

คณะผู้วิจัยเลือกใช้แบบจำลอง SCREEN3 ในการประมาณระดับมลพิษประเภทฝุ่นละอองของบริษัท โดยแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศเป็นปล่องระบายของไซโคลนแบบเดียวกัน 3 ชุด แต่ละชุดเป็น multi-cyclone ต่อแบบขนาน 4 ตัว จึงมีปล่องระบาย 4 ปล่องต่อชุด รวมเป็น 12 ปล่อง แต่เนื่องจากทั้งหมดอยู่ในบริเวณใกล้กันในระยะไม่เกิน 15 เมตร จึงทำการประมาณมลพิษโดยพิจารณาเป็นปล่องเดียวก่อนแล้วจึงนำค่าที่ได้คูณด้วย 12 เพื่อเป็นตัวแทนของทั้ง 12 ปล่อง

การใช้งาน SCREEN3 มีการใส่ข้อมูลแหล่งกำเนิดดังตารางที่ 4-20 และเลือกใช้เสถียรภาพบรรยากาศแบบ A , B, C, E และ F ที่ความเร็วลม 1, 3 ,5 และ 10 เมตร/วินาที มาใช้ในการคำนวณ เพื่อให้ครอบคลุมกับความเร็วลมที่เกิดขึ้นจริงในจังหวัดนครราชสีมา นอกจากนั้น ในส่วนของการกำหนดตำแหน่งระยะห่างจากแหล่งกำเนิดที่จะประมาณระดับมลพิษ คณะผู้วิจัยได้พิจารณาโดยอ้างอิงตำแหน่งของชุมชนใกล้เคียงโรงงาน ตั้งแต่ระยะห่าง 600 เมตร จนถึง 2,000 เมตร รวม 9 ระยะ ทั้งนี้รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงไว้ในเอกสารอื่น (ศิริลักษณ์ ขวางกระโทก และคณะ, 2559)

ตารางที่ 4-20 ข้อมูลแหล่งกำเนิดที่ป้อนเข้าแบบจำลอง SCREEN3 บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

ค่าที่ใส่ในแบบจำลอง SCREEN3	
SOURCE TYPE	POINT
EMISSION RATE (G/S)	3.46×10^{-5}
STACK HEIGHT (M)	10.0000
STACK INSIDE DIAMETER (M)	0.3000
STACK EXIT VELOCITY (M/S)	8.48
STACK GAS EXIT TEMP (K)	303.2
AMBIENT AIR TEMP (K)	301.1
URBAN/RURAL OPTION	URBAN

ผลการประมาณระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไป ณ ตำแหน่งผู้รับทั้ง 9 ระยะห่าง แสดงดังตารางที่ 4-21 โดยพบว่าที่เสถียรภาพบรรยากาศแบบ F และความเร็วลม 1 เมตร/วินาที ที่ระยะห่าง 600 เมตร ซึ่งเป็นที่ตั้งของหมู่บ้านจัดสรรแฮปปี้โฮม มีค่าระดับมลพิษสูงสุดเมื่อเทียบกับระดับเสถียรภาพบรรยากาศและความเร็วลมอื่น ๆ โดยมีความเข้มข้นของมลพิษเท่ากับ 0.00465 มค.ก./ลบ.ม. และเนื่องจากปล่องมีทั้งหมด 12 ปล่อง ดังนั้นจะได้ค่าความเข้มข้นที่ตกในระยะ 600 เมตร เท่ากับ 0.0558 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งเป็นความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมง เมื่อปรับเป็นค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และรายปี ได้เท่ากับ 0.0223 และ 0.0045 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไป ซึ่งเท่ากับ 330 และ 100 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ

4.3.6 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

คณะผู้วิจัยได้พิจารณาข้อมูลผลการสำรวจความคิดเห็นชุมชนบริเวณใกล้เคียงบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี ซึ่งไม่พบว่ามีความเห็นเกี่ยวกับผลกระทบด้านฝุ่นจากโรงงาน มีเพียงปัญหาละอองจากดอกลำพันซึ่งเป็นต้นไม้ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ประกอบกับผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศภายในโรงงานและบริเวณชุมชนมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป จึงไม่มีความจำเป็นในการศึกษาความเสี่ยงทางสุขภาพต่อการได้รับฝุ่นละอองให้กับบุคลากรโรงงานและประชาชนในชุมชนใกล้เคียง

ตารางที่ 4-21 ผลการประมาณระดับความเข้มข้นมลพิษ บริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี

เสถียรภาพ	ความเร็วลม (ม./วินาที)	ระดับความเข้มข้น (มค.ก./ลบ.ม.) ที่ระยะต่าง ๆ								
		600 ม.	680 ม.	800 ม.	1100 ม.	1300 ม.	1400 ม.	1600 ม.	1800 ม.	2000 ม.
A	1	3.50E-04	2.75E-04	2.09E-04	1.47E-04	1.28E-04	1.20E-04	1.08E-04	9.83E-05	9.05E-05
	3	1.17E-04	8.97E-05	6.39E-05	3.27E-05	2.30E-05	1.97E-05	1.51E-05	1.23E-05	1.06E-05
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	1	3.50E-04	2.75E-04	2.09E-04	1.47E-04	1.28E-04	1.20E-04	1.08E-04	9.83E-05	9.05E-05
	3	1.17E-04	8.97E-05	6.39E-05	3.27E-05	2.30E-05	1.97E-05	1.51E-05	1.23E-05	1.06E-05
	5	6.99E-05	5.39E-05	3.83E-05	1.96E-05	1.38E-05	1.18E-05	8.90E-06	6.94E-06	5.56E-06
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	1	7.64E-04	6.04E-04	4.46E-04	2.55E-04	2.00E-04	1.83E-04	1.59E-04	1.44E-04	1.32E-04
	3	2.56E-04	2.02E-04	1.49E-04	8.26E-05	6.08E-05	5.31E-05	4.17E-05	3.38E-05	2.80E-05
	5	1.54E-04	1.21E-04	8.95E-05	4.96E-05	3.65E-05	3.19E-05	2.50E-05	2.03E-05	1.68E-05
	10	7.69E-05	6.07E-05	4.48E-05	2.48E-05	1.82E-05	1.59E-05	1.25E-05	1.01E-05	8.39E-06
D	1	1.60E-03	1.28E-03	9.63E-04	5.56E-04	4.20E-04	3.71E-04	2.99E-04	2.50E-04	2.14E-04
	3	5.39E-04	4.32E-04	3.24E-04	1.86E-04	1.40E-04	1.24E-04	9.94E-05	8.21E-05	6.94E-05
	5	3.24E-04	2.59E-04	1.94E-04	1.12E-04	8.42E-05	7.44E-05	5.97E-05	4.93E-05	4.16E-05
	10	1.63E-04	1.30E-04	9.73E-05	5.59E-05	4.21E-05	3.72E-05	2.99E-05	2.47E-05	2.08E-05
E	1	4.58E-03	3.82E-03	3.01E-03	1.89E-03	1.49E-03	1.34E-03	1.11E-03	9.42E-04	8.15E-04
	3	1.57E-03	1.30E-03	1.02E-03	6.38E-04	5.01E-04	4.50E-04	3.73E-04	3.16E-04	2.73E-04
	5	9.50E-04	7.87E-04	6.17E-04	3.85E-04	3.01E-04	2.71E-04	2.24E-04	1.90E-04	1.64E-04
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	1	4.65E-03	3.87E-03	3.04E-03	1.91E-03	1.50E-03	1.35E-03	1.11E-03	9.45E-04	8.17E-04
	3	1.58E-03	1.31E-03	1.03E-03	6.41E-04	5.03E-04	4.52E-04	3.73E-04	3.17E-04	2.74E-04
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3.7 แผนจัดการคุณภาพอากาศ

เมื่อวิเคราะห์ผลการศึกษาที่ได้จากการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี พบว่าไม่มีประเด็นปัญหามลพิษอากาศที่มีนัยสำคัญสูงหรือควรดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน แผนจัดการคุณภาพอากาศที่เสนอจึงเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการคุณภาพอากาศโดยทั่วไปที่เหมาะสมกับสภาพของโรงงาน โดยแบ่งเป็น 5 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

(1) การดูแลสภาพทั่วไปของโรงงาน

- ควรมีการทำความสะอาดบริเวณเครื่องจักรและพื้นที่การผลิตอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดการสะสมของฝุ่นละอองจากการตัดและเจาะไม้ และเพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับขึ้นมาในอากาศ
- ควรมีการดูแลความสะอาดถนนภายในพื้นที่โรงงานอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากมีการตกหล่นของดินที่ติดมากับล้อรถ จึงต้องมีการเก็บกวาดและล้างถนนเพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่น
- ถนนภายในโรงงานควรมีการออกแบบการระบายน้ำที่ดีเพื่อไม่ให้มีน้ำสะสม เนื่องจากเมื่อน้ำแห้งจะเหลือตะกอนที่เป็นฝุ่นฟุ้งกระจายได้ในภายหลัง

- ในบริเวณที่มีลมแรงควรพิจารณาจัดให้มีแนวกันลม เช่น แนวต้นไม้ หรือกำแพงกันลม เพื่อลดความเร็วของลมและช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง
- ในกรณีที่ทำได้ ควรจัดให้ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดฝุ่นให้อยู่ห่างจากขอบเขตรั้วโรงงาน เพื่อให้เกิดพื้นที่กันชน (buffer zone) ระหว่างแหล่งกำเนิดของโรงงานกับพื้นที่นอกรั้วโรงงานซึ่งเป็นชุมชนหรือถนนสาธารณะ

(2) การเก็บรักษาและขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

- การกองวัสดุไว้กลางแจ้งควรมีการปิดคลุมเพื่อป้องกันลมพัดฝุ่นฟุ้งกระจาย และป้องกันการถูกชะล้างโดยน้ำฝนซึ่งจะทำให้เกิดน้ำเสียและปัญหากลิ่นรบกวน
- วัตถุดิบที่มีลักษณะเป็นผงหรือฟุ้งกระจายได้ต้องเก็บให้มิดชิดและมีขั้นตอนในการใช้งานที่ไม่เกิดการฟุ้งกระจาย
- สารเคมีที่ระเหยง่าย เช่น กาว ควรมีฝาปิดอย่างเหมาะสม และมีขั้นตอนในการใช้งานที่ทำให้การระเหยเกิดน้อยที่สุด
- การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบควรวางแผนให้น้อยครั้งที่สุด เพื่อลดโอกาสในการฟุ้งกระจายของฝุ่น และควรทำในระบบปิด

(3) กระบวนการผลิตและการควบคุมมลพิษอากาศ

- ในกรณีที่ทำได้ ควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นระบบปิดในขั้นตอนการผลิตที่มีการเกิดฝุ่นละอองหรือมลพิษอากาศ
- ควรจัดให้มีระบบควบคุมมลพิษอากาศ ณ จุดที่เป็นแหล่งกำเนิดอย่างเพียงพอ ได้แก่ จุดที่มีการตัดไม้และการเจาะรู โดยดูดอากาศเสียผ่านเครื่องควบคุมที่เหมาะสมก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งระบบควบคุมมลพิษอากาศควรมีการออกแบบอย่างถูกหลักวิชาการโดยผู้ที่มีความรู้ และมีการเดินระบบอย่างถูกต้องเหมาะสม
- ควรจัดให้มีการตรวจวัดมลพิษอากาศจากปล่องของระบบไซโคลนทั้ง 3 ชุด เป็นประจำทุกปี
- ควรจัดการเศษไม้ที่เหลือจากกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยทำการรวบรวมและขายต่อเพื่อได้รายได้กลับคืนมา

(4) การฝึกอบรมพนักงาน

- พนักงานควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อมและแนวทางในการลดการเกิดของเสีย อาทิ วิธีการทำงานที่ดี วิธีการป้องกันมลพิษ

(5) การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน

- ควรพิจารณาจัดโครงการเกี่ยวกับการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนโดยรอบโรงงาน เพื่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ทั้งสองทาง ทั้งด้านการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการ และการรับฟังความเห็นหรือข้อร้องเรียนจากประชาชน

4.4. ผลการศึกษา โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.4.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงงาน

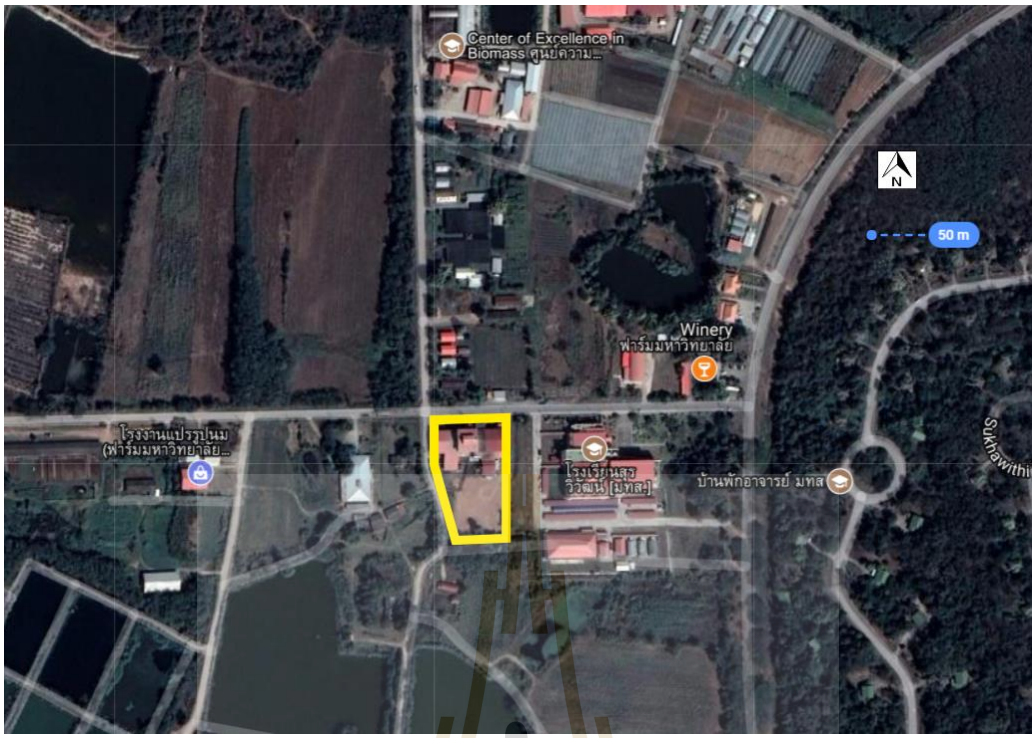
โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตำแหน่งกัด UTM ที่ X177234 Y1648242 ประกอบกิจการผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูปประเภทโคเนื้อและโคนม เป็นตัวแทนของโรงงานขนาดเล็กในการศึกษานี้

โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. มีประสิทธิภาพการผลิตประมาณ 10 ตัน/ชั่วโมง พื้นที่โรงงานประกอบไปด้วย ส่วนคลังวัตถุดิบ ส่วนของกระบวนการผลิต และส่วนคลังสินค้าสำเร็จรูป ขอบเขตพื้นที่โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ แสดงดังรูปที่ 4-21 และแผนผังของโรงงานแสดงในรูปที่ 4-22

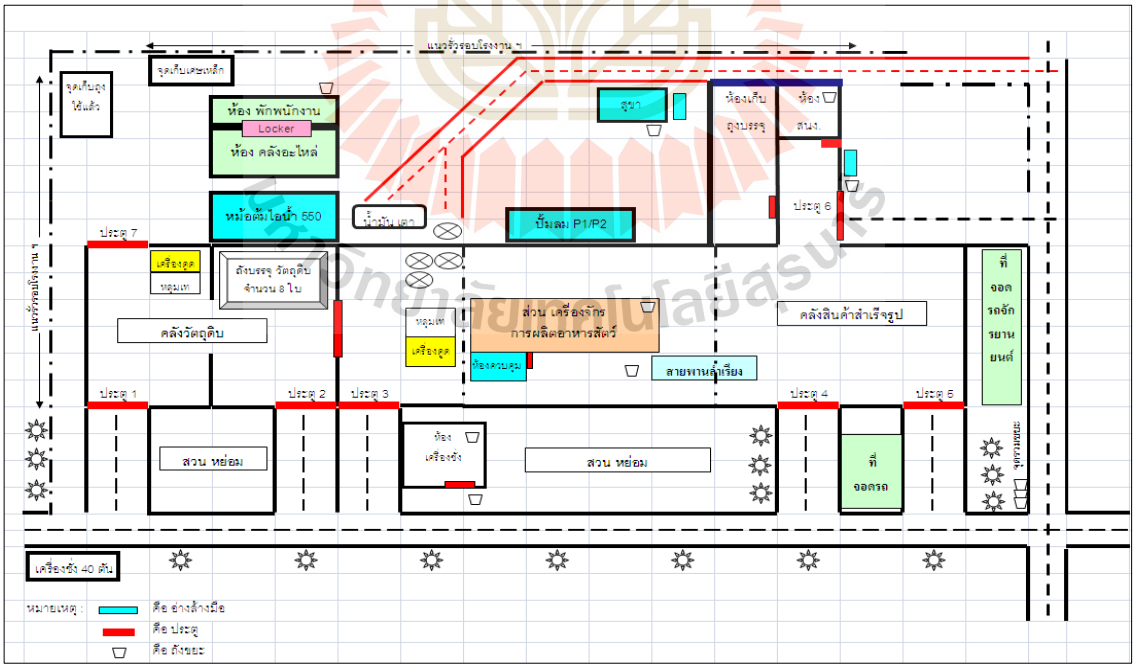
กระบวนการผลิตของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. มีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

(1) การรับวัตถุดิบ

ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์จะมีการใช้วัตถุดิบ ทั้งวัตถุดิบที่แปรรูปแล้ว และยังไม่ได้แปรรูป สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้ คือ การจัดเก็บวัตถุดิบ เพื่อรอการผลิตไม่ให้เกิดวัตถุดิบค้าง สำหรับโรงงานผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์ วัตถุดิบที่ใช้เกือบทั้งหมดเป็นวัตถุดิบสดที่ไม่ผ่านการแปรรูป สามารถเก็บได้เพียงช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น หากเก็บวัตถุดิบไว้นานจะเกิดการย่อยสลาย และเกิดเชื้อรา แบคทีเรีย ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อันจะนำไปสู่ผลกระทบต่อสัตว์ที่บริโภคอาหารสัตว์ได้ และเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็น



รูปที่ 4-21 ขอบเขตพื้นที่โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. (กรอบสีเหลือง) และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบ



รูปที่ 4-22 แผนผังของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.

(2) การบด

การบดวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความจำเป็นกรณีที่วัตถุดิบอาหารสัตว์มีขนาดใหญ่และไม่ละเอียด เช่น เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดข้าวโพด มันเส้น และปลายข้าว โดยวัตถุดิบเหล่านี้จะต้องนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดอาหาร โดยหลักการแล้วการบดวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้ละเอียดนั้นจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้มากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ง่ายขึ้น และช่วยให้อาหารเม็ดที่อัดออกมามีความหนาแน่นและยึดตัวดีขึ้น

(3) การผสมวัสดุอาหาร (mixing)

การผสมวัตถุดิบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อาศัยการทำงานของเครื่องจักร โดยการเทวัตถุดิบลงในเครื่องผสม ซึ่งจุดมุ่งหมายของการผสมวัสดุอาหารก็เพื่อให้วัสดุอาหารที่กำหนดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสมคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกัน วัสดุอาหารทุกชนิดกระจายตามเนื้อของส่วนผสมอย่างทั่วถึง

(4) การอัดเม็ด (pelleting)

การอัดเม็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้รับการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันได้เปลี่ยนรูปมาเป็นอาหารเม็ดซึ่งจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมแก่การนำมาให้สัตว์กินเนื่องจากอาหารเม็ดมีความจุแน่น ทำให้สัตว์สามารถกินอาหารได้มากขึ้น หรือได้รับธาตุอาหารมากขึ้น นอกจากนี้การอัดเม็ดยังช่วยให้อาหารสุก เนื่องจากมีความร้อนเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ ความชื้นของวัสดุและการควบคุมสถานการณ์ทางกายภาพเป็นสิ่งสำคัญสำหรับคุณภาพของเม็ด ความร้อน เวลาการเติมน้ำและปริมาณ ไอน้ำทั้งหมดเป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องสำหรับรูปเม็ด นอกจากนี้เส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาก็มีผลกระทบต่อ ความแข็ง คุณภาพของเม็ด

(5) การบรรจุ (packing)

หลังจากอาหารแห้งและมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องแล้ว จึงพร้อมที่จะได้รับการบรรจุเข้าหีบห่อ เพื่อเก็บหรือจำหน่ายต่อไป วัสดุที่ใช้ควรมีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันความชื้นไม่ให้ซึมผ่านเข้า สัมผัสกับอาหารได้ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารเสื่อมคุณภาพเร็ว

4.4.2 การสำรวจความคิดเห็นชุมชน

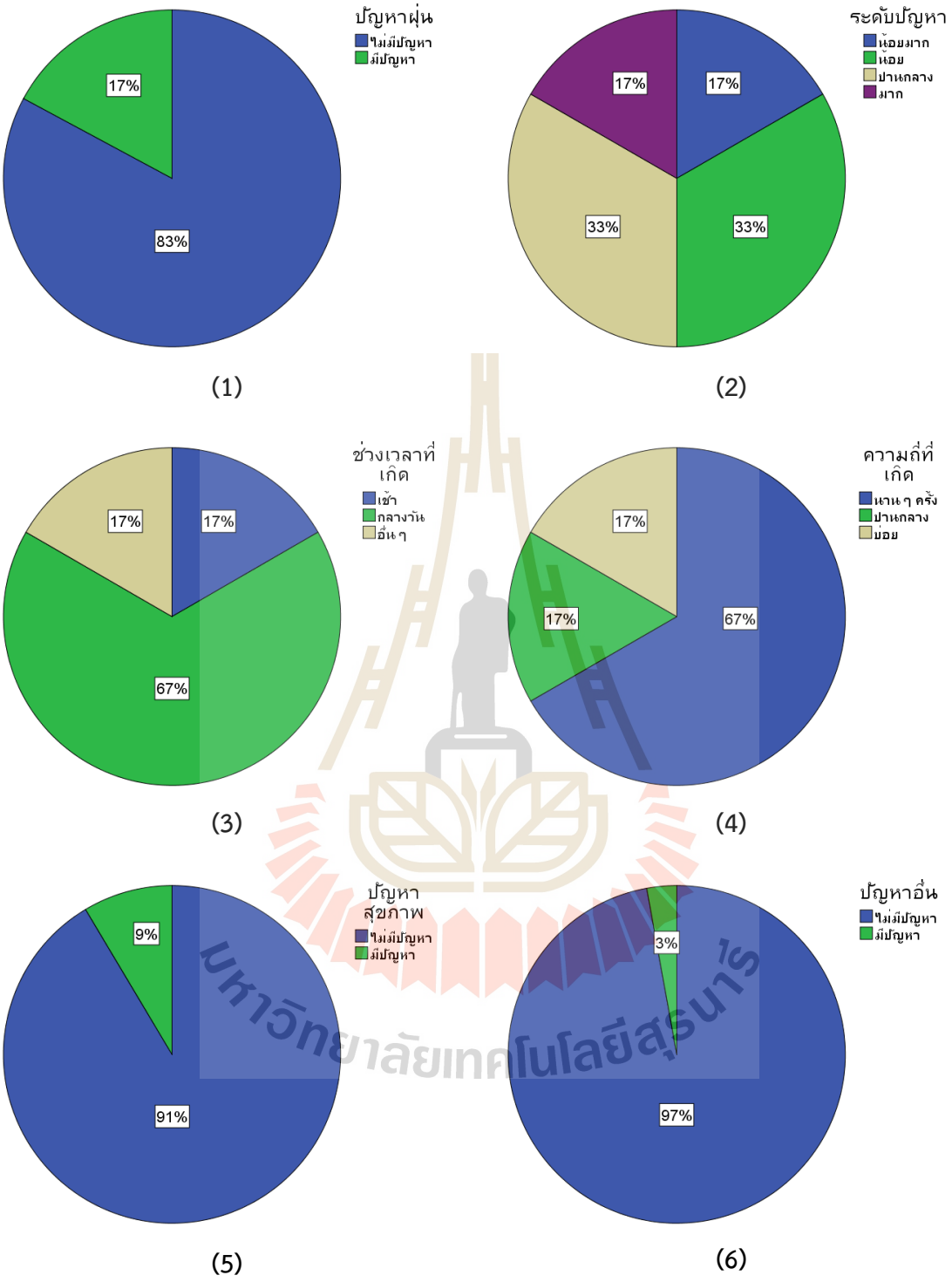
คณะผู้วิจัยได้สำรวจชุมชนในพื้นที่รอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. จากนั้นได้จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหามลพิษอากาศและความคิดเห็นเกี่ยวกับโรงงาน และนำไปสอบถามประชาชนที่อยู่รอบโรงงานในรัศมีประมาณ 1 กิโลเมตร (รูปที่ 4-23) เพื่อเก็บข้อมูลความคิดเห็นก่อนการดำเนินการโครงการ โดยมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 35 คน

รูปที่ 4-23 จุดเก็บแบบสอบถามประชาชนบริเวณรอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.

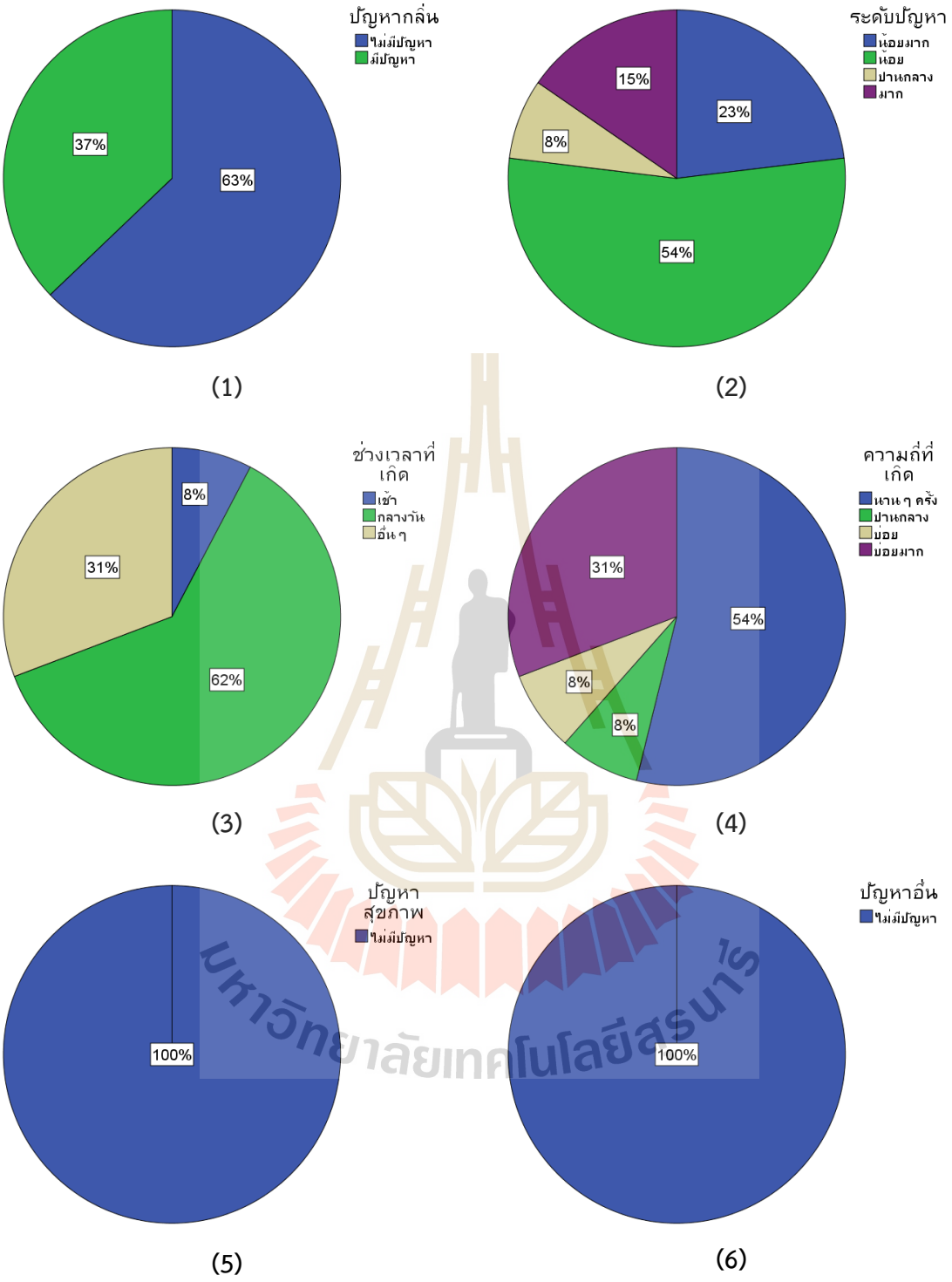
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาฝุ่นละออง (รูปที่ 4-24) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 17 ตอบว่ามีปัญหาฝุ่นละอองทั่วไปและฝุ่นจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์ และระบุว่าปัญหามีความรุนแรงในระดับน้อยถึงปานกลางในสัดส่วนร้อยละ 33 เท่ากัน ทั้งนี้ พบปัญหาในช่วงกลางวันเป็นหลัก (ร้อยละ 67) และเกิดขึ้นเพียงนาน ๆ ครั้งเท่านั้น (ร้อยละ 67) ในส่วนผลกระทบต่อสุขภาพนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 9 ระบุว่ามีผลทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ และร้อยละ 3 ระบุว่ามีผลเสียในด้านอื่น ๆ คือ ก่อให้เกิดความรำคาญ

ในด้านปัญหากลิ่น (รูปที่ 4-25) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ37 เห็นว่ามีปัญหากลิ่นเหม็นและระบุแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง อาทิ วัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์และน้ำเสีย และปัญหามีความรุนแรงในระดับน้อย (ร้อยละ 54) ทั้งนี้ ผู้ตอบให้ความเห็นว่าปัญหาพบได้มากในช่วงเวลากลางวัน (ร้อยละ 62) และส่วนใหญ่ตอบว่าเกิดเพียงนาน ๆ ครั้งเท่านั้น (ร้อยละ 54) ในส่วนผลกระทบต่อสุขภาพ ผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนระบุว่าปัญหากลิ่นไม่มีผลทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพหรือมีผลเสียในด้านอื่น ๆ

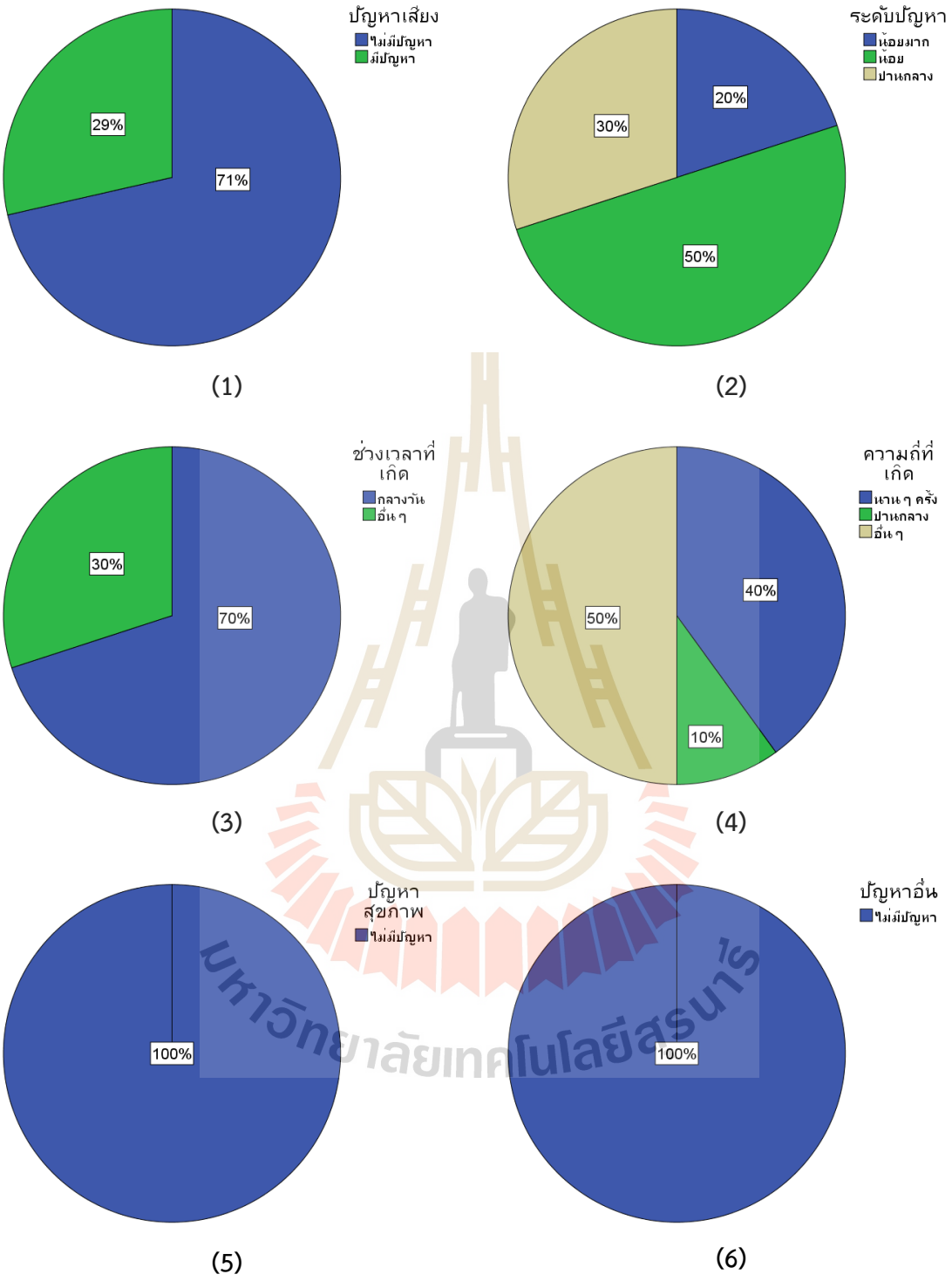
ผลวิเคราะห์ปัญหาเสียงรบกวน (รูปที่ 4-26) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 29 เห็นว่ามีปัญหาเสียงดังจากกระบวนการผลิตและเครื่องจักร และครึ่งหนึ่งของผู้ตอบระบุว่าปัญหามีความรุนแรงในระดับน้อย โดยปัญหาส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70) เกิดในช่วงกลางวัน ส่วนความถี่ที่เกิด ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50) ตอบว่าเกิดขึ้นเมื่อมีการดำเนินกระบวนการผลิต นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพหรือผลเสียในด้านอื่น ๆ



รูปที่ 4-24 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหาฝุ่นละออง (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.



รูปที่ 4-25 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหากลิ่น (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.



รูปที่ 4-26 ผลแบบสอบถาม (1) ปัญหาเสียง (2) ระดับของปัญหา (3) ช่วงเวลาที่เกิดปัญหา (4) ความถี่ที่เกิดปัญหา (5) ปัญหาสุขภาพ และ (6) ปัญหาอื่น ๆ ของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4-22 แสดงผลวิเคราะห์ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 1-5 โดย 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด และ 5 = เห็นด้วยมากที่สุด จากตารางเห็นได้ว่าโรงงานได้คะแนนเฉลี่ยต่ำในด้านการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารหรือประชาสัมพันธ์กับชุมชน การพบปะ พูดคุย หรือสอบถามความคิดเห็นชุมชน และการจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน ส่วนคะแนนด้านการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและคะแนนทัศนคติของชุมชนต่อโรงงานก็อยู่ในเกณฑ์ต่ำเช่นกัน

ตารางที่ 4-22 ความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามบริเวณรอบโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.

ความเห็นที่มีต่อโรงงาน (คะแนนอยู่ในช่วง 1-5 โดย 5 = เห็นด้วยมาก)	คะแนนเฉลี่ย	S.D.
(1) โรงงานแห่งนี้มีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารหรือการประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนทราบ	1.2	0.8
(2) บุคลากรของโรงงานแห่งนี้มีการพบปะ พูดคุย หรือสอบถามความคิดเห็นกับคนในชุมชน	1.3	0.8
(3) โรงงานแห่งนี้มีการจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์กับคนในชุมชน	1.2	0.8
(4) โรงงานแห่งนี้มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี	2.4	1.4
(5) โรงงานแห่งนี้สร้างประโยชน์ให้กับชุมชน (อาทิ การจ้างงาน ความเจริญของชุมชน ฯลฯ)	1.8	1.3
(6) โรงงานแห่งนี้ทำให้เกิดผลเสียต่อชุมชน (อาทิ มลพิษ ปัญหาสุขภาพ คนงาน การจราจร ฯลฯ)	1.5	0.8
(7) ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อโรงงานแห่งนี้	2.5	1.6

4.4.3 บัญชีการปล่อยมลพิษ

จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. คณะผู้วิจัยได้จัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศ และปรึกษาหารือกับบุคลากรของโรงงานเพื่อทำการประเมินระดับนัยสำคัญของแหล่งกำเนิด โดยพิจารณาจากขนาดและความรุนแรงของผลกระทบ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-23 ทั้งนี้ การเทวัตถุดิบและการใช้ระบบถุงกรองมีการใช้งานในช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น จึงประเมินแหล่งกำเนิดทั้ง 3 รายการให้มีระดับนัยสำคัญต่ำ ส่วนปล่องไอเสียจากหม้อน้ำมีระดับนัยสำคัญปานกลาง

ตารางที่ 4-23 รายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.

รายการแหล่งกำเนิด	ประเภทแหล่งกำเนิด	มลพิษอากาศที่สำคัญ	ระดับนัยสำคัญ
1. จุดรับวัตถุดิบ	แบบพื้นที่	TSP	ต่ำ
2. ปล่องจากระบบถุงกรอง 1	แบบจุด	TSP	ต่ำ
3. ปล่องจากระบบถุงกรอง 2	แบบจุด	TSP	ต่ำ
4. ปล่องไอเสียจากหม้อไอน้ำ	แบบจุด	TSP, SO_2, NO_2	ปานกลาง

4.4.4 การตรวจวัดมลพิษ

(1) มลพิษจากแหล่งกำเนิด

โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. ไม่มีข้อมูลเดิมของผลการตรวจวัดมลพิษจากแหล่งกำเนิด และไม่ได้มีการตรวจวัดเพิ่มเติมในการศึกษานี้

(2) มลพิษในบรรยากาศ

คณะผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยเลือกการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) 2 จุด คือ จุดที่เป็นตัวแทนพื้นที่ทั่วไปบริเวณภายในเขตโรงงาน และจุดที่เป็นตัวแทนชุมชนใกล้เคียงโรงงาน คือ บ้านพักบุคคลากร มีตำแหน่งพิกัด UTM คือ X178120 Y1647924 และแต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่าง 2 วันต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องแบบ Gravimetric Hi-volume ได้ผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4-24 โดยพบว่าผลตรวจวัดในเขตโรงงานและชุมชนใกล้โรงงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.22 และ 44.09 มค.ก/ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปที่มีค่าเท่ากับ 120 มค.ก/ลบ.ม. (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2538)

ตารางที่ 4-24 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.

สถานที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มคก./ลบ.ม)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
1. ภายในเขตโรงงาน	32.08	24.36	28.22
2. ชุมชนใกล้โรงงาน - บริเวณบ้านพักบุคลากร	21.20	66.97	44.09

(3) มลพิษที่ตัวบุคคล

คณะผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคล โดยเลือกเก็บตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานที่จุดควบคุมกากน้ำตาล และผู้ปฏิบัติงานที่จุดบรรจุอาหารสัตว์ รวม 2 จุด แต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง โดยใช้เครื่องแบบ Personal Sampler ได้ผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4-25 และภาพการติดอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 4-27 โดยพบว่าผลตรวจวัดในระดับฝุ่นในบริเวณที่พนักงานปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ย 0.930 มก./ลบ.ม. ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (respirable dust) ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ซึ่งเทียบเท่าได้กับฝุ่น PM_{10} ที่มีค่าเท่ากับ 5 มก./ลบ.ม. (กระทรวงมหาดไทย, 2520)

ตารางที่ 4-25 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส.

ชื่อบุคคลที่เก็บตัวอย่าง	แผนก/ฝ่าย	จุดเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ลบ.ม)
นางสวย ผลจะบก	ควบคุมส่วนผสม	จุดควบคุมกากน้ำตาล	0.564
นายดำรง เขตตะครุ	บรรจุ	จุดบรรจุอาหารสัตว์	1.296
		ค่าเฉลี่ย	0.930

(ก) (ข)

รูปที่ 4-27 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตัวบุคคล โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. ((ก) จุดควบคุมกากน้ำตาล และ (ข) จุดบรรจุอาหารสัตว์)

4.4.5 การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง

จากการพิจารณาบัญชีการปล่อยมลพิษของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษส่วนใหญ่มีนัยสำคัญต่ำ คณะผู้วิจัยเห็นว่าไม่มีความจำเป็นต้องทำการประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง

4.4.6 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

คณะผู้วิจัยได้พิจารณาข้อมูลผลการสำรวจความคิดเห็นชุมชนบริเวณใกล้เคียงโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. ซึ่งพบว่ามีความเห็นเกี่ยวกับผลกระทบด้านฝุ่นจากโรงงานเพียงร้อยละ 17 และเกิดขึ้นนาน ๆ ครั้ง ประกอบกับผลการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศภายในโรงงานและบริเวณชุมชนมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป จึงไม่มีความจำเป็นในการศึกษาความเสี่ยงทางสุขภาพต่อการได้รับฝุ่นละอองให้กับบุคลากรโรงงานและประชาชนในชุมชนใกล้เคียง

4.4.7 แผนจัดการคุณภาพอากาศ

เมื่อวิเคราะห์ผลการศึกษาที่ได้จากการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์ม มทส. พบว่าไม่มีประเด็นปัญหามลพิษอากาศที่มีนัยสำคัญสูงหรือควรดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน แผนจัดการคุณภาพอากาศที่เสนอจึงเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการคุณภาพอากาศโดยทั่วไปที่เหมาะสมกับโรงงาน โดยแบ่งเป็น 4 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

(1) การดูแลสภาพทั่วไปของโรงงาน

- ควรมีการทำความสะอาดบริเวณเครื่องจักรและพื้นที่การผลิตอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดการสะสมของฝุ่นละอองประเภทวัตถุดิบอาหารสัตว์ และเพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับขึ้นมาในอากาศ
- ควรมีการดูแลความสะอาดถนนบริเวณพื้นที่โรงงานอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากมีการตกหล่นของวัตถุดิบอาหารสัตว์และดินที่ติดมากับล้อรถ จึงต้องมีการเก็บกวาดและล้างถนนเพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่น

(2) การเก็บรักษาและขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

- วัตถุดิบประเภทส่วนผสมของอาหารสัตว์ซึ่งมีลักษณะฟุ้งกระจายง่ายได้ต้องเก็บให้มิดชิดและมีขั้นตอนในการใช้งานที่ไม่เกิดการฟุ้งกระจาย
- การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบควรวางแผนให้น้อยครั้งที่สุด เพื่อลดโอกาสในการฟุ้งกระจายของฝุ่น และควรทำในระบบปิด

(3) กระบวนการผลิตและการควบคุมมลพิษอากาศ

- ในกรณีที่ทำได้ ควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นระบบปิดในขั้นตอนการผลิตที่มีการเกิดฝุ่นละอองหรือมลพิษอากาศ
- ควรจัดให้มีระบบควบคุมมลพิษอากาศที่หม้อไอน้ำ โดยให้ไอเสียผ่านเครื่องควบคุมที่เหมาะสม อาทิ ระบบ wet scrubber ก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อลดความเข้มข้นของฝุ่นละอองและ SO_2 ซึ่งระบบควบคุมมลพิษอากาศควรมีการออกแบบอย่างถูกหลักวิชาการโดยผู้ที่มีความรู้ และมีการเดินระบบอย่างถูกต้องเหมาะสม

(4) การฝึกอบรมพนักงาน

- พนักงานควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อมและแนวทางในการลดการเกิดของเสีย อาทิ วิธีการทำงานที่ดี วิธีการป้องกันมลพิษ

(5) การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน

- ควรพิจารณาจัดโครงการเกี่ยวกับการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนโดยรอบโรงงาน เพื่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ทั้งสองทาง ทั้งด้านการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการ และการรับฟังความเห็นหรือข้อร้องเรียนจากประชาชน

4.5. การประเมินผลการนำแนวทางไปปฏิบัติ

แนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียวที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้สามารถนำไปปฏิบัติในโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย โดยคณะผู้วิจัยพบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลกับการดำเนินการคือความสนใจของผู้บริหารของโรงงาน ทั้งนี้ โรงงานที่เข้าร่วมโครงการทั้ง 3 แห่ง แม้ว่าจะสามารถจัดการการปล่อยมลพิษโดยไม่เกินมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด และไม่ได้สร้างผลกระทบกับชุมชนโดยรอบ แต่ผู้บริหารได้เล็งเห็นความจำเป็นของการปรับปรุงการดำเนินการให้ดียิ่งขึ้น จึงตกลงเข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้ ในทางตรงข้าม หากผู้บริหารพิจารณาเพียงระยะสั้นหรือแบบผิวเผินแล้ว การดำเนินการในแนวทางอุตสาหกรรมสีเขียวไม่ช่วยสร้างผลกำไรทางตรงต่อบริษัท และยังทำให้บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายและทรัพยากร อาทิ ค่าตรวจวัดมลพิษ ค่าก่อสร้างและเดินระบบควบคุมมลพิษ และเวลาและบุคลากรที่ต้องใช้ไปกับการดำเนินการ เป็นต้น

ในด้านระดับความละเอียดในการดำเนินการ จากผลการทดลองปฏิบัติพบว่าทุกโรงงานควรมีการดำเนินการในขั้นที่ 1-4 ได้แก่ การเก็บข้อมูลพื้นฐาน การสำรวจความคิดเห็นชุมชน การจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษ และการตรวจวัดมลพิษ หลังจากนั้นควรพิจารณาความจำเป็นและระดับความละเอียดในการดำเนินการขั้นที่ 5 และ 6 คือ การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง และการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ ตามลำดับ ก่อนจะดำเนินการในขั้นตอนสุดท้ายคือ ขั้นที่ 7 การจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ ตัวอย่างการพิจารณาการดำเนินการขั้นที่ 5-6 สำหรับการศึกษานี้ คือ โรงงานบริษัทอุตสาหกรรมแป้งโคราชซึ่งเป็นโรงงานขนาดกลางที่มีแหล่งกำเนิดหลากหลายและหลายแหล่งมีนัยสำคัญสูง การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง AERMOD มีความจำเป็นเพราะจะช่วยประเมินผลกระทบกับชุมชนในพื้นที่โดยรอบ อีกทั้งให้ข้อมูลสำหรับใช้ในขั้นตอนต่อไป และจากการพิจารณาความเห็นชุมชนและผลการประมาณมลพิษทำให้คณะผู้วิจัยเลือกทำการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพด้วย ถัดมา กรณีโรงงานบริษัทนีสเทิร์น อินดัสทรี เป็นโรงงานขนาดกลางที่มีเพียงแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบจุดและสามารถใช้แบบจำลองอย่างง่าย คือ SCREEN3 ประเมินผลกระทบเบื้องต้นได้ และเมื่อประเมินจากผลการศึกษาในขั้น 1-4 แล้วไม่มีความจำเป็นในการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ ส่วนกรณีสุดท้ายคือ โรงผลิตอาหารสัตว์ มทส. เป็นโรงงานขนาดเล็กที่แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศมีนัยสำคัญไม่สูง มีผลกระทบโดยรวมน้อย จึงยกเว้นไม่ดำเนินการทั้งการใช้แบบจำลองและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

ด้านความพร้อมของข้อมูลและบุคลากร คณะผู้วิจัยพบว่าการดำเนินการตามแนวทางที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถดำเนินการได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับข้อมูลเดิมของโรงงานว่ามีมากหรือน้อย เนื่องจากการดำเนินการตามแนวทางเป็นการเริ่มเก็บข้อมูลจากข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลพื้นฐาน แล้วสร้างแผนการจัดการของโรงงานขึ้นจากข้อมูลที่มี อย่างไรก็ตาม เมื่อดำเนินการไปอย่างต่อเนื่อง โรงงานก็จะเริ่มมีข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้นตามลำดับ ส่วนความพร้อมของบุคลากรโรงงาน สามารถสร้างได้โดยตั้งคณะทำงานของโรงงาน ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นหัวหน้าคณะ และมีเจ้าหน้าที่ด้านอื่น อาทิ ด้านการผลิต หรือด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ร่วมเป็นคณะทำงาน และต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้จัดการโรงงานหรือผู้บริหาร นอกจากนี้ หากสามารถขอความร่วมมือทางวิชาการจากสถาบันการศึกษาก็จะช่วยในการสนับสนุนการทำงานของบุคลากรโรงงานได้

ด้านปัญหาหรืออุปสรรคในการนำแนวทางไปปฏิบัติ คณะผู้วิจัยพบปัญหาการเปลี่ยนบุคลากรของโรงงานผู้รับผิดชอบในการร่วมโครงการ เนื่องจากการลาออก ทำให้การดำเนินงานและการประสานงานกับฝ่ายต่าง ๆ ของทางโรงงานมีความล่าช้าเกิดขึ้น นอกจากนั้น ด้วยข้อจำกัดด้านบุคลากรของคณะผู้วิจัย การดำเนินการศึกษาตามแนวทางที่พัฒนาขึ้นกับโรงงานที่ร่วมในการศึกษาทั้ง 3 แห่ง ให้มีความสมบูรณ์จึงใช้เวลามากกว่าที่ได้วางแผนไว้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ทำการศึกษาเพื่อจัดทำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว โดยเน้นการดำเนินการที่พิจารณาครอบคลุมตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายของมลพิษอากาศ เพื่อให้ได้แนวทางการจัดการคุณภาพอากาศที่โรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม และนำไปสู่การอยู่ร่วมกับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

ผลการพัฒนาแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศของโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว ได้แนวทางซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่

1) การสำรวจเก็บข้อมูลโรงงาน
2) การสำรวจความคิดเห็นของชุมชน
3) การจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษ
4) การตรวจวัดมลพิษ
5) การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง
6) การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ
7) การจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดสำหรับให้บุคลากรของโรงงานนำไปประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสม

การทดลองนำแนวทางไปปฏิบัติกับโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ได้ทำการคัดเลือกเบื้องต้นจากขนาดโรงงาน จำนวนคนงาน ลักษณะมลพิษที่เกิดขึ้น และประวัติการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือการร้องเรียน และคัดเลือกในขั้นสุดท้ายจากการเข้าสำรวจลักษณะแหล่งกำเนิดและความร่วมมือของผู้บริหาร ซึ่งผลการคัดเลือกได้โรงงานเข้าร่วมโครงการ 3 แห่ง ดังนี้

1) บริษัท อุตสาหกรรมแป้งโคราช จำกัด ตำบลหนองจะบก อำเภอเมือง
2) บริษัท นีสเทิร์น อินดัสทรี จำกัด ตำบลจอหอ อำเภอเมือง
3) โรงผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง

ผลการทดลองนำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศไปปฏิบัติจริง สามารถดำเนินการได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ โดยได้ผลเป็นข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อโรงงานที่ร่วมโครงการและเป็นตัวอย่างสำหรับโรงงานอื่น ๆ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้

ผลการประเมินการทดลองปฏิบัติ พบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลกับการดำเนินการคือผู้บริหารของโรงงานซึ่งมีความสนใจและให้การสนับสนุน ส่วนด้านระดับความละเอียดในการดำเนินการ ทุกโรงงานควรมีการดำเนินการในขั้นที่ 1-4 และ 7 ได้แก่ การเก็บข้อมูลพื้นฐาน การสำรวจความคิดเห็นชุมชน การจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษ การตรวจวัดมลพิษ และการจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ ส่วนการดำเนินการขั้นที่ 5 และ 6 คือ การประมาณมลพิษด้วยแบบจำลอง และการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ ควรพิจารณาตามความจำเป็นโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นอื่น ๆ นอกจากนี้ พบว่าการดำเนินการตามแนวทางที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถดำเนินการได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูลเดิม โดยบุคลากรที่ดำเนินการควรเป็นลักษณะของคณะทำงานที่ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง

ข้อจำกัดที่สำคัญของการศึกษาครั้งนี้คือ เนื่องจากการทดลองปฏิบัติตามแนวทางที่พัฒนาขึ้นได้มุ่งเน้นให้บุคลากรของโรงงานเป็นผู้ดำเนินการในส่วนของการสำรวจและรวบรวมข้อมูล โดยได้รับคำแนะนำจากคณะผู้วิจัย ทำให้ปริมาณผลการศึกษาและรายละเอียดของแต่ละโรงงานมีความแตกต่างกัน และในหลายประเด็นข้อมูลยังไม่มีความชัดเจนเท่าที่ควร อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวก็สะท้อนความเป็นจริงของการนำแนวทางไปใช้งาน ซึ่งความสมบูรณ์ของผลการดำเนินงานขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ของโรงงานแต่ละแห่ง

นอกจากนี้ ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงของบุคลากรของโรงงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารให้เป็นผู้รับผิดชอบในการร่วมโครงการ และข้อจำกัดด้านบุคลากรของคณะผู้วิจัยเอง ทำให้การดำเนินการกับโรงงานทั้ง 3 แห่ง ใช้เวลามากกว่าที่ได้วางแผนไว้ และดำเนินการเสร็จในเวลาแตกต่างกัน คณะผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนการนำเสนอผลการศึกษาจากเดิมที่วางแผนเป็นรูปแบบการสัมมนาเป็นการส่งรายงานการวิจัยให้กับแต่ละโรงงานเมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นแทน

5.2. ข้อเสนอแนะ

1) การศึกษาในอนาคตควรพิจารณาการนำแนวทางการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก ตามแนวคิดอุตสาหกรรมสีเขียว ไปทดลองปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อประเมินผลการดำเนินการและนำมาปรับปรุงแนวทางให้ดียิ่งขึ้น
2) เมื่อโรงงานดำเนินการตามแผนการจัดการคุณภาพอากาศที่ได้แล้ว ควรพิจารณากระบวนการในการติดตามผล ทั้งในด้านการลดการปล่อยมลพิษและด้านความคิดเห็นของชุมชนที่มีต่อโรงงาน เพื่อให้เกิดกลไกการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและไม่สิ้นสุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

กระทรวงมหาดไทย. (2520). **ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี).** ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 94 ตอนที่ 64 พ.ศ. 2520.

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2561). **โครงการอุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry).** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://green.industry.go.th/news.php?lang=th

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2549). **ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน.** ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 123 ตอนพิเศษ 125 ง พ.ศ. 2549.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2543). **การจัดการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพมหานคร.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2538). **ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป.** ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 42 ง พ.ศ. 2538.

นพภาพร พานิช และแสงสันต์ พานิช. (2544). **แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพภาพร พานิช แสงสันติ์ พานิช วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ วิจิตรา จงวิศาล และวราวุธ เสือดี. (2547). **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ**. กรุงเทพมหานคร: กรมโรงงานอุตสาหกรรม.

พงษ์พัฒน์ สุขเกษม. (2558). **การจัดการคุณภาพอากาศของโรงงานโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศร่วมกับแนวทางเทคโนโลยีสะอาด.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วราวุธ เสือดี. (2551). **เอกสารประกอบการบรรยายรายวิชา วล.631.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี. (2555). **ความเป็นมาโครงการอุตสาหกรรมสีเขียว.** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://ipc4.dip.go.th/LinkClick.aspx?fileticket=p%2BUi2Rd5nOc%3D&tabid=249

วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก. (2553). **การใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ: กรณีศึกษา อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม), คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม, ภาควิชาสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ พัฒนา มูลพฤกษ์ และธำรงค์รัตน์ มุ่งเจริญ. (2541). **การป้องกันและควบคุมมลพิษ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ ขวางกระโทก สุรางคณา อินชู และธีรานุช ทัพเกาะกริก. (2559). **การประมาณระดับมลพิษอากาศจากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ด้วยแบบจาลอง SCREEN3.** โครงงานวิชา 532481 โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภาคการศึกษาที่ 1/2559.

สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ. (2555). **อุตสาหกรรมสีเขียวสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.masci.or.th/intelligence_news_details_th.php?id=910

สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม, (2547) **“เทคโนโลยีสะอาด : Clean Technology.” หลักปฏิบัติเทคโนโลยีที่สะอาด** สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

สฤษดิ์ โคตุละ. (2554). **บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สิรวิชญ์ เดชธรรม. (2555). **ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ.** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.gotoknow.org/blogs/posts/437663.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2551). **คู่มือการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศประกอบในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพมหานคร.

Charinpanitkul, T. and Tanthapanichakoon, W. (2011). **Deterministic model of open-space dust removal system using water spray nozzle: Effects of polydispersity of water droplet and dust particle. Separation and purification technology**, 77(3), 382-388.

Cong, X., Yang, S., Cao, S., Chen, Z., Dai, M., and Peng, S. (2012). **Effect of aggregate stockpile configuration and layout on dust emissions in an open yard. Applied Mathematical Modelling**, 36(11), 5482-5491.

Malone, G., Van Wicklen, G., Collier, S., and Hansen, D. (2006). **Efficacy of vegetative environmental buffers to capture emissions from tunnel ventilated poultry houses**. Proceedings of the Workshop on Agricultural Air Quality. Washington D.C., U.S.A., 2006, pp. 875-878.

ประวัติผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2535 ระดับปริญญาโทจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ปี พ.ศ. 2537 และระดับปริญญาเอกจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งอิลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2544 ทั้งหมดในด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยในระดับปริญญาเอกได้ศึกษาวิชาเอกทางด้านวิศวกรรมมลพิษอากาศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต มีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งวิศวกรสิ่งแวดล้อม บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ จำกัด และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ก่อนจะเข้าทำงานที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2544 จนถึงปัจจุบัน มีภาระงานหลักในด้านการสอน การวิจัย การให้คำปรึกษา และการบริการวิชาการ โดยงานวิจัยที่สนใจได้แก่ การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชน การควบคุมมลพิษอากาศ และการประยุกต์ใช้สถิติในงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ส่วนในด้านการบริหารและการบริการวิชาการ เคยดำรงตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2553 และเป็นกรรมการฝ่ายวิชาการ คณะกรรมการสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2549 – 2552

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี