รายงาน
การศึกษามลพิษอากาศและการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากเตาเผามูลฝอย

AIR POLLUTION AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF WASTE INCINERATOR

โดย
นางสุกานดา พัดพาดี
นางสาวพนิตา เจริญสุข
นางสาววาสนา ลุนสำโรง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
กุมภาพันธ์ 2560

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเทศบาลนครภูเก็ต และเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งเป็นหน่วยงานกำกับดูแลการประกอบการโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า และความร่วมมือของสถานประกอบการทั้งสองแห่ง และขอขอบคุณ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดภูเก็ต สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา ที่ให้การสนับสนุนและประสานงานอย่างดีในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังมีภาคีเครือข่ายที่ดำเนินงานร่วมกัน และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ และสถาบันไดออกซิน นอกจากนี้ทีมผู้ศึกษาวิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย ทุกท่านที่ช่วยเหลือประสานงาน จัดการงบประมาณ ร่วมลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล และให้ความช่วยเหลือต่างๆ จนกระทั่งผลการศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้วิจัย

กุมภาพันธ์ 2560

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณและการกระจายตัวของมลพิษอากาศจากเตาเผามูลฝอย 2) ศึกษาการรับรู้ถึงผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบเตาเผามูลฝอย 3) ศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน 4) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและประชาชนในชุมชน รูปแบบการศึกษาเป็นการศึกษาภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Study) พื้นที่ศึกษาได้แก่พื้นที่ตั้งเตาเผามูลฝอยที่มีการผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า จำนวน 2 แห่งใน จังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา วิธีการศึกษา 1. ตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (Ambient Air) และในสถานประกอบการ (Indoor Air) 2. สัมภาษณ์ประชาชนโดยรอบที่อาศัยโดยรอบในรัศมี 5 กิโลเมตรถึงการรับรู้ถึงผลกระทบต่อการดำรงชีวิต 3. สัมภาษณ์พนักงานที่ปฏิบัติงานจำนวนแห่งละ 30 คน 4. นำข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของอากาศมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศ **ผลการศึกษา** พบว่าปริมาณและการกระจายตัวของสารมลพิษอากาศโดยรอบชุมชนมีค่าของสารไดออกซิน เพียงชนิดเดียวในพื้นที่จังหวัดสงขลามีปริมาณความเข้มข้นระหว่าง 0.037-0.17 pq-TEQ/m^3) สำหรับการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบ ที่ปฏิบัติงาน 3 จุดได้แก่หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุม และห้องสำนักงาน พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารโลหะหนัก และค่าสารอินทรีย์ระเหยง่าย มีค่าตรวจวัดที่พบแต่ไม่เกินมาตรฐาน และนำค่าปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษที่มีการตรวจพบมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบว่าในจังหวัดภูเก็ต พบเฉพาะสารอินทรีย์ระเหยง่าย มีค่าความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากการรับสัมผัสเบนซีนของผู้ปฏิบัติงานในจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุมระบบ และในห้องสำนักงานคือ 8.88×10^{-6}, 1.53×10^{-5}, และ 1.38×10^{-5} ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1×10^{-6} ถือว่าเป็นค่าความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ สำหรับจังหวัดสงขลาพบความเสี่ยงต่อสุขภาพ เฉพาะในห้องสำนักงาน จากแคดเมียมซึ่งเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งกระดูก และนิเกิล ซึ่งมีผลต่อการเกิดมะเร็งปอด พบว่ามีความเสี่ยง 8.79×10^{-5} และ 1.23×10^{-3} ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ประกอบกับข้อมูลพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันตัวเองในขณะปฏิบัติงานทั้งสองพื้นที่มีค่าเพียง 50-55% ในการใช้อุปกรณ์ปิดจมูก และการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศของประชาชนทั้งสองพื้นที่พบว่ามีความเสี่ยงต่อสุขภาพในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม จากการสอบถามประชาชน ทั้งสองพื้นที่พบว่าผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้ เตาเผามูลฝอยจะได้รับผลกระทบมากกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในระยะไกลออกไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value <0.001) ผลกระทบที่พบมากที่สุดคือการได้รับความเดือดร้อนรำคาญ เรื่องกลิ่นเหม็นและฝุ่นละออง

คำสำคัญ มลพิษอากาศ ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ เตาเผามูลฝอย

Absrtact

Aims of this cross-sectional study is to study the distribution and concentration of air pollution emitted from municipal solid waste (MSW) incinerator; to study the community perception of health impact from the incinerator operation; to study health behavior of municipal solid waste incinerator workers; to assess the workers and community health risk from air pollution (VOCs and heavy metals). Two MSW incineration plants were selected to be sample where located in Phuket and Songkla Province. Ambient and indoor air quality sampling was conduct including VOCs (Benzene Toluene Ethylbenzene, Styrene and Zylene), dioxin, and heavy metals (Cd, AS, Pb). In addition, quality of life perceptions among community in five kilometers radius around the plants were surveyed. Besides, thirty workers of each plant were interviewed. The result showed that dioxin concentration was found in Songkhla plant area at 0.037-0.17pq-TEQ/m^3. Heavy metals and VOCs concentrations were found in control room, office room, and fuel feeding unit, however, the concentration met the National emission standards. The excess Cancer risk (CR) for lifetime exposure to benzene was evaluated. The results suggest a potential cancer risk for life time exposure to benzene from fuel feeding unit, control unit, and office room in Phuket plant are at unacceptable level and increased risk of leukemia at 8.88×10^{-6}, 1.53×10^{-5}, and 1.38×10^{-5} respectively. For the excess cancer risk found that life time exposure to cadmium and nickle in office room are increased for bone cancer and lung cancer at 8.79×10^{-5} and 1.23×10^{-3} respectively. In addition, personal protective equipment in particular face masks are used only 50-55%. Moreover, health risk assessments from air pollution exposure among community member closure to both plants were at acceptable level. However, based on community perception data, the results suggest that the more closure to the plant the more quality of life impact significantly (p-value <0.001) in which the most nuisance effects are from solid waste odor and particulate matter.

Key words: air pollution, health risk assessment, municipal solid waste

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ ..... ข
บทคัดย่อ ..... ค
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 9
1.1 ความเป็นมา 9
1.2 วัตถุประสงค์ 9
1.3 นิยามศัพท์เฉพาะในการศึกษาครั้งนี้ 10
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 10
1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา 11
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 12
2.1 สถานการณ์เกี่ยวกับเตาเผามูลฝอยในประเทศไทย 12
2.2 กระบวนการและเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย 18
2.3 เทคโนโลยีการกำจัดมลพิษอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย 24
2.4 มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ 27
2.4.1 สารประกอบอินทรีย์ (Organic compounds) 29
2.4.2 โลหะหนัก (Heavy Metals) 33
2.4.3 ฝุ่นละออง (Particulate Matter) 39
2.5 การประเมินความเสี่ยง 44
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 45
บทที่ 3 วิธีการศึกษา 50
3.1 การออกแบบงานวิจัย 50
3.2 พื้นที่ศึกษา 50
3.3 ประชากรที่ศึกษา 52
3.4 เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 52
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 57
3.6 จริยธรรมการวิจัย 59
บทที่ 4 ผลการศึกษา 60

4.1 ข้อมูลทั่วไปของ โครงการเตาเผามูลฝอย....60
4.1.1 จังหวัดภูเก็ต....60
4.1.2 พื้นที่จังหวัดสงขลา....62
4.2 การศึกษาปริมาณมลพิษอากาศจากโรงงานเตาเผามูลฝอย....63
4.2.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบริเวณที่ปฏิบัติงาน (Workplace /Indoor Air)....63
4.2.2 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ....65
4.3 พฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย....70
4.3.1 จังหวัดภูเก็ต....70
4.3.2 จังหวัดสงขลา....73
4.4 การรับรู้ถึงผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า..77
4.4.1 พื้นที่จังหวัดภูเก็ต....77
4.4.2 พื้นที่จังหวัดสงขลา....83
4.5 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศ....89
4.5.1 ความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต....91
4.5.2 ความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา....94
4.5.3 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนในชุมชน....96
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และอภิปรายผล....98
เอกสารอ้างอิง....101
ภาคผนวก ก ผลการกระจายตัวของมลพิษอากาศด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์....108
ภาคผนวก ข แบบสอบถามลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบ....129
ภาคผนวก ค แบบสอบถามพนักงาน....133
ภาคผนวก ง การรับรองโครงการวิจัยและหนังสือยินยอมเข้าร่วมการศึกษา....136

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2 - 1 รายชื่อโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงขยะ (Municipal Waste) ในประเทศไทย....13
ตารางที่ 2 - 2 รายชื่อเตาเผามูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข....14
ตารางที่ 2 - 3 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาชนิดตะกรับ....19
ตารางที่ 2 - 4 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาชนิดหมุน....20
ตารางที่ 2 - 5 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบด....21
ตารางที่ 2 - 6 การควบคุมมลพิษจากเตาเผามูลฝอย และความสามารถในการกำจัดมลพิษแต่ละชนิด....24
ตารางที่ 2 - 7 ข้อดีและข้อจำกัดของไซโคลน....25
ตารางที่ 2 - 8 ข้อดีและข้อจำกัดของถุงกรอง....25
ตารางที่ 2 - 9 ข้อดีและข้อจำกัดของสครับเบอร์....26
ตารางที่ 2 - 10 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่อง ESP....27
ตารางที่ 2 - 11 สิ่งคุกคามและมลพิษที่อาจเกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอยชุมชน....27
ตารางที่ 2 - 12 สิ่งคุกคามและมลพิษจากเตาเผามูลฝอยชุมชนที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง....28
ตารางที่ 2 - 13 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของปรอท....35
ตารางที่ 2 - 14 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของนิกเกิล....36
ตารางที่ 2 - 15 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของตะกั่ว....37
ตารางที่ 2 - 16 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของทองแดง....38
ตารางที่ 2 - 17 การระบายสารโลหะหนักเข้าสู่บรรยากาศจากการเผาขยะมูลฝอยทั่วโลก....39
ตารางที่ 2 - 18 สรุป มลพิษอากาศ กับค่า ตัวชี้วัดการรับสัมผัสจากการทำงาน และค่า BEIs....41

ตารางที่ 3 - 1 สรุปเครื่องมือที่ใช้ กลุ่มตัวอย่างและขนาดตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล....57

ตารางที่ 4- 1 ความเข้มของโลหะหนักภายในสถานที่ปฏิบัติงาน....63
ตารางที่ 4- 2 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายในสถานที่ปฏิบัติงานภายในโครงการ....64
ตารางที่ 4- 3 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในบรรยากาศ ของพื้นที่ทั้งสองจังหวัด....66
ตารางที่ 4- 4 ข้อมูลพฤติกรรมของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต....71
ตารางที่ 4- 5 ข้อมูลพฤติกรรมของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา....74
ตารางที่ 4- 6 ข้อมูลทั่วไปของประชาชนพื้นที่จังหวัดภูเก็ต....77
ตารางที่ 4- 7 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น พื้นที่จังหวัดภูเก็ต (n=400)....79
ตารางที่ 4- 8 ข้อมูลทั่วไปของประชาชนพื้นที่จังหวัดสงขลา....83
ตารางที่ 4- 9 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น พื้นที่จังหวัดสงขลา (n=400)....85
ตารางที่ 4- 10 แสดงการแทนค่า และคำนวณตามสูตรประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ จังหวัดภูเก็ต....92
ตารางที่ 4- 11 แสดงค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานโครงการเตาเผามูลฝอย ในจังหวัดภูเก็ต....94
ตารางที่ 4- 12 แสดงการแทนค่า และคำนวณตามสูตรประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ จังหวัดสงขลา....95

ตารางที่ 4- 13 แสดงค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานโครงการเตาเผามูลฝอย ที่ศึกษาในจังหวัดสงขลา.....96
ตารางที่ 4- 14 แสดงการแทนค่า และคำนวณตามสูตรสุขภาพจากมลพิษอากาศของประชาชนในชุมชนจังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสงขลา 97

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การเจริญเติบโตของชุมชนเมืองในประเทศไทย ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชน โดยสถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทยในปัจจุบัน ชี้ให้เห็นว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จากรายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่ามีปริมาณขยะมูลฝอย ถึง 26.85 ล้านตัน ได้รับการจัดการอย่างถูกต้องเพียง 8.34 ล้านตัน ที่เหลือเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เพียง 4.94 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ขยะเหล่านี้เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อใช้วิธีจัดการไม่ถูกต้องจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหากลิ่นเหม็น น้ำเสีย มลพิษจากน้ำชะขยะปนเปื้อนออกสู่แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม ไปจนถึงมลพิษทางอากาศจากการเผาขยะมูลฝอยในที่โล่งหรือไฟไหม้ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เช่น กรณี บ่อขยะ ขององค์การบริหารส่วนตำบลแพรกษา จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งลักลอบนำกากอุตสาหกรรมและขยะทิ้งเกินกำหนด จนเกิดปฏิกิริยาเคมีไฟลุกไหม้ครั้งใหญ่ สร้างความเสียหายและมลภาวะเป็นวงกว้างเมื่อเดือนมีนาคม 2557 จึงได้มีการกำหนดให้เป็นวาระเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหามีการจัดทำแผน โดยมาตรการหนึ่งที่นำมาใช้ในการจัดการคือส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและพัฒนาพลังงานทางเลือก โดยสนับสนุนและสร้างมาตรการจูงใจเพื่อให้นโยบายการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2557) ซึ่งการเผาขยะในอุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าจะปลดปล่อยมลพิษอากาศออกมาสู่สิ่งแวดล้อม จากข้อมูล ที่สรุป 15 ประเทศ แสดงให้เห็นว่า ในปี 1995 ประมาณร้อยละ 50 ของไดออกซินที่ระบายเข้าไปในอากาศเกิดจากการเผา (Fiedler H., 1999) การเผาขยะชุมชนถูกระบุว่าเป็นแหล่งปล่อยสารไดออกซินออกสู่อากาศในสัดส่วนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับเตาเผาประเภทอื่น (Ruth E. et al., 1998) ซึ่งสิ่งคุกคามและมลพิษหลักที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย คือ มลพิษทางอากาศ และขี้เถ้าที่มีการปนเปื้อน โดยมลพิษที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของมูลฝอยที่นำเข้าเตาเผา อุณหภูมิ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมมลพิษ ดังนั้นผู้ทำการศึกษาจึงเห็นว่าการศึกษามลพิษอากาศและความเสี่ยงต่อสุขภาพ จะเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การวางมาตรการให้เหมาะสมกับโครงการที่จะเกิดขึ้นเพื่อการจัดการมูลฝอยให้เหมาะสมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาปริมาณและการกระจายตัวของมลพิษอากาศจากโรงงานเตาเผามูลฝอย
2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย
3) เพื่อศึกษาการรับรู้ผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโรงงานเตาเผามูลฝอย
4) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

1.3 นิยามศัพท์เฉพาะในการศึกษาครั้งนี้

มลพิษอากาศ หมายถึง ก๊าซเสีย กลิ่นเหม็น ฝุ่นละออง รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการเผาของเตาเผามูลฝอยชุมชนโดยในการศึกษานี้ ได้แก่

- สารมลพิษอากาศในชุมชน ได้แก่ ฝุ่นละออง ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองรวม (TSP) ก๊าซ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O_3) สารกลุ่มไดออกซิน (ประกอบด้วยไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs) โลหะหนัก ได้แก่ ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) และ ตะกั่ว (Pb)

- สารมลพิษอากาศในสถานประกอบการ ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหยง่ายได้แก่ เบนซีน (Benzene) โทลูอีน (Toluene) เอธิลเบนซิน (Ethylbenzene) ไซลีน (Xylene) สไตรีน (Styrene) และโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) และ ตะกั่ว (Pb) นิเกิล (Ni) แมงกานีส (Mn)

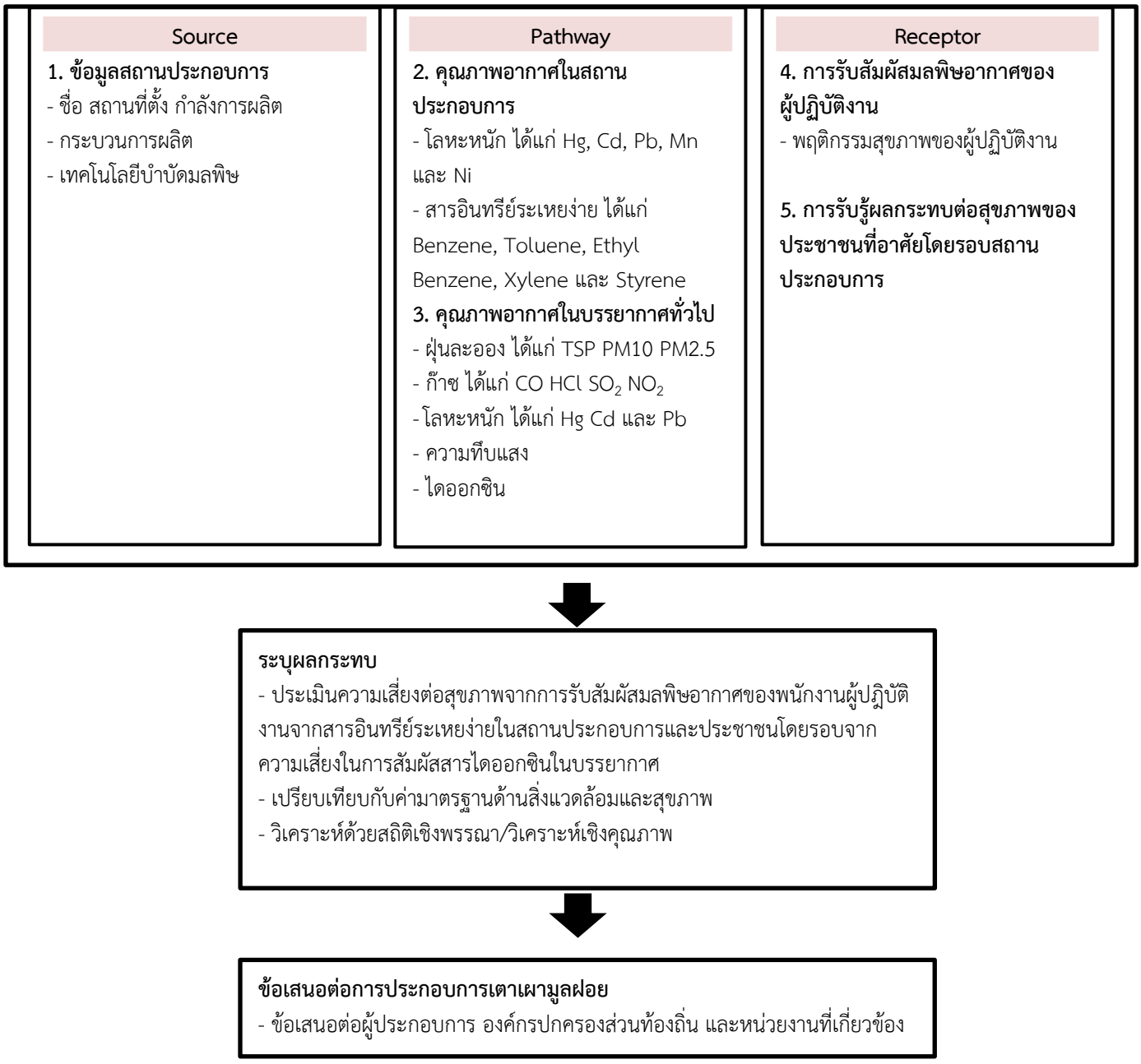
เตาเผามูลฝอย หมายถึง การจัดการมูลฝอยชุมชนโดยวิธีการเผาของเทศบาลที่มอบหมายให้บริษัทเอกชนรับไปดำเนินการตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535ในการศึกษานี้เป็นเตาเผามูลฝอยที่เทศบาลมอบหมายให้เอกชนดำเนินการเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ หมายถึง กระบวนการในการประเมินของความน่าจะเป็นของโอกาสเกิดขึ้นได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับอันตราย (hazard) ของสารเคมีหรือเหตุการณ์นั้น และการได้รับอันตราย (exposure) ของสารเคมีหรือเหตุการณ์นั้นๆ การประเมินความเสี่ยงในสิ่งแวดล้อมได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและเป็นเครื่องมือขั้นต้นในการจัดการความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติ

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงปริมาณสารมลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า และผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลประกอบการจัดทำแนวทางการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพกรณีเตาเผามูลฝอยต่อไป
2) ผลการศึกษาจะนำไปสู่ข้อเสนอต่อการพัฒนานโยบายที่เกี่ยวข้องกับเตาเผามูลฝอยในระดับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือข้อเสนอเพื่อการติดตามตรวจสอบผลกระทบจากโครงการ
3) เป็นข้อมูลให้หน่วยงานต่างๆ นำไปใช้ต่อยอดการศึกษา หรืออ้างอิงได้ต่อไป ในการกำหนดกิจการที่ต้องควบคุมตามมาตรา 54 วรรค 2 ของพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา (Conceptual Framework)



บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการกำหนดกรอบแนวคิดการศึกษา และรวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อศึกษามลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพจากเตาเผามูลฝอย ประกอบด้วย

1. สถานการณ์เกี่ยวกับเตาเผามูลฝอยในประเทศไทย
2. กระบวนการและเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย
3. เทคโนโลยีการกำจัดมลพิษอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย
4. มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ
5. การประเมินความเสี่ยง
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 สถานการณ์เกี่ยวกับเตาเผามูลฝอยในประเทศไทย

เตาเผามูลฝอยในประเทศไทยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดมูลฝอยทั้งที่เป็นมูลฝอยทั่วไป (ขยะชุมชน) มูลฝอยติดเชื้อ และขยะอุตสาหกรรม โดยรายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย ในปี พ.ศ.2556 กรมควบคุมมลพิษ รายงานว่ามีสถานที่กำจัดมูลฝอยด้วยการใช้เตาเผารวมทั้งสิ้นประมาณ 55 แห่ง ในจำนวนนี้เป็นเตาเผาที่ไม่มีระบบกำจัดมลพิษทางอากาศถึง 45 แห่ง

ทั้งนี้ จากการเจริญเติบโตของชุมชนเมืองในประเทศไทย ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชน ประกอบกับทิศทางการกำจัดขยะของประเทศมีแนวโน้มจะกำจัดด้วยเตาเผาขยะ และการแปลงพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาขยะไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า ปัจจุบันจึงมีโรงๆๆฟ้าเชื้อเพลิงขยะเกิดขึ้น โดยจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สกพ.) มีผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้หรือเตาเผาขยะ จำนวน 9 รายการ รายละเอียดการประกอบกิจการเตาเผาขยะ สรุปไว้ใน**ตารางที่ 2-1**

นอกจากจากนี้จากการสำรวจเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ พบว่ามีเตาเผามูลฝอยติดเชื้อสังกัดองค์กรปกครองท้องถิ่นในส่วนภูมิภาคระดับเทศบาลนครและเทศบาลเมือง ได้แก่ เทศบาลนครเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา เทศบาลนครพิษณุโลก จ.พิษณุโลก เทศบาลนครยะลา จ.ยะลา เทศบาลนครสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร อบจ.ปัตตานี จ.ปัตตานี เทศบาลเมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี เทศบาลนครอุดรธานี จ.อุดรธานี อบจ.นนทบุรี จ.นนทบุรี เทศบาลนครขอนแก่น จ.ขอนแก่น เมืองพัทยา จ.ชลบุรี เทศบาลนครภูเก็ต จ.ภูเก็ต อบจ.ชลบุรี จ.ชลบุรี เทศบาลเมืองวารินชำราบ จ.อุบลราชธานี และเตาเผามูลฝอยติดเชื้อสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ที่มีในปัจจุบัน มี 67 แห่ง รายละเอียดดังแสดงใน**ตาราง 2-2**

ตารางที่ 2 - 1 รายชื่อโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงขยะ (Municipal Waste) ในประเทศไทย

ที่	ชื่อสถานประกอบการ	ที่ตั้ง (จังหวัด)	เทคโนโลยี	กำลังผลิต (MW)	วันออกใบอนุญาต	วันที่เริ่มประกอบกิจการ
ภาคเหนือ						
1	บริษัท โรงไฟฟ้าแม่สอด จำกัด	ตาก	Incineration Direct Combustion	1	30-เม.ย.-58	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
2	บริษัท อัลไลแอนซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด	ขอนแก่น	Incineration Direct Combustion	6	21-ก.ย.-59	
ภาคกลาง						
3	บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน)	สระบุรี	Incineration Direct Combustion	60	26 พ.ย. 2554	
4	บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) (โครงการ 60 MW)	สระบุรี	Incineration Direct Combustion	60	18-มิ.ย.-58	29-ก.ค.-58
5	บริษัท ราชบุรี-อีอีพี รีนิวเอเบิ้ล เอนเนอจี้ จำกัด	สมุทรปราการ	Incineration Direct Combustion	9.9	17-มี.ค.-60	30-มิ.ย.-60
6	บริษัท ซีแอนด์จี เอ็นไวรอนเมนทอล โปรเท็คชั่น (ประเทศไทย) จำกัด	กรุงเทพมหานคร	Incineration Direct Combustion	9.8	3-ก.พ.-59	15-มี.ค.-59
ภาคใต้						
7	บริษัท จีเดค จำกัด	สงขลา	Incineration Direct Combustion	6.785	10-ม.ค.-57	30-พ.ค.-57
8	เทศบาลนครภูเก็ต (โรงงานเตาเผาขยะมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต)	ภูเก็ต	Incineration Direct Combustion	2.5	25-มิ.ย.-52	1-ก.ค.-52
9	โครงการโรงเผามูลฝอยชุมชนและผลิตไฟฟ้า เทศบาลนครภูเก็ต	ภูเก็ต	Incineration Direct Combustion	12	27-มี.ค.-55	

ที่มา : คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. รายชื่อผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://app04.erc.or.th/ELicense/Licenser/05_Reporting/504_ListLicensing_Columns_New.aspx?LicenseType=1(วันที่ค้นข้อมูล : 15 มกราคม 2559).

ตารางที่ 2 - 2 รายชื่อเตาเผามูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข

ที่	ชื่อสถานบริการ	ที่ตั้ง	ประเภทสถานบริการ	สถานะการใช้งาน	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ (กก./เดือน)	ความถี่ในการเผา
ภาคเหนือ 17 แห่ง						
1	โรงพยาบาลเวียงแก่น	เชียงราย	โรงพยาบาลชุมชน			
2	โรงพยาบาลสมเด็จพระญาณสังวร	เชียงราย	โรงพยาบาลชุมชน			
3	โรงพยาบาลเชียงแสน	เชียงราย	โรงพยาบาลชุมชน			
4	โรงพยาบาลแม่ฟ้าหลวง	เชียงราย	โรงพยาบาลชุมชน			
5	โรงพยาบาลแม่ลาว	เชียงราย	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	4,320	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
6	โรงพยาบาลดอยเต่า	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน			
7	โรงพยาบาลพร้าว	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน			
8	โรงพยาบาลวัดจันทร์ เฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	112	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
9	โรงพยาบาลสันป่าตอง	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	5,700 (รพ.สต.ในอำเภอสันป่าตอง จำนวน 18 แห่ง)	เผาจันทร์ – เสาร์ (ยกเว้นวันอาทิตย์)
10	โรงพยาบาลเทพรัตนเวชชานุกูล เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน			
11	โรงพยาบาลแม่วาง	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน			
12	โรงพยาบาลแม่ออน	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน			
13	โรงพยาบาลอมก๋อย	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน			
14	โรงพยาบาลดอยหล่อ	เชียงใหม่	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	750	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
15	โรงพยาบาลฝาง	เชียงใหม่	โรงพยาลทั่วไป	ใช้การได้	47,165	วันเว้นวัน
16	โรงพยาบาลปง	พะเยา	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	715	วันเว้นวัน

ที่	ชื่อสถานบริการ	ที่ตั้ง	ประเภทสถานบริการ	สถานะการใช้งาน	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ (กก./เดือน)	ความถี่ในการเผา
17	โรงพยาบาลท่าปลา	อุตรดิตถ์	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	368	วันเว้นวัน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 13 แห่ง						
18	โรงพยาบาลอุบลรัตน์	ขอนแก่น	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	965	ทุกวัน
19	โรงพยาบาลโพนทราย	ร้อยเอ็ด	โรงพยาบาลชุมชน			
20	โรงพยาบาลวังยาง	นครพนม	โรงพยาบาลชุมชน			
21	โรงพยาบาลจิตเวชนครพนมราชนครินทร์	นครพนม	กรมสุขภาพจิต			
22	โรงพยาบาลโซ่พิสัย	บึงกาฬ	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	845	วันเว้นวัน
23	โรงพยาบาลนาวัง เฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา	หนองบัวลำภู	โรงพยาบาลชุมชน		1,573	วันเว้นวัน
24	โรงพยาบาลศรีบุญเรือง	หนองบัวลำภู	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	973	จันทร์ พุธ ศุกร์
25	โรงพยาบาลโนนสัง	หนองบัวลำภู	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้		
26	โรงพยาบาลห้วยเกิ้ง	อุดรธานี	โรงพยาบาลชุมชน			
27	โรงพยาบาลสร้างคอม	อุดรธานี	โรงพยาบาลชุมชน			
28	โรงพยาบาลแก้งสนามนาง	นครราชสีมา	โรงพยาบาลชุมชน	ชำรุด		ส่งกำจัดบริษัทเอกชน
29	โรงพยาบาลศิลาลาด	ศรีษะเกษ	โรงพยาบาลชุมชน	รอยืนยัน		
30	โรงพยาบาลขุขันธ์	ศรีษะเกษ	โรงพยาบาลชุมชน	รอยืนยัน		
31	โรงพยาบาลกันทรลักษณ์	ศรีษะเกษ	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้		
ภาคกลางและภาคตะวันออก						
32	โรงพยาบาลโกสัมพีนคร	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน			
33	โรงพยาบาลไทรงาม	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	2,404	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
34	โรงพยาบาลทรายทองวัฒนา	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	480	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

ที่	ชื่อสถานบริการ	ที่ตั้ง	ประเภทสถานบริการ	สถานะการใช้งาน	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ (กก./เดือน)	ความถี่ในการเผา
35	โรงพยาบาลคลองขลุง	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน			
36	โรงพยาบาลคลองลาน	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน			
37	โรงพยาบาลทุ่งโพธิ์ทะเล	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	4,479	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
38	โรงพยาบาลลานกระบือ	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	4,233	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
39	โรงพยาบาลพรานกระต่าย	กำแพงเพชร	โรงพยาบาลชุมชน			
40	โรงพยาบาลเนินขาม	ชัยนาท	โรงพยาบาลชุมชน			
41	โรงพยาบาลหนองมะโมง	ชัยนาท	โรงพยาบาลชุมชน			
42	โรงพยาบาลชุมตาบง	นครสวรรค์	โรงพยาบาลชุมชน			
43	โรงพยาบาลดงเจริญ	พิจิตร	โรงพยาบาลชุมชน			
44	โรงพยาบาลสากเหล็ก	พิจิตร	โรงพยาบาลชุมชน			
45	โรงพยาบาลหนองเสือ	ปทุมธานี	โรงพยาบาลชุมชน			
46	โรงพยาบาลวังม่วง	สระบุรี	โรงพยาบาลชุมชน			
47	โรงพยาบาลท่ากระดาน	กาญจนบุรี	โรงพยาบาลชุมชน	ชำรุด		ส่งรวม Cup ที่ รพ.ลาดหญ้า เพื่อส่งบริษัทกำจัด
48	โรงพยาบาลสังขละบุรี	กาญจนบุรี	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้		
49	โรงพยาบาลศุกร์ศิริศรีสวัสดิ์	กาญจนบุรี	โรงพยาบาลชุมชน	ชำรุด		ส่งรวม Cup ที่ รพ.ลาดหญ้า เพื่อส่งบริษัทกำจัด
50	โรงพยาบาลบางสะพาน	ประจวบคีรีขันธ์	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้		
51	โรงพยาบาลทับสะแก	ประจวบคีรีขันธ์	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้		
52	โรงพยาบาลบางสะพานน้อย	ประจวบคีรีขันธ์	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้		
53	โรงพยาบาลสวนผึ้ง	ราชบุรี	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	17,474	วันเว้นวัน
54	โรงพยาบาลแก่งหางแมว	จันทบุรี	โรงพยาบาลชุมชน			

ที่	ชื่อสถานบริการ	ที่ตั้ง	ประเภทสถานบริการ	สถานะการใช้งาน	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ (กก./เดือน)	ความถี่ในการเผา
55	โรงพยาบาลราชสาส์น	ฉะเชิงเทรา	โรงพยาบาลชุมชน			
56	โรงพยาบาลวัดญาณสังวราราม	ชลบุรี	โรงพยาบาลชุมชน	ส่งกำจัดที่อื่น		ส่งกำจัดที่ รพ.บางละมุง
57	โรงพยาบาลเกาะสีชัง	ชลบุรี	โรงพยาบาลชุมชน	ส่งกำจัดที่อื่น		ส่งกำจัดที่ รพ.แหลม
58	โรงพยาบาลคลองใหญ่	ตราด	โรงพยาบาลชุมชน			
59	โรงพยาบาลเกาะช้าง	ตราด	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	2,374	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
60	โรงพยาบาลเกาะกูด	ตราด	โรงพยาบาลชุมชน	ชำรุด		
ภาคใต้ 7 แห่ง						
61	โรงพยาบาลตากใบ	นราธิวาส	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้		
62	โรงพยาบาลแว้ง	นราธิวาส	โรงพยาบาลชุมชน	ใช้การได้	4,691	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
63	โรงพยาบาลโคกโพธิ์	ปัตตานี	โรงพยาบาลชุมชน	ชำรุด	1,404 (รับจากโรงพยาบาลโคกโพธิ์ และโรงพยาบาลหนองจิก)	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
64	โรงพยาบาลพัทลุง	พัทลุง	โรงพยาบาลชุมชน	ชำรุด	(รับจากโรงพยาบาลพัทลุง และโรงพยาบาลศรีนครินทร์ (ปัญญานันทภิกขุ)	
65	โรงพยาบาลเขาชัยสน	พัทลุง	โรงพยาบาลชุมชน			
66	โรงพยาบาลทุ่งหว้า	สตูล	โรงพยาบาลชุมชน	หยุดเผา	372 (รับจากโรงพยาบาลทุ่งหว้า และโรงพยาบาลมะนัง)	สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
67	โรงพยาบาลละงู	สตูล	โรงพยาบาลชุมชน	ชำรุด	1,202	วันเว้นวัน

ที่มา : การสำรวจข้อมูลเตาเผามูลฝอยติดเชื้อโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข โดยสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

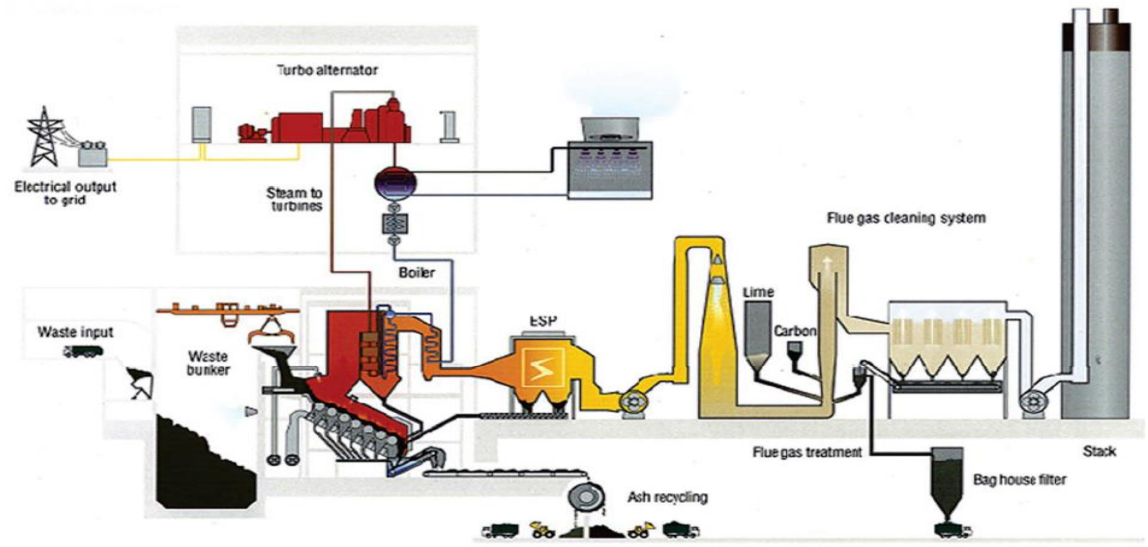
2.2 กระบวนการและเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย

เทคโนโลยีการนำมูลฝอยชุมชนเพื่อนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าหลักๆ ใน 2 ส่วนคือ เทคโนโลยีเตาเผา (Incineration) และเทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีส่วนใหญ่ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใช้ ดังนี้

2.2.1 เทคโนโลยีเตาเผา (incineration)

การเผาขยะ เป็นกระบวนการกำจัดขยะที่ใช้ความร้อนสูงเพื่อเผาไหม้ส่วนประกอบที่เป็นสารอินทรีย์ในขยะ สิ่งที่เหลือจากการเผา คือ ความร้อน ขี้เถ้า และก๊าซปล่องไฟ (Flue gas) ขี้เถ้าเป็นส่วนผสมของสารอนินทรีย์ อาจอยู่ในรูปของของแข็งหรือฝุ่นละอองที่มากับก๊าซปล่องไฟ ก๊าซปล่องไฟต้องถูกทำให้สะอาดก่อนปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ ส่วนความร้อนที่ได้จากเตาเผาสามารถนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าได้

กระบวนการเผามูลฝอยชุมชนเป็นการเผาขยะในเตาที่ได้มีการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อให้เข้ากับลักษณะคุณสมบัติของขยะ ที่มีอัตราความชื้นสูงและมีค่าความร้อนที่แปรผันได้ การเผาไหม้จะต้องมีการควบคุมที่ดีเพื่อจะป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ก๊าซพิษ เขม่า กลิ่น เป็นต้น ก๊าซซึ่งเกิดจากการเผาไหม้จะต้องได้รับการกำจัดเขม่าและอนุภาคตามที่กฎหมายควบคุม ก่อนที่จะส่งออกสู่บรรยากาศ โดยจะมีขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ประมาณร้อยละ 10 โดยปริมาตร และร้อยละ 25-30 โดยน้ำหนักของขยะที่ส่งเข้าเตาเผา ซึ่งจะถูกนำไปฝังกลบหรือใช้เป็นวัสดุปูพื้นสำหรับการสร้างถนน ส่วนขี้เถ้าที่มีส่วนประกอบของโลหะอาจถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้ นอกจากนั้นสามารถที่จะนำพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมาใช้ในการผลิตไอน้ำ หรือทำน้ำร้อน หรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้ **แสดงตามรูปที่ 1**



รูปภาพที่ 2 - 1 โรงเผามูลฝอยแบบนำความร้อนมาผลิตกระแสไฟฟ้า

1) รูปแบบการเผาไหม้โดยทั่วไปแล้วแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1.1) การเผาไหม้ขยะมวลรวม (Mass-Fired Combustion Systems) เป็นการเผาไหม้ขยะโดยรวมทั้งหมด ขยะที่เข้าสู่รูปแบบการเผานี้ จะไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปและคัดแยกก่อนเข้าเตาเผา

1.2) การเผาไหม้ขยะเพื่อเป็นเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel - Fired Combustion Systems) เป็นการเผาไหม้ขยะที่มีการแปรรูป และคัดแยกมาก่อนเพื่อให้ได้พลังงานจากการเผาไหม้ ขยะที่แยกออกจะเป็นขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น แก้ว เหล็ก โลหะ รวมทั้งขยะที่มีการปนเปื้อน ทำให้พลังงานจากการเผาไหม้มีค่าสูงโดยสม่ำเสมอ การควบคุมการเผาไหม้ทำได้ง่าย พลังงานที่ได้จากขยะมูลฝอยนี้มีค่าสูงกว่าขยะมูลฝอยในรูปแบบมวลรวมมาก

2) ชนิดเตาเผาขยะ มีดังนี้

2.1) เตาเผาชนิดตะกรับ (Stoker-Fired Incinerator)

เป็นเตาเผาที่ใช้หลักการในการเผาไหม้ที่ให้อากาศเกินพอ โดยอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 850 - 1,200 องศาเซลเซียส เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก เหมาะสำหรับใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมาก ประมาณ 150 ตันต่อวันขึ้นไป การทำงานเริ่มจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยมาถ่ายเทลงบ่อรับขยะมูลฝอย จากนั้นเครนหรือก้ามปูทำหน้าที่ในการตักและป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ช่องเตาเผาด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งมีตะกรับอยู่เพื่อทำหน้าที่เคลื่อนขยะให้ผสมกัน และกระจายตลอดทั่วเตาเผาทำให้การเผาไหม้ขยะมูลฝอยเป็นไปได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากตะกรับจะทำหน้าที่เป็นเสมือนพื้นผิวด้านล่างของเตา การเคลื่อนที่ของตะกรับ หากได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องจะทำให้ขยะมีการเคลื่อนย้ายและผสมผสานกันอย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้สามารถแทรกซึมไปทั่วถึงพื้นผิวของขยะ ทั้งนี้ตะกรับที่ใช้กับระบบเตาเผาขยะมีหลายแบบ เช่น Forward Movement, Back Ward Movement, Double Movement, Rocking และ Roller เป็นต้น ผนังของห้องเผาไหม้ในเตาเผาขยะ มักจะเป็นแบบบุด้วยอิฐทนไฟ (Refractory Wall) หรือแบบผนังน้ำ (Water Wall) สำหรับแบบหลังนี้ ส่วนมากจะทำงานโดยใช้อากาศส่วนเกินในปริมาณต่ำ ซึ่งช่วยให้ลดปริมาตรของห้องเผาไหม้และลดขนาดของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศ โดยความร้อนที่ได้สามารถนำกลับมาเป็นพลังงานและนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เถ้าหนัก คือเถ้าที่เหลืออยู่กับเตาเผา (Bottom ash) และเถ้าลอย คือเถ้าที่ลอยปะปนไปกับอากาศเสีย (Fly ash) เถ้าหนักจะถูกลำเลียงไปยังบ่อรับเถ้า ส่วนเถ้าลอยจะปนไปกับอากาศเสียเข้าสู่ระบบบำบัดอากาศ ซึ่งนิยมใช้ชุดถุงกรอง (Bag Filter) หรือเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator) ก่อนที่จะระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก โดยมีข้อดีข้อเสียแสดงตามตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2 - 3 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาชนิดตะกรับ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่ต้องการคัดแยกหรือบดตัดขยะมูลฝอยก่อน 2. เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายและได้รับการทดสอบแล้ว 3. สามารถจัดการกับขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบ และค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ดี 4. ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 85 % 5. สามารถก่อสร้างให้มีความสามารถในการเผาทำลายได้ถึง 1,200 ตันต่อวัน หรือ 50 ตันต่อชั่วโมง	1. เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

2.2) เตาเผาชนิดหมุน (Rotary Kiln Incinerator)

ระบบเตาเผาชนิดหมุนเป็นการเผาไหม้มวลของขยะมูลฝอย โดยใช้ห้องเผาไหม้ทรงกระบอกซึ่งสามารถหมุนได้รอบแกนและมีฉนวนหุ้มโดยรอบ ขยะจะเคลื่อนตัวไปตามผนังของเตาเผาทรงกระบอกตามการหมุนของเตาเผาซึ่งทำมุมเอียงกับแนวระดับ เตาเผาชนิดหมุนส่วนใหญ่จะเป็นแบบผนังอิฐทนไฟ แต่ก็มีบ้างที่เป็นแบบผนังน้ำทรงกระบอกอาจมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ถึง 5 เมตร และยาวตั้งแต่ 8 ถึง 20 เมตร ความสามารถในการเผาทำลายขยะมูลฝอย มีตั้งแต่ 2.4 ตันต่อวัน (0.1 ตันต่อชั่วโมง) จนถึงประมาณ 480 ตันต่อวัน (20 ตันต่อชั่วโมง) อัตราส่วนอากาศส่วนเกินที่ใช้จะมีปริมาณที่มากกว่าแบบที่ใช้กับเตาเผาชนิดตะกรับ และอาจจะมากกว่าที่ใช้กับเตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบด สิ่งที่ตามมาก็คือ เตาเผาชนิดหมุนจะมีประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำกว่าเล็กน้อย แต่ก็ยังคงมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากว่าเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ (Retention Time) ของก๊าซไอเสียค่อนข้างสั้นเกินไปสำหรับการทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ในเตาเผาแบบหมุน ดังนั้นเตาทรงกระบอกจึงมักมีส่วนต่อที่ทำเป็นห้องเผาไหม้หลัง (After-Burning Chamber) และมักรวมอยู่ในส่วนของหม้อน้ำด้วย เตาเผาแบบนี้สามารถเผาไหม้มูลฝอยที่มีคุณสมบัติไม่สม่ำเสมอได้สูง และสามารถควบคุมระยะเวลาการเผาไหม้ของขยะในเตาเผา (Residence combustion time of waste) ได้ดี ทำให้สามารถเผาทำลายขยะประเภทขยะอันตราย (Hazardous waste) ได้ดี อย่างไรก็ตามเตาเผาแบบดังกล่าวต้องใช้อัตราส่วนอากาศส่วนเกินมากกว่าแบบอื่นทำให้มีประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำกว่า สำหรับข้อดีและข้อเสียเตาเผาชนิดหมุน แสดงตามตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2 - 4 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาชนิดหมุน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่ต้องการการคัดแยกหรือบดตัดขยะมูลฝอยก่อน 2. ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 80% 3. สามารถจัดการกับขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี	1. เป็นเทคโนโลยีที่มีใช้ในการเผาทำลายขยะมูลฝอยค่อนข้างน้อย 2. เงินลงทุนและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง 3. ความสามารถในการเผาทำลายสูงสุดต่อหนึ่งเตาประมาณ 480 ตันต่อวัน หรือ 20 ตันต่อชั่วโมง

2.3) เตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed)

เป็นเตาเผาขยะมูลฝอยที่ใช้ตัวกลางในการนำความร้อน โดยตัวกลางต้องมีคุณสมบัติในการกระจายความร้อนได้เป็นอย่างดี ตัวกลางที่มักนิยมใช้ ได้แก่ ทราย ขยะมูลฝอยที่จะนำมาเผาต้องผ่านการลดขนาดให้มีขนาดเล็กลงก่อน เมื่อขยะถูกลำเลียงมายังช่องเผา ตัวกลางและขยะมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตาและเผาไหม้โดยใช้อากาศเกินพอ โดยใช้อากาศเป่าทำให้ขยะมูลฝอยมีพฤติกรรมเหมือนกับของไหล มีอุณหภูมิการเผาไหม้ประมาณ 600-1,000 องศาเซลเซียส

เตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบดทำงานโดยอาศัยหลักการที่อนุภาคของแข็งที่รวมตัวเป็น Bed (วัสดุที่เติมเข้าไปในเตาเพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้ต่อเนื่อง) ในเตาเผาผสมเข้ากับขยะมูลฝอย ทำหน้าที่เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ถูกทำให้ลอยตัวขึ้นอันเนื่องมาจากอากาศที่เป่าเข้าด้านข้าง ทำให้มีลักษณะเหมือนกับของ

ไหล เตาเผาโดยทั่วไปจะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกตั้ง และวัสดุที่ทำ Bed มักทำมาจากทราย ซิลิกา หินปูน หรือวัสดุเซรามิค

การใช้งานเตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบดอยู่ในขั้นเริ่มต้น เนื่องจากมีการพัฒนาเทคโนโลยีเตาเผาอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยเตาเผามีข้อได้เปรียบที่สามารถลดปริมาณสารอันตรายใน Bed และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสู สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลากหลายประเภท ข้อเสียเปรียบหลักของเตาเผาแบบนี้ อยู่ที่ต้องการกระบวนการในการจัดการขยะมูลฝอยเบื้องต้นก่อนที่จะสามารถป้อนเข้าสู่เตาเผาได้ เพื่อให้ขยะมูลฝอยมีขนาด ค่าความร้อน ปริมาณขี้เถ้าที่อยู่ข้างใน และอื่นๆ เพื่อให้ตรงต่อข้อกำหนดในการปฏิบัติงานของเตาเผา และเนื่องจากขยะมูลฝอย มีลักษณะสมบัติที่หลากหลายจึงทำให้เกิดความยากลำบากในการทำให้ได้เชื้อเพลิงที่ตรงตามความต้องการรายละเอียดเตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบดดัง สำหรับข้อดีและข้อเสียเตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบดแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2 - 5 ข้อดีและข้อเสียของเตาเผาชนิดฟลูอิดไดซ์เบด

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการออกแบบที่ค่อนข้างง่าย 2. ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 90% 3. สามารถใช้ในการเผาทำลายเชื้อเพลิงที่ หลากหลายประเภท และสามารถรองรับได้ทั้งกากของแข็งและเหลว โดยเผาทำลายร่วมกัน หรือแยกจากกัน	1. ปัจจุบันยังจัดว่าเป็นเทคโนโลยีที่ยังต้องการการทดสอบอยู่สำหรับการเผาทำลายขยะมูลฝอยชุมชน 2. ค่อนข้างมีข้อจำกัดด้านขนาดและองค์ประกอบของขยะ โดยทั่วไปต้องมีการกระบวนการในการจัดการขยะก่อนส่งเข้าเตาเผา

2.2.2 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)

การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) เป็นกระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชนหรือเทคโนโลยีไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่น (Pyrolysis/Gasification) ที่ทำให้ขยะมูลฝอยเป็นก๊าซโดยการทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ โดยสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยจะทำปฏิกิริยากับอากาศหรือออกซิเจนในปริมาณจำกัด ทำให้เกิดก๊าซซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรเจน และมีเทน เรียกว่า Produce Gas ซึ่งในกรณีที่ใช้อากาศเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนต่ำ ประมาณ 3-5 MJ/Nm^3 แต่ถ้าใช้ออกซิเจนเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนสูงประมาณ 15-20 MJ/Nm^3

ชนิดเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier สามารถแบ่งออกได้เป็น ดังนี้

1) Updraft Gasifier

เชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของเครื่องและอากาศจะถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่าง บริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไปจะมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงขึ้น ซึ่งเรียกบริเวณนี้ว่า Combustion Zone เมื่ออากาศผ่านเข้าไปบริเวณ Combustion Zone จะเกิดปฏิกิริยาขึ้น ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ก๊าซร้อน

ที่ผ่านมาจาก Combustion Zone จะมีอุณหภูมิสูงและจะถูกส่งผ่านไปยัง Reduction Zone ซึ่งเป็นโซนที่มีปริมาณคาร์บอนมากเพียงพอที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน หลังจากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลเข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในชั้นของเชื้อเพลิง และกลั่นสลายในช่วงอุณหภูมิ 200-500 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นก๊าซก็จะไหลเข้าสู่ชั้นของเชื้อเพลิงที่ชื้น เนื่องจากก๊าซยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงไประเหยน้ำที่อยู่ในเชื้อเพลิงเหล่านั้น ทำให้ก๊าซที่ออกจากเครื่องปฏิกรณ์มีอุณหภูมิต่ำลง สารระเหยและน้ำมันทาร์ที่เกิดขึ้นในช่วงการกลั่นสลายจะติดออกไปกับก๊าซเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้น ดังนั้นก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier จะมีปริมาณของน้ำมันทาร์มาก บางครั้งอาจมีมากถึง 20% ของน้ำมันทาร์ที่ได้จากการไพโรไลซิสชีวมวล

ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier มีอุณหภูมิไม่สูงนักและมีปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนและน้ำมันทาร์มาก ทำให้มีค่าความร้อนมาก จำเป็นต้องมีหน่วยทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิงก่อนนำเชื้อเพลิงไปหมุนกังหันก๊าซ ข้อดีหลักของเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier คือ ติดตั้งง่ายและมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง รายละเอียดเครื่อง Updraft Gasifier

2) Downdraft Gasifier

เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier แบบนี้ออกแบบมาเพื่อขจัดน้ำมันทาร์ในก๊าซเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ อากาศจะถูกดูดผ่านจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง ผ่านกลุ่มของหัวฉีดซึ่งเรียกว่า Tuyers บริเวณหัวฉีดจะเป็นบริเวณของโซน Combustion ก๊าซที่ได้จากโซน Combustion จะถูก Reduced ในขณะที่ไหลลงสู่ด้านล่างและผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อนซึ่งอยู่เหนือตะแกรงเล็กน้อย ขณะเดียวกันในชั้นของเชื้อเพลิงที่อยู่ทางด้านบนของโซน Combustion จะมีปริมาณออกซิเจนน้อยมากทำให้เกิดการกลั่นสลาย และน้ำมันทาร์ที่เกิดจากการกลั่นสลายจะไหลผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อน ทำให้น้ำมันทาร์เกิดการแตกตัวเป็นก๊าซ ซึ่งการแตกตัวนี้จะเกิดที่อุณหภูมิคงที่ในช่วงระหว่าง 800-1,000 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาดูดความร้อนจะทำให้ก๊าซที่ได้มีอุณหภูมิต่ำลง แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ปฏิกิริยาคายความร้อนจะทำให้ก๊าซที่ได้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซที่ผ่านโซน Combustion จะมีส่วนประกอบของน้ำมันทาร์ลดลงเหลือน้อยกว่า 10% ของน้ำมันทาร์ที่ได้จาก Updraft Gasifier และก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะสะอาดกว่า การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงโดยเครื่องปฏิกรณ์แบบ Downdraft Gasifier นี้ง่ายและมีความน่าเชื่อถือสำหรับเชื้อเพลิงที่แห้ง (มีความชื้นต่ำกว่า 30%) เนื่องจากว่าก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีปริมาณน้ำมันทาร์ต่ำ เครื่องปฏิกรณ์แบบ Downdraft Gasifier จึงเหมาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีเครื่องยนต์สันดาปภายใน ที่มีขนาดกำลังการผลิตไม่เกิน 500 kg/hr หรือ 500 kWe รายละเอียดเครื่อง Downdraft Gasifier

3) Fluid Bed Gasifier

การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้นจะเกิด Slag มากเกินไป จึงก่อให้เกิดการอุดตันในเครื่องบ่อยครั้ง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier ขึ้น เครื่องปฏิกรณ์แบบนี้อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงเมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านให้สูงจนกระทั่งทำให้เชื้อเพลิงที่วางอยู่เริ่มลอยตัวขึ้น มีลักษณะคล้ายกับของไหล ภายในเครื่องปฏิกรณ์จะใส่วัสดุเฉื่อย (Inert Material) ซึ่งอาจเป็น ทราย อลูมิน่า หรือออกไซด์ของโลหะที่ทนความร้อนสูงและไม่เกิดการหลอมรวมตัวกัน โดยมีแผ่นที่เจาะรูมารองรับตัวกลางเหล่านี้ที่ตอนล่างของเครื่องปฏิกรณ์ แผ่นที่เจาะรูนี้จะช่วยให้เกิดการกระจายตัวแบบฟลูอิดได-เซชันอย่างทั่วถึงของเบด โดยการผ่านอากาศหรือออกซิเจนเข้าสู่ตอนล่างของแผ่น

รองรับ ซึ่งความเร็วของอากาศหรือออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปต้องมีค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ตัวกลางมีสภาพแขวนลอย (Suspension) โดยปกติเชื้อเพลิงจะถูกเปลี่ยนให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงภายในเบด ปฏิกิริยา Gasification อาจเกิดขึ้นที่ส่วนที่เป็นที่ว่างเหนือเบด หรือที่เรียกว่า Freeboard โดยเป็นปฏิกิริยาของอนุภาคเชื้อเพลิงเล็กๆที่ปลิวหลุดออกมาจากเบด หรือเป็นปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยความร้อนของน้ำมันทาร์ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier จะมีปริมาณน้ำมันทาร์อยู่ระหว่างก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier และ Downdraft Gasifier

เครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier มีข้อดี คือมีการผสมที่ปั่นป่วนมาก ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลมีค่าสูง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงและสามารถควบคุมอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์ได้ค่อนข้างง่าย ข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้คือ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีปริมาณเถ้าและฝุ่นถ่านชาร์ออกมาด้วย เนื่องจากความเร็วของอากาศภายในเครื่องปฏิกรณ์มีค่าสูง จึงต้องนำไซโคลน (Cyclone) มาใช้กับระบบด้วย รายละเอียดเครื่อง Fluid Bed Gasifier

4) Circulating Fluid Bed Gasifier

เครื่องปฏิกรณ์แบบ Circulating Fluid Bed Gasifier พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ Carbon Conversion โดยอนุภาคเชื้อเพลิงจะถูกรีไซเคิลกลับมายังเบด โดยความเร็วในการฟลูอิดไดซ์จะต้องสูงพอที่จะทำให้อนุภาคลอยในปริมาณมาก

5) Entrained Bed Gasifier

ในเครื่องปฏิกรณ์แบบ Entrained Bed Gasifier จะไม่มีวัสดุ Inert แต่เชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องลดขนาดให้เล็กมาก โดยปกติเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้จะเดินเครื่องที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1,200-1,500 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นกับว่าจะใช้อากาศหรือออกซิเจน ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีปริมาณน้ำมันทาร์และสารไฮโดรคาร์บอนต่ำกว่า แต่เนื่องจากต้องเดินเครื่องที่อุณหภูมิสูง จึงทำให้มีปัญหาเรื่องการเลือกใช้วัสดุและปัญหาเรื่องการหลอมตัวของเถ้า ในเครื่องปฏิกรณ์แบบ Entrained Bed Gasifier จะให้ค่า Carbon Conversion สูงถึง 100% อีกทั้งมีการใช้งานสำหรับการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอยชุมชนน้อย

นอกจากนี้ยังมีเครื่องปฏิกรณ์ชนิดอื่นๆ เช่น เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier แบบอัดความดัน (Pressurized Operation) เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier ที่ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Operation) เป็นต้น ทั้งนี้การเลือกชนิดเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier ขึ้นอยู่กับขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิต ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องปฏิกรณ์และออกซิแดนท์ที่ใช้ อย่างไรก็ตามชนิดและรูปแบบของเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier สามารถทำให้ปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์ได้ ซึ่งระดับของการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับรูปร่างและลักษณะของเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier ด้วย

2.3 เทคโนโลยีการกำจัดมลพิษอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย

การใช้เตาเผาในการกำจัดมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน มลพิษอากาศถือว่าเป็นสิ่งคุกคามหลักที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นจากการเผา โดยการควบคุมมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นจากเตาเผานั้นจะมีกระบวนการควบคุมมลพิษอากาศแต่ละชนิดที่แตกต่างกันไป ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลกระบวนการควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย รวมทั้งความสามารถในการกำจัดมลพิษแต่ละชนิด **ตารางที่ 2-6** ดังนี้

ตารางที่ 2 - 6 การควบคุมมลพิษจากเตาเผามูลฝอย และความสามารถในการกำจัดมลพิษแต่ละชนิด

มลพิษ	กระบวนการควบคุมมลพิษ	ความสามารถการกำจัดมลพิษ (%)
SO_x	Wet scrubber or dry multicyclone	50-90
HCL	Wet scrubber or semi-dry	75-95
NO_x	Selective catalytic reduction	10-60
Heavy metals	Dry scrubber + electrostatic precipitator	70-95
Fly ash*	Electrostatic precipitator + fabric hose filter	95-99.9
Dioxins & Furans	Activated carbon + fabric hose filter	50-99.9

หมายเหตุ * ส่วนใหญ่ Fly ash จะสามารถดูดซับมลพิษต่างๆได้ เช่น Dioxins และโลหะหนัก

เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมลพิษอากาศ มีดังนี้

2.3.1 ไซโคลน (Cyclones)

ไซโคลน (Cyclones) เป็นอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศชนิดอนุภาคอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งใช้หลักการทางกลศาสตร์ (mechanical) ไซโคลนใช้กลไกหลักในการแยกอนุภาคคือ แรงเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการทำให้กระแสก๊าซหรืออากาศเกิดการหมุนวน (vortex) ขึ้นภายในตัวไซโคลน ส่งผลให้อนุภาคถูกเหวี่ยงและกระทบกับผนังของไซโคลนเนื่องจากความเฉื่อยหรือโมเมนตัม จากนั้นอนุภาคจะตกลงเบื้องล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยทั่วไปไซโคลนรูปแบบตามปกติ (Typical or Conventional or Standard Cyclone) จะประกอบด้วย ส่วนรูปทรงกระบอก (cylinder) และมีปลายเป็นรูปโคน (cone) ดังแสดงในรูปที่ 13 อากาศจะไหลหรือเคลื่อนที่เข้าสู่ไซโคลนที่ช่องอากาศเข้า (air inlet) ที่ส่วนบนโดยไหลเข้าตามแนวสัมผัส (tangential) เมื่ออากาศไหลผ่านเข้ามาในไซโคลนจะเกิดกระแสวนที่เรียกว่า main vortex ไหลวนจากบนลงล่างของตัวไซโคลน โดยกระแสวนนี้เมื่อเคลื่อนที่ลงไปจนเกือบถึงปลายโคลนแล้วจะเกิดกระแสวนกลับ (return flow) เคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นด้านบนที่เรียกว่า core vortex โดย core vortex นี้มีขนาดของกระแสวนเล็กกว่า main vortex และหมุนวนอยู่ด้านในของ main vortex เมื่อ core vortex เคลื่อนที่ถึงด้านบนของตัวไซโคลนจะไหลออกจากไซโคลนที่ทางออก (vortex finder) หรืออาจกล่าวได้ว่าอากาศที่ไหลเข้ามาในไซโคลนจะเกิดกระแสวน 2 ชั้น เกิดขึ้นในทิศทางเดียวกัน ส่งผลให้อนุภาคถูกเหวี่ยงไปกระทบกับผนังและตกลงสู่เบื้องล่าง ส่วนอากาศที่สะอาด (ไม่มีอนุภาค) จะไหลวนหรือหมุนขึ้นผ่านท่อออกที่อยู่ด้านบนของไซโคลน สำหรับข้อดีข้อเสีย แสดงตามตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2 - 7 ข้อดีและข้อจำกัดของไซโคลน

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ค่าลงทุนและค่าเดินเครื่องต่ำ 2. ไม่มีส่วนใดของอุปกรณ์ที่ต้องเคลื่อนที่ ทำให้มีปัญหาในการบำรุงรักษาน้อย 3. ค่าความดันสูญเสียค่อนข้างต่ำ 4. เป็นอุปกรณ์ที่รวบรวมและกำจัดอนุภาคแบบแห้ง 5. การก่อสร้างค่อนข้างใช้พื้นที่น้อย 6. สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับช่วงขนาดของอนุภาคได้	1. ประสิทธิภาพในการเก็บกักสำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ยังค่อนข้างต่ำ 2. ไม่สามารถใช้ได้กับอนุภาคที่มีลักษณะหนืดเหนียว 3. อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อน

2.3.2 ถุงกรอง (Fabric Filters)

ถุงกรองเป็นอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศชนิดอนุภาคประเภทหนึ่งที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเก็บกักอนุภาคสูง หลักการทำงานของถุงกรองคือ การปล่อยให้อากาศที่มีอนุภาคไหลผ่านถุงกรอง ซึ่งโดยปกติทำด้วยผ้าทอหรือผ้าสักหลาดที่มีช่องว่างระหว่างเนื้อผ้า เมื่อเริ่มต้นเดินเครื่อง อากาศที่มีอนุภาคจะเคลื่อนที่เข้าหาผ้ากรอง อากาศสามารถไหลผ่านผ้ากรอง ส่วนอนุภาคจะถูกจับไว้ที่เส้นใยของผ้ากรอง โดยอาศัยกลไกหลักที่สำคัญคือ การสกัดกั้นโดยตรง การกระทบเนื่องจากความเฉื่อยและการแพร่ เมื่อทำการกรองต่อไปเรื่อยๆ จะเกิดการสะสมของมวลของอนุภาคเป็นชั้นขึ้นที่บนและในผ้ากรอง ซึ่งเรียกว่า ชั้นของอนุภาค (filter cake) เมื่อเกิดชั้นของอนุภาคขึ้นที่ผ้ากรองแล้วจะเกิดกลไกที่สำคัญขึ้นอีกกลไกหนึ่งคือ กลไกการลอดผ่าน (sieving) ซึ่งเป็นกลไกการดักจับอนุภาคที่เกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคมีขนาดใหญ่เกินกว่าช่องว่างที่จะลอดได้ สำหรับข้อดีข้อเสียตามตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2 - 8 ข้อดีและข้อจำกัดของถุงกรอง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีประสิทธิภาพในการเก็บกักอนุภาคสูง ทั้งอนุภาคขนาดใหญ่และเล็ก 2. คุณภาพของอากาศที่ผ่านถุงกรองมีคุณภาพดี สามารถนำอากาศกลับมาใช้หมุนเวียนต่อได้ 3. อนุภาคที่เก็บกักได้แห้ง สามารถนำไปกำจัดหรือเข้าสู่กระบวนการใหม่ได้ 4. การเดินเครื่อง/ควบคุมการทำงานค่อนข้างง่าย 5. ต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตและสครับเบอร์สามารถเลือกใช้ผ้ากรองได้หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ	1. มีข้อจำกัดในเรื่องอุณหภูมิของก๊าซ โดยทั่วไปถ้าอุณหภูมิของก๊าซที่เข้าถุงกรองเกิน 550 °F จำเป็นต้องใช้ผ้ากรองชนิดพิเศษ ซึ่งมีราคาแพง 2. ต้องการการบำรุงรักษามาก เช่น การเปลี่ยนถุงกรองเป็นประจำ 3. อายุการใช้งานของถุงกรองอาจสั้น เนื่องจากอุณหภูมิหรือสภาพความเป็นกรดด่าง 4. ใช้กับอนุภาคที่เปียกชื้นหรือเหนียวไม่ได้ เพราะจะทำให้ถุงกรองอุดตันและทำความสะอาดยาก ความดันสูญเสียอยู่ในระดับปานกลาง

2.3.3 สครับเบอร์ (Scrubbers)

สครับเบอร์ (Scrubbers) เป็นอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศชนิดอนุภาค ซึ่งใช้ของเหลว (liquid) ในการดักจับอนุภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการทำงานที่สำคัญ คือ การทำให้อากาศเสีย (อากาศที่มีอนุภาค) ไหลผ่านของเหลว ซึ่งการไหลผ่านของเหลวนี้สามารถทำได้หลายวิธี คือ อาจฉีดพ่นของเหลวให้เป็นละอองฝอยสู่กระแสอากาศ หรือให้กระแสอากาศไหลผ่านแผ่นฟิล์มของเหลว หรือไหลผ่านชั้นวัสดุที่มีของเหลวเคลือบอยู่ เมื่ออนุภาคที่อยู่ในกระแสอากาศเคลื่อนที่เข้าใกล้ละอองหรือหยดน้ำ จะสัมผัสกับหยดน้ำ เกิดกลไกในการดักจับอนุภาคที่สำคัญ 3 กลไก คือ การกระทบเนื่องจากความเฉื่อย การสกัดกั้นโดยตรง และการแพร่ ทำให้อนุภาคถูกดักจับโดยน้ำ หลังจากนั้นของเหลวหรือน้ำจะต้องถูกทำให้แยกออกจากกระแสของอากาศด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ด้วยแรงเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลาง หรือการใช้แผ่นกั้น (baffle) เป็นต้น โดยน้ำที่แยกได้ต้องนำไปบำบัดก่อนนำกลับมาใช้ใหม่หรือระบายทิ้งต่อไป นอกจากนี้การที่อากาศผ่านของเหลว นอกจากจะสามารถดักจับอนุภาคได้แล้ว สครับเบอร์ยังสามารถดักจับก๊าซและไอที่อยู่ในกระแสของอากาศได้ด้วย สำหรับข้อดีข้อเสียตามตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2 - 9 ข้อดีและข้อจำกัดของสครับเบอร์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีประสิทธิภาพในการเก็บกักอนุภาคสูงทั้งขนาดใหญ่และเล็ก 2. สามารถใช้ได้กับอนุภาคที่มีความเสี่ยงในการติดไฟและระเบิด 3. สามารถใช้ได้กับกระแสอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง 4. สามารถใช้ได้กับอนุภาคที่มีลักษณะเหนียว (sticky) ได้ 5. เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมมลพิษอากาศได้ทั้งชนิดอนุภาคก๊าซและไอพร้อมกัน ถ้ามีความจำเป็น	1. เป็นระบบเปียก (wet process) ทำให้ของเสียที่ได้ (น้ำกับอนุภาค) เปียก ส่งผลให้ยากต่อการนำกลับมาใช้ใหม่ 2. ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ มิเช่นนั้นอาจเกิดปัญหามลพิษทางน้ำ 3. มีความเสี่ยงสูงต่อปัญหาการผุกร่อนเนื่องจากเป็นระบบเปียก 4. มีค่าดำเนินการและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง อากาศที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมจะมีความชื้นสูง

2.3.4 เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitators; ESP)

เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitators; ESP) หรือเรียกอย่างสั้นๆว่า ESP เป็นอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศชนิดอนุภาคที่ใช้แรงไฟฟ้าในการแยกอนุภาคออกจากกระแสของอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง โครงสร้างรูปแบบง่ายๆของเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต ดังแสดงในรูปที่ 16 ซึ่งโดยทั่วไปใน ESP จะมีขั้วไฟฟ้า (electrode) อยู่ 2 ชนิด คือ 1) ขั้วปล่อยประจุ (discharge or corona electrode) ซึ่งทำจากวัสดุที่มีหน้าตัดเล็กๆ เช่น เส้นลวด (wire) หรือเป็นแผ่นบางๆ (flat plate) เป็นต้น ซึ่งโดยปกติขั้วปล่อยประจุนี้จะเป็นขั้วลบ และ 2) ขั้วเก็บ (collection electrode) ซึ่งปกติจะต่อสายดินและออกแบบขั้วเก็บให้มีพื้นผิวกว้างในรูปของแผ่น (plate) หรือท่อ (tube)

หลักการทำงานของ ESP คือ การปล่อยให้อากาศไหลผ่านขั้วไฟฟ้า เพื่อใส่ประจุไฟฟ้าให้กับอนุภาคที่เจือปนอยู่ในอากาศ ก่อนที่จะผ่านอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเข้าไปในสนามไฟฟ้าสถิต ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาและถูกเก็บกักที่พื้นผิวของขั้วเก็บที่มีศักย์ ไฟฟ้าตรงกันข้ามกับประจุของอนุภาค จะเห็นได้ว่ากลไกที่สำคัญที่ใช้ในการเก็บกักอนุภาคของ ESP คือ กลไกการดึงดูดโดยแรงไฟฟ้าสถิต

ขั้นตอนการทำงานของ ESP ประกอบ ด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การใส่ประจุไฟฟ้าให้กับอนุภาค การเก็บอนุภาคที่มีประจุโดยใช้แรงไฟฟ้าสถิตจากสนามไฟฟ้า และการแยกอนุภาคออกจากผิวของขั้วเก็บ สำหรับข้อดีข้อเสีย ตามตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2 - 10 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่อง ESP

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. มีประสิทธิภาพในการเก็บกักอนุภาคสูง รวมทั้งอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก 2. สามารถใช้ได้กับปริมาณหรืออัตราการไหลของอากาศสูง 3. มีค่าความดันสูญเสียต่ำมาก (ประมาณ 1.3 ซม. หรือ 0.5 นิ้วของน้ำ) 4. ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องค่อนข้างต่ำ 5. สามารถออกแบบให้ใช้ได้กับช่วงอุณหภูมิของอากาศกว้าง และสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ 700 °C 6. สามารถเลือกระบบการแยกอนุภาคได้ทั้งแบบแห้งและแบบเปียกตามความเหมาะสม	1. ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูง 2. เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นน้อยไม่สามารถใช้ได้กับกระบวนการซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสูง 3. ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งมาก 4. อาจเกิดอันตรายจากการระเบิดเมื่อใช้กับก๊าซหรืออนุภาคที่ลุกไหม้ได้ 5. ในขณะที่ทำให้อากาศเกิดการแตกตัว จะเกิดก๊าซโอโซน 6. ใช้ได้กับอนุภาคที่มีสภาพความต้านทานไฟฟ้าของอนุภาคที่เหมาะสม 7. สำหรับ ESP แบบแห้งไม่สามารถใช้ได้กับอนุภาคที่เปียกชื้นหรือมีลักษณะเหนียวได้

2.4 มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ

สิ่งคุกคามและมลพิษหลักที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย คือ มลพิษทางอากาศ และขี้เถ้าที่มีการปนเปื้อน โดยมลพิษที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของมูลฝอยที่นำเข้าเตาเผา อุณหภูมิ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมมลพิษ ซึ่งสามารถแบ่งมลพิษอากาศหลักๆที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย ตามตารางที่ 2-11 และตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2 - 11 สิ่งคุกคามและมลพิษที่อาจเกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอยชุมชน

สิ่งคุกคามและมลพิษ	รายละเอียด
Acid gases	ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCL) ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) ซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_X) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)
โลหะหนัก	แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb)

สิ่งคุกคามและมลพิษ	รายละเอียด
	สารหนู (As) สังกะสี (Zn) โครเมียม (Cr) นิเกิล (Ni) ทองแดง (Cu) ปรอท (Hg) เบริลเลียม (Be)
สารอินทรีย์	Polychlorinated dibenzo-para-dioxin และ polychlorinated dibenzofurans Chlorobenzenes (CB) Polychlorinated Biphenyls (PCBs) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Chlorophenols (CP) :
อื่นๆ	ฝุ่นละออง (PM_{10}, $PM_{2.5}$) Total hydrocarbons

ที่มา : Canadian council of Ministry of the Environment. Operating and Emission Guidelines for municipal solid waste incinerators, 1989.

ตารางที่ 2 - 12 สิ่งคุกคามและมลพิษจากเตาเผามูลฝอยชุมชนที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง

สิ่งคุกคามและมลพิษ	ข้อมูลเชิงประจักษ์การเป็นมะเร็งในมนุษย์	การจำแนก IRAC	อวัยวะเป้าหมาย
สารหนู	มีข้อมูลเพียงพอที่ระบุว่าเป็นสารก่อมะเร็ง	1	ผิวหนัง ปอด ตับ กระเพาะปัสสาวะ ไต ลำไส้ใหญ่
เบริลเลียม	มีข้อมูลเพียงพอที่ระบุว่าเป็นสารก่อมะเร็ง	1	ปอด
แคดเมียม	มีข้อมูลเพียงพอที่ระบุว่าเป็นสารก่อมะเร็ง	1	ปอด ต่อมลูกหมาก
โครเมียม (VI)	มีข้อมูลเพียงพอที่ระบุว่าเป็นสารก่อมะเร็ง	1	ปอด
นิเกิล	มีข้อมูลเพียงพอที่ระบุว่าเป็นสารก่อมะเร็ง	1	ปอด
ปรอท	ข้อมูลไม่เพียงพอ	2B	ปอด ตับอ่อน ลำไส้ ต่อมลูกหมาก
ตะกั่ว	ข้อมูลไม่เพียงพอ	2B	ปอด กระเพาะปัสสาวะ ไต ระบบย่อยอาหาร
เบนซีน	มีข้อมูลเพียงพอที่ระบุว่าเป็นสารก่อ	1	ลูคีเมีย

สิ่งคุกคามและมลพิษ	ข้อมูลเชิงประจักษ์การเป็นมะเร็งในมนุษย์	การจำแนก IRAC	อวัยวะเป้าหมาย
	มะเร็ง		
คาร์บอนเตตระคลอไรด์	ข้อมูลไม่เพียงพอ	2B	ตับ ปอด ลูคีเมีย
คลอโรฟอร์ม	ข้อมูลไม่เพียงพอ	2B	กระเพาะปัสสาวะ ไต สมอง ต่อมน้ำเหลือง
คลอโรฟีนอล	ข้อมูลไม่เพียงพอ	2B	Soft-tissue sarcoma, Hodgkin's and non Hodgkin's lymphoma
ไตรคลอโรเอทธีลีน	ข้อมูลจำกัด	2A	ตับ non Hodgkin's lymphoma
Dibenzo-para-dioxin	ไม่มีข้อมูล	3	มะเร็งทุกชนิด
polychlorinated	ไม่มีข้อมูล	3	มะเร็งทุกชนิด
Polychlorinated dibenzofurans	ข้อมูลไม่เพียงพอ	3	มะเร็งทุกชนิด

ที่มา: Michela Franchini at al.Health effects of exposure to waste incinerator emission : a review of epidemiological studies. Ann 1st Super Sanita 2004; 40 (1) : 101-115

2.4.1 สารประกอบอินทรีย์ (Organic compounds)

1) ไดออกซิน (Dioxins)

Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) และPolychlorinated dibenzofuran (PCDFs) เป็นกลุ่มของสารเคมีที่เรียกกันว่า Dioxins กลุ่มของ PCDD/Fs มีมากกว่า 200 ชนิด โดย 2,3,7,8-TCDD เป็นชนิดที่รู้จักกันดีและเป็นชนิดที่มีความเป็นพิษร้ายแรงมาก สารชนิดนี้เป็นสารเคมีที่รู้กันว่ามีพิษสูงสุดและเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ ไดออกซินเป็นสารพิษที่คงทนยาวนานในสิ่งแวดล้อม และสะสมในสิ่งมีชีวิต (bioaccumulative) ความเป็นพิษของไดออกซินและฟิวแรนแต่ละตัวจะผันแปรตามปริมาณของสารนั้น ไดออกซินเป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและกระบวนการเผาไหม้ต่างๆ โดยเฉพาะมูลฝอยที่มีสาร Chlorine หรือสารเคมีที่ได้มาจาก Chlorine เป็นองค์ประกอบ ข้อมูลงานวิจัยได้แสดงว่า ขณะที่ไดออกซินถูกทำลายใน Combustion Zone ของเตาเผา สามารถจะเกิดใหม่ได้ใน Post-Combustion Zone โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของเตาเผา (Blumenstock et al, 2000 Huang and Buekens, 1995 Fangmark et al, 1994) ในระหว่างปี 1980 - 1990 การเผาขยะชุมชนมักจะถูกระบุว่าเป็นแหล่งที่ปล่อยสารไดออกซินเข้าสู่บรรยากาศ เช่น Dutch government organization RIVM ได้ประมาณไว้ว่าในประเทศเนเธอร์แลนด์ปี 1991 มีการปล่อย ไดออกซินจากการเผาขยะเข้าสู่บรรยากาศ 79% ในประเทศอังกฤษ ปี 1995 มีการปล่อยไดออกซินจากเตาเผาขยะชุมชนเข้าสู่บรรยากาศ 53-82% ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกามีการปล่อยไดออกซินจากเตาเผา 37% (Pastorelli et al,1999)

ข้อมูลที่สรุปจาก 15 ประเทศ แสดงให้เห็นว่า ในปี 1995 ประมาณ 50% ของไดออกซินที่ระบายเข้าไปในอากาศเกิดจากการเผา (Fiedler, 1999) การเผาขยะชุมชนถูกระบุว่าเป็นแหล่งปล่อยสารไดออกซินออกสู่อากาศในสัดส่วนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับเตาเผาประเภทอื่น (Alcock et al, 1998) ข้อมูลจากบัญชีรายการทั่วโลกของ 15 ประเทศ Fiedler (1999) ให้ข้อสังเกตว่าการเผาทุกประเภทในปี 1995 เป็นแหล่งปล่อยไดออกซินที่สำคัญในหลายประเทศ ซึ่งรวมถึงเตาเผาขยะชุมชน (MSW incinerators) เตาเผาขยะอันตราย (hazardous waste incinerator) เตาเผาตะกอนน้ำเสียชุมชน (sewage sludge incinerators) เตาเผาเศษไม้ (waste wood incinerators) และเตาเผาศพ (crematoria)

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

พิษเฉียบพลัน ความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (หนูและกระต่าย) ไม่ทำให้เกิดอาการพิษหรือตายอย่างทันที แต่จะค่อยเพิ่มความรุนแรงจนถึงตายได้ อาการเฉียบพลันที่ปรากฏ คือ ทำให้เกิดโรคผิวหนังที่เรียกว่า Chloraone โดยมีรายงานการเกิดอาการนี้ในคนที่ได้รับการปนเปื้อนสารไดออกซินที่อิตาลี ไต้หวัน และญี่ปุ่น

พิษเรื้อรัง ทำให้น้ำหนักตัวลดลง เกิดความผิดปกติที่ตับ และเกิดอาการโรคผิวหนังอักเสบ

สถาบันวิจัยมะเร็งระหว่างชาติได้จัดให้สารไดออกซิน/ฟิวแรน เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ จากการที่มีข้อมูลทางระบาดวิทยายืนยัน และจากการศึกษาระยะยาวในสัตว์ทดลองพบว่า สารนี้ทำให้เกิดมะเร็งหรือ เนื้องอกในอวัยวะต่างๆของหนู โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตับ และยังพบว่าสารนี้ทำให้เกิดเป็นเนื้องอกในอวัยวะต่างๆของหนูได้เช่น ลิ้นแผ่นกั้นช่องจมูกเพดานปากส่วนแข็ง ต่อมไทรอยด์ ชั้นนอกของต่อมหมวกไต ชั้นใต้ผิวหนัง และปอดต่อมไทรอยด์ เป็นตำแหน่งไวที่สุดที่ทำให้เกิดมะเร็งในหนู อย่างไรก็ตามการศึกษากลไกของการเกิดมะเร็งพบว่า สารไดออกซิน/ฟิวแรน ไม่ใช่สารก่อเซลล์มะเร็งโดยตรง (tumor initiator) หรือถ้าเป็นก็มีฤทธิ์เพียงเล็กน้อยเท่านั้นแต่เป็นสารสนับสนุนการเกิดมะเร็ง (tumor promotor) ที่มีความรุนแรงมากที่สุด

ความเป็นพิษต่อระบบประสาท มีรายงานว่าเกิดโรคระบบประสาทในคนงานที่ได้รับสารนี้จากการหกรดหรือปนเปื้อนในอุตสาหกรรม โดยมีอาการกล้ามเนื้อมือเสื่อม ไม่มีกำลัง มีการแสดงอาการโรคประสาท เช่น การสูญเสียความรับรู้บนเส้นประสาทปลายมือ และปลายเท้าอ่อนเพลีย เป็นต้น สำหรับหนูทดลองพบว่า ขาหน้าไม่มีแรงในการจับยึดเดินหมุนเป็นวง ไม่สามารถไต่กรงได้และความรับรู้ผิดปกติ

ความเป็นพิษต่อภูมิคุ้มกัน การศึกษาทางระบาดวิทยาของคนพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของระดับภูมิคุ้มกันบางชนิดในบางกลุ่มคนที่ได้รับสารไดออกซินจากอุบัติการณ์การปนเปื้อน เช่น ที่อิตาลี และที่รัฐมิสซูรี่สหรัฐอเมริกา

ความผิดปกติต่อการสืบพันธุ์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนในกระแสเลือดซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ทดลองและปริมาณของสาร ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้และเพศเมีย ลักษณะทั่วไปในเพศเมียคือ การผสมติดของสัตว์ลดลงหรือไม่สามารตั้งท้องได้จนครบกำหนด จำนวนลูกต่อครอกลดลง การทำงานของรังไข่ผิดปกติหรือไม่ทำงาน วงจรของระดูหรือการเป็นสัดผิดปกติ และมีเนื้อเยื่อบุมดลูกเจริญเติบโตภายนอกมดลูก

ความผิดปกติในทารก จากการศึกษาสัตว์ทดลองตัวเมียและผลการศึกษาทางระบาดวิทยาของคนที่ประเทศญี่ปุ่นและไต้หวัน พบว่า สารนี้มีความเป็นพิษต่อการพัฒนาตัวอ่อนหรือทารก ซึ่งมีผลกระทบ 3 รูปแบบ คือ 1) ทำให้ตัวอ่อน/ทารกผิดปกติและตายก่อนครบกำหนด 2) ทำให้ทารกมีโครงสร้างผิดปกติ 3) ทำให้การทำงานของอวัยวะและเนื้อเยื่อบางชนิดผิดปกติ

2) Polychlorinated Biphenyls (PCBs)

สารกลุ่ม PCBs เป็นสารประกอบอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ (chlorinated hydrocarbon) มีโครงสร้างโมเลกุลที่แตกต่างกันถึง 209 โครงสร้าง ประมาณครึ่งหนึ่งได้พบในสิ่งแวดล้อม PCBs เป็นสารที่คงทนยาวนาน มีพิษและสะสมในสิ่งมีชีวิตคล้ายๆกับไดออกซิน อาจสะสมในไขมันของสัตว์และมนุษย์ จากการศึกษาเตาเผาขยะชุมชนในประเทศญี่ปุ่น ในปี 1992 พบว่าการระบายของสาร PCBs มีค่าเฉลี่ย (1.46 ng TEQ/m^3) มีค่าสูงกว่าค่าแนะนำ (0.5 ng TEQ/Nm^3) การศึกษาได้สรุปว่าเตาเผาขยะเป็นแหล่งกำเนิดของ PCB ที่ปนเปื้อนในมนุษย์ อาหาร และสิ่งแวดล้อม (Miyata et al, 1994)

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

ความเป็นพิษของสาร PCBs ในคน เช่น การระคายเคืองต่อตา อาการเซื่องซึม ปวดศีรษะ เจ็บคอ ผิวหนังและเล็บคล้ำ ผิวหนังหนาและหยาบกร้าน โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลง ของผิวหนังจะเกิดบริเวณใบหน้า ลำคอ และลำตัวท่อนบน ในรายที่เป็นมากจะเป็นทั่วร่างกาย นอกจากนี้อาจเกิดฝีหรือตุ่มเล็กๆ เรียกว่า “Chloracne” สำหรับเด็กที่เกิดจากมารดามารดาที่ได้รับสาร PCBs จะมีน้ำหนักน้อยและเม็ดสีในร่างกายผิดปกติ

นอกจากนี้ จากการทดลองในสัตว์พบว่า สาร PCBs ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน แต่อาการจะเกิดขึ้นเมื่อรับเข้าไปสะสมไว้นาน อาการที่เกิดขึ้น อาทิน้ำหนักลด ตับโต ก่อให้เกิดมะเร็งในตับของหนู เมื่อหนูได้รับสารทางการกินวันละ 4.3-11.6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 เดือน

3) Chlorinated Benzenes

ที่เกิดขึ้นในเตาเผาอยู่ในรูปของ chlorinated phenols (Wikstrom et al,1999) สารเคมีเหล่านี้ถูกปล่อยในรูปของก๊าซที่ออกจากปล่องเตาเผา (Wilken et al, 1993) การเกิด hexachlorobenzene (HCB) ที่ซึ่งเป็นสารที่คงทนยาวนาน เป็นพิษ และสะสมในสิ่งมีชีวิต สารนี้เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ พืช สัตว์ และมนุษย์ ถูกใช้ในการผลิตยาฆ่าแมลงและวัชพืชกันอย่างแพร่หลาย

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

IARC ได้จัดสารตัวนี้ไว้ในกลุ่ม 2B Carcinogen นั่นคืออาจทำให้เกิดโรคมะเร็งในมนุษย์ และเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดเนื้องอก HCB อาจเป็นอันตรายต่อการพัฒนาการของทารกในครรภ์ ตับ ระบบภูมิคุ้มกัน ไทรอยด์ ไต และ CNS โดยตับและระบบประสาทเป็นอวัยวะที่ไวที่สุดในการเกิดผลกระทบ (ATSDR 1997, Newhook และ Meek,1994)

4) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

สารเหล่านี้เป็นกลุ่มของสารประกอบที่เป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่สมบูรณ์ สารเหล่านี้บางตัวเป็นสารที่คงทนยาวนาน เป็นพิษและสะสมในสิ่งมีชีวิต บางตัวเป็นสารก่อมะเร็ง PAHs จะถูกปล่อยจากปล่องของเตาเผาในรูปของก๊าซ (Yasuda และ Takahashi, 1998 Magagni et al, 1991) ส่วนประกอบของขยะ อุณหภูมิ และปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ระหว่างกระบวนการ

เผาจะเป็นตัวกำหนดปริมาณของ PAHs ที่ปล่อยออกจากเตาเผาสาร PAHs จะถูกปล่อยเข้าสู่อากาศในปริมาณสูงในช่วงที่เตาเผาเริ่มเดินเครื่อง (Yasuda และ Takahashi et al,1998) การตรวจวัดปล่อยสาร PAH จากเตาเผาพบว่า มีค่า 0.02 – 12 mg/Nm3 (Marty, 1993)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

PAHs เป็นสารที่มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำในมนุษย์ การได้รับแบบเรื้อรังอาจทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบต่างๆของร่างกายได้ แต่อาการไม่รุนแรงนัก ซึ่งความเป็นพิษที่สำคัญของ PAHs บางกลุ่ม คือ ความสามารถในการก่อมะเร็งในอวัยวะหลายชนิด

PAHs เข้าสู่ร่างกายได้หลายวิธี ทั้งโดยการกินอาหารที่ ปนเปื้อน PAHs สูดดมไอระเหยหรือเขม่าควันไฟที่มี PAHs ผสมอยู่ หรือโดยการสัมผัสทางผิวหนัง ผลการทดลองในสัตว์ทดลอง พบว่าเมื่อสัตว์ทดลองได้รับสัมผัสสาร PAHs โดยการสูดดมและการกินจะแพร่ไปยังปอด ตับ ไต และทางเดินอาหาร อย่างไรก็ตาม ระบบการทำงานของร่างกายมนุษย์ที่มีสุขภาพปกติโดยทั่วไป จะสามารถขับสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกายออกทางน้ำดี เหงื่อ ปัสสาวะ อุจจาระ และมีการหมุนเวียนระหว่างลำไส้และตับได้ ทั้งนี้ ในบางกรณีที่ระบบการทำงานของร่างกายมีความผิดปกติจะไม่สามารถขับของเสียและสิ่งเจือปนหรือแปลกปลอมได้ตามปกติ หรือหากได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเจือปนหรือแปลกปลอม รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่มีภาวะมลพิษเป็นระยะเวลานานก็มีโอกาสที่สารเคมีที่ได้รับจะแพร่ไปยังทารกในครรภ์หรือทำให้ประสิทธิภาพในการซ่อมแซมตนเองของเซลล์พันธุกรรมเกิดความบกพร่อง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งได้เช่นกัน

5) Volatile Organic Chemicals (VOCs)

การศึกษาสารระเหยอินทรีย์ (VOCs) ที่ปล่อยจากปล่องเตาเผาขยะชุมชน พบว่ามีสารประกอบ VOC ทั้งหมดประมาณ 250 ชนิด ซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 0.05 – 100 mg/m^3 สารประกอบที่มีพิษร้ายแรงและก่อให้เกิดมะเร็ง เช่น benzene และ substituted phenols (Jay and Stieglitz,1995) โดย Leach et al (1999) ได้ชี้ว่า กระบวนการที่ทำให้เกิด VOCs ในปริมาณสูงนั้น มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเมื่อรวมตัวกับไนโตรเจนออกไซด์และเมื่อทำปฏิกิริยากับแสงแดด จะทำให้เกิด Photochemical Oxidants (โอโซน และ peroxyacyl nitrates) ที่เป็นอันตรายต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

ผลกระทบต่อสุขภาพ

สาร VOCs หลายชนิดทำให้ระบบภูมิคุ้มกันถูกรบกวนหรือทำลาย ศักยภาพในการป้องกันโรคการติดเชื้อจะลดและพร่องลงจากเดิม เช่น ในการศึกษาในประชากร 302 คน (อายุ 40-59 ปี) ที่ Aberdeen, North Carolina และบริเวณ ใกล้เคียง โดยการตรวจเลือด ตรวจผิวหนัง และสัมภาษณ์ พบว่ามีสาร Dichlo ethylene (DCE) ในเลือด ในคนที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งขยะพบสารเคมีพิษ (pesticide dump sites) ในระดับเฉลี่ย 4.05 ppb เทียบกับระดับเฉลี่ย 2.95 ppb (p=0.01) กลุ่มควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่ายิ่งมีระดับ DCE สูงกว่า ยิ่งอยู่ในบริเวณนานๆยิ่งได้รับมากขึ้น

การได้รับสาร VOCs จะทำให้เกิดอาการทางการกดประสาทหลายอย่าง เช่น การง่วงนอน วิงเวียนปวดศีรษะ ซึมเศร้า หรือหมดสติได้ ในการทดลองกับหนูพุกขาวและหนูถีบจักรพบว่า การได้รับ 1,1,1-trichloroethane (TRI) 5000 ppm ทางลมหายใจนาน 40 นาที ทำให้การส่งกระแสประสาทผิดปกติได้ หนูมีการเรียนรู้สิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อมลดลง ในกลุ่มช่างทำรองเท้า ซึ่งได้รับสาร VOCs จากการหายใจสารตัวทำ

ละลายสีหรือน้ำยาทำรองเท้า เช่น dichloromethane, n-hexane, plastic compounds, isocyanates และ polyvinyl chloride เป็นประจำ มักจะมีอาการทางประสาทคือ ปวดศีรษะ (65%), จิตใจกังวล (53%), รู้สึกคันที่ขาและเท้า (46%), เจ็บตา (43%), หายใจลำบาก และมีอาการรวมหลายอย่าง (1.1-3.5%) ในคนตั้งครรภ์มีการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 14,000 คนใน Bristol, U.K. ที่ใช้สเปรย์ปรับอากาศ (aerosols) เป็นประจำ ในเลือดพบสาร VOCs เช่น Xylene, ketones และ aldehydes ค่อนข้างสูง และประชาการเหล่านี้ จะมีอาการหลายอย่าง เช่น 25% ปวดศีรษะ, 19% มีอาการซึมเศร้าหลังคลอด, เด็กที่คลอดออกมาแล้วมักมีอาการท้องเสียบ่อยกว่าเด็กกลุ่มอื่น 22% นอกจากนี้สาร VOCs อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพระบบอื่นๆ ได้แก่ ระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ ระบบประสาท อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งบางชนิดได้ และโรคทางระบบสืบพันธุ์ เช่น เป็นหมัน ความพิการของเด็ก เป็นต้น

2.4.2 โลหะหนัก (Heavy Metals)

1) สารหนู (As)

สารหนูในรูปธาตุบริสุทธิ์ (elemental form) เป็นโลหะสีเทาเงิน มันวาว ค่อนข้างเปราะ สารประกอบของสารหนู (amorphous form อาจมีสีเหลือง หรือดำ) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปผงหรือผลึกซึ่งไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส บางครั้งอาจอยู่ในรูปผงสีเทาดำ ผิวที่มันวาวเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนจะเป็นสีดำด้าน ส่วน arsenic trichloride และ arsenic acid มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมัน ความดันไอต่ำมาก ประมาณ 1 mmHg (ที่อุณหภูมิ 372 องศาเซลเซียส) น้ำหนักอะตอม 74.92 มีวาเลนซีที่สำคัญคือ 3 (trivalent arsenic, As III) และ 5 (pentavalent arsenic, As V)

สารหนูพบได้ในหลายรูปแบบ ได้แก่ ในรูปธาตุบริสุทธิ์ (elemental arsenic) สารประกอบเกลือ อนินทรีย์ของสารหนู (inorganic salts) และสารประกอบเกลืออินทรีย์ของสารหนู (organic salts) สารหนูในรูปของธาตุบริสุทธิ์ มีความเป็นพิษน้อยกว่าในสารหนูในรูปสารประกอบ ความเป็นพิษเฉียบพลันยังขึ้นกับวาเลนซีอีกด้วย กล่าวคือ สารหนูวาเลนซี 3 มีความเป็นพิษสูงที่สุด สามารถละลายในไขมันได้ดี ดูดซึมผ่านผิวหนังได้ดีและจับกับ sulfhydryl groups ได้ดี ส่วนสารหนูวาเลนซี 5 แม้มีความเป็นพิษน้อยกว่า เพราะความสามารถในการละลายต่ำกว่า แต่เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะถูกเปลี่ยนเป็นสารหนูวาเลนซี 3 และถูกดูดซึมในทางเดินอาหารได้

ผลกระทบต่อสุขภาพ

อาการทางคลินิก พิษของสารหนูอนินทรีย์จากการกิน มักเป็นชนิดวาเลนซี 3 ซึ่งละลายน้ำได้ดี เมื่อถูกกรดจะเกิดเป็นแก๊สพิษอาร์ซีน (arsine) ซึ่งระคายเคืองมาก และทำให้อาการพิษรุนแรงขึ้น ส่วนสารหนูชนิดสารประกอบอินทรีย์ซึ่งอยู่ในอาหารทะเล ไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย จะถูกขับออกทางอุจจาระ จึงไม่เกิดพิษ อวัยวะเป้าหมายของสารหนูคือ ทางเดินอาหาร หัวใจ สมอง และไต รองลงมาคือ ไขกระดูก ม้าม และระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous system)

พิษเฉียบพลัน หากรับสัมผัสทางการหายใจ จะทำให้ระคายเคืองเยื่อบุทางเดินหายใจส่วนต้น อาจเริ่มจากอาการไอ เจ็บคอ หายใจลำบาก ในรายที่เป็นรุนแรงอาจเกิดคออักเสบ (pharyngitis) ปอดบวมน้ำ (pulmonary edema) อาจถึงขั้นระบบหายใจล้มเหลว (respiratory failure) นอกจากนี้ยังเกิดพิษแบบ systemic ได้ด้วย หากรับสัมผัสทางผิวหนัง จะทำให้ระคายเคือง และกัดกร่อนผิวหนัง เกิดผื่นผิวหนังอักเสบ

(dermatitis) กรณีสารหนูวาเลนซี 3 ซึ่งละลายในไขมันได้ดี จะถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง ทำให้เกิดพิษแบบ systemic ได้ด้วย

หากสัมผัสถูกตา จะทำให้ระคายเคือง และกัดกร่อนอย่างมาก ทำให้เกิดเยื่อบุตาอักเสบ (conjunctivitis) มีอาการคันตา แสบตา น้ำตาไหล อาจมีอาการตาสู้แสงไม่ได้ หรือมองภาพไม่ชัดตามมาได้

หากรับสัมผัสทางการกิน จะเกิดอาการแสบริมฝีปาก ลมหายใจมีกลิ่นคล้ายกระเทียม รู้สึกตีบภายในลำคอ กลืนลำบาก ต่อมามีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียนพุ่ง ถ่ายอุจจาระเป็นเลือด หรือเป็นสีเหมือนน้ำซาวข้าว อาการดังกล่าวเกิดได้ภายใน 30 นาที หรือเป็นชั่วโมง นอกจากนี้ยังเกิดพิษแบบ systemic ได้ด้วย (กล้ามเนื้อเป็นตะคริว ผิวหนังเย็นชื้น มีอาการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ หรือสูญเสียเลือด อาจถึงขั้นช็อกได้ เมื่อตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ อาจพบลักษณะหัวใจเต้นเร็วรายที่เป็นรุนแรง อาจโคม่า ชัก และเสียชีวิตได้ภายใน 24 ชั่วโมงในรายที่พ้นช่วงวิกฤต อาจมีความผิดปกติของเส้นประสาทส่วนปลาย)

พิษเรื้อรัง อาการที่พบได้บ่อยคือ ผลต่อระบบผิวหนัง ได้แก่ ผิวหนังหนาแข็ง (hyperkeratosis) หรือมีลักษณะ raised punctuate หรือ verrucous มักพบที่ฝ่ามือฝ่าเท้า ซึ่งเรียกว่า “Arsenical keratoses” บางรายเกิดเป็นแผลเรื้อรัง หรือก้อนที่ผิวหนัง ซึ่งอาจเป็นรอยโรคมะเร็งผิวหนังชนิดต่างๆได้ (เช่น Bowen disease, basal cell carcinoma, squamous cell carcinoma) นอกจากนี้ยังพบลักษณะผิวหนังสีเข้มขึ้น (hyperpigmentation) มักเห็นเป็นสีคล้ายทองแดง (bronze) กระจายโดยทั่ว สลับด้วยหย่อมของสีผิวที่อ่อนกว่าปกติ เล็บอาจมีลักษณะเปราะ และมีขีดขาวที่เล็บ (เรียกว่า Mee’s line) อาจมีผมร่วงได้

ผลต่อระบบประสาท คือ มีอาการชาจากความผิดปกติของเส้นประสาท (peripheral neuritis and neuropathy) ในรายที่เป็นมาก อาจมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงร่วมด้วย

ผลต่อระบบอื่นๆ ได้แก่ ตับโต ดีซ่าน ไตวาย อาจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ (myocarditis) มีผลต่อระบบโลหิต โลหิตจาง (เกิดภาวะ pancytopenia, aplastic anemia, leukemia) นอกจากนี้มีรายงานว่าทำให้หลอดเลือดส่วนปลายหดตัว (vasospasm) และเนื้อตาย (gangrene) เรียกว่า “black foot disease” ซึ่งเคยพบในผู้รับสัมผัสสารหนูจากสิ่งแวดล้อม

สารหนูมีคุณสมบัติเป็นสารก่อกลายพันธุ์ สารก่อลูกวิรูป (fetotoxicity) และก่อมะเร็งผิวหนัง มะเร็งปอด มะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) มะเร็งต่อมน้ำเหลือง (lymphoma) และมะเร็งหลอดเลือดของตับ (angiosarcoma of liver)

สารหนูสามารถผ่านรกได้ ทำให้เกิดผลต่อทารกในครรภ์ ทารกมีภาวะน้ำหนักแรกคลอดน้อย หรือเกิดความผิดปกติในครรภ์ได้ (congenital abnormalities)

2) แคดเมียม (Cd)

แคดเมียมเป็นวัตถุโลหะที่มีคุณสมบัติทนทานต่อการผุกร่อน อ่อนงอได้ง่าย ใช้ผสมกับโลหะชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มความคงทนและนำมาใช้ในขบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลาย ประเภท เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องบิน เรือยนต์ แบตเตอรี่ ทาสีน้ำมัน เป็นต้น

ผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลัน

หากได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายโดยการกินเข้าไปซึ่งอาจติดมากับภาชนะหรืออาหารจะทำให้เกิดอาการเฉียบพลันได้ภายใน 15 นาที ถึง 2 ชั่วโมง จะมีอาการ คลื่นไส้ อาเจียน น้ำลายไหล

หรืออาจอาเจียนเป็นเลือด เป็นลมหรือช๊อค ต่อมาจะท้องเดิน ปวด ท้องอย่างรุนแรง และจะดีขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง การได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายทางการ หายใจเข้าไปในปริมาณมากก็เช่นเดียวกัน จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองระบบหายใจ คอแห้ง ปวดศีรษะ คลื่นไส้ เหงื่อออกมาก ไข้สูง หลอดลมอักเสบ ไอ เหนื่อยหอบ แน่นหน้าอก ระบบทางเดินอาหารอักเสบ ปวดท้อง อาเจียน ท้องเดิน ถ่ายเป็นเลือด ไตอักเสบ และอาจถึงตาย

ผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง

การได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายที่ละน้อยแต่เป็นเวลานาน ๆ เกิด การสะสมภายในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายจะทำให้เกิดอาการปวดตามข้อ ตามกระดูก ทั่วร่างกาย เพราะแคลเซียมในกระดูกจะถูกทำลาย ทำให้กระดูกผุกร่อนและหักง่าย โดยเฉพาะกระดูกเชิงกรานจะมีอาการปวดมาก จนเดินไม่สะดวกในบางรายกระดูกกร่อน จนกระทั่งความสูงลดลง หรือเรียกว่าโรคอิไตอิไต (itai itai) นอกจากนั้นยังทำให้เกิดอาการเบื่ออาหาร อ่อนเพลีย น้ำหนัก ลดลงอย่างรวดเร็ว ปัสสาวะข้นเป็นสีน้ำตาล หรือเป็นเลือด ไตถูกทำลาย และบางรายจะพบ วงแหวนสีเหลือง (Cadmiumring)

3) ปรอท (Hg)

ปรอท (Hg) เป็นโลหะหนักมีสีเทาเงินหรือแกมน้ำเงินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ปัจจุบันอุตสาหกรรมหลายประเภทมีการใช้ตะกั่วเป็นวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก การเข้าสู่ร่างกายของปรอทเกิดจากการหายใจเอาไอของโลหะปรอทเข้าไป การซึมเข้าทางผิวหนัง และโดยการกินเข้าไปทางปาก เมื่อปรอทเข้าสู่ร่างกายจะซึมเข้าสู่กระแสเลือดทำให้การทำงานของอวัยวะต่างๆ ถูกทำลายไปผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของปรอทแสดงตามตารางที่ 2-13

ตารางที่ 2 - 13 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของปรอท

พิษเฉียบพลัน	พิษเรื้อรัง
มักเกิดจากอุบัติเหตุโดยการกลืนกินสารปรอทเข้าสู่ร่างกาย หรือได้รับไอหรือฝุ่น ของสารปรอทโดยการสูด หายใจเข้าไปในปริมาณสูงทันที ซึ่งปริมาณปกติที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายและทำให้คนตายได้ โดยเฉลี่ยประมาณ 0.02 กรัม อาการที่เกิดจากการกลืนกินปรอท ได้แก่ อาเจียน ปากพอง แดงไหม้ อักเสบ และเนื้อเยื่ออาจหลุดออกมาเป็นชิ้นๆ มีเลือดออก ปวดท้องอย่างแรง เนื่องจากปรอทกัดระบบทางเดินอาหาร มีอาการท้องร่วงรุนแรง อุจจาระเป็นเลือด เมื่อเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด จะทำลายไต ทำให้ปัสสาวะไม่ออกหรือปัสสาวะเป็นเลือด	ผู้ป่วยที่ได้รับสารปรอทเข้าสู่ร่างกายทีละน้อย เกิดการสะสมในระยะ เวลานาน และมีปริมาณมากขึ้น จนร่างกายแสดงอาการผิดปกติ โดยจะรู้สึกอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร เหงือกและปากอักเสบ มีอาการสั่นกระตุกที่มือ แขน ขา ใบหน้า เป็นอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง สมองและไต

4) นิกเกิล (Ni)

นิกเกิลเป็นธาตุชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นโลหะแข็งสีเงินวาว นิกเกิลมีความสามารถในการก่อให้เกิดผื่นแพ้สัมผัสได้มาก และสารประกอบของนิกเกิล ยังก่อให้เกิดมะเร็งปอด มะเร็งโพรงจมูกและไซนัส

ได้ด้วย สารประกอบของนิกเกิลที่มีพิษมากที่สุดคือนิกเกิลคาร์บอนิล (nickel carbonyl) มีฤทธิ์ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ และปอดบวมน้ำได้

การเข้าสู่ร่างกาย ในภาคอุตสาหกรรมนิกเกิลเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจมากที่สุด และสามารถเข้าสู่ร่างกายทางการกิน และทางผิวหนังได้บ้างการเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ โดยสูดเอา dust (insoluble nickel compound), aerosols (soluble nickel), gas (nickel carbonyl) อัตราการดูดซึมขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลาย เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะสะสมที่ปอดและต่อมน้ำเหลืองเป็นส่วนใหญ่ และกระจายไปอวัยวะอื่นผ่านกระแสเลือด การขับออกจากร่างกาย ขับออกทางปัสสาวะ โดยค่าครึ่งชีวิตของนิกเกิลในซีรัมประมาณ 11 ชั่วโมง ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของนิกเกิล ตามตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2 - 14 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของนิกเกิล

พิษเฉียบพลัน	พิษเรื้อรัง
อาการจากการสูดหายใจ โดยการสูดสารประกอบนิกเกิลอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองคอและมีอาการเสียงแหบ ในขณะที่การสูดดม nickel carbonyl จะทำให้เกิดผลต่อร่างกายทั้งระบบ อาการจากการสัมผัสทางผิวหนัง Nickel contact dermatitis จะมีอาการแสบร้อน ระคายเคือง และตามด้วยรอยโรคแบบ erythema and nodular eruption ซึ่งอาจจะแตกเป็นแผลเป็น eczema ได้ รอยโรคอาจจะกระจายไปยังบริเวณข้างเคียงที่เป็นพื้นที่เคลื่อนไหว โดยรอยโรคอาจจะมีสีคล้ำขึ้นหรือจางลงก็ได้ อาการจากการสัมผัสเมื่อเข้าตา โลหะนิกเกิล ทำให้เกิดการระคายเคืองดวงตาจาก mechanical injury ได้ อาการจากการสัมผัสทางการกิน การกินในปริมาณมากทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง และท้องเสียการกิน nickel carbonyl อาจทำให้มีอาการไอ หายใจไม่อิ่ม และเวียนศีรษะมีรายงานว่ามีการทำลายท่อไตส่วนต้น (proximal convoluted tubules) จากการกินสารประกอบนิกเกิล	การสัมผัสฝุ่นนิเกิล (nickel dust) เป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดอาการ eczematous dermatitis, asthma, Loefflar's syndrome (pulmonary eosinophilia) การระคายเคืองเยื่อบุจมูก และเกิดผนังจมูกทะลุ (nasal septum perforation) ในบางรายอาจสูญเสียการรับกลิ่น การสัมผัสแบบเรื้อรังเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในโพรงจมูก ไซนัส และปอดได้ องค์กร IARC กำหนดให้สารประกอบนิกเกิล (nickel compound) เป็นสารก่อมะเร็งสำหรับมนุษย์กลุ่มที่ 1 คือยืนยันแน่นอนว่าเป็นสารก่อมะเร็ง และกำหนดให้โลหะนิกเกิล (nickel metallic and alloy) จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2B คืออาจจะเป็นสารก่อมะเร็ง

5) ตะกั่ว (Pb)

ตะกั่วเป็นโลหะที่มีสีเงินแกมฟ้า ซึ่งสามารถพบได้ตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นสารที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อมนุษย์ การสัมผัส การสูดดม รวมถึงการใช้สินค้าต่างๆ ที่มีตะกั่วเจือปนอยู่ ทำให้เกิดความเสี่ยงที่มนุษย์จะได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ตะกั่วจะไม่แสดงความเป็นพิษต่อมนุษย์ในทันที แต่จะสะสมในร่างกายมนุษย์และจะแสดงความเป็นพิษออกมาเมื่อตะกั่วได้สะสมอยู่ในร่างกายจนถึงขนาดแล้ว ซึ่งความเป็นพิษของตะกั่วจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ อย่างมากและรุนแรง ตะกั่วที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ สารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว และสารประกอบอินทรีย์ของตะกั่ว

ตะกั่วสามารถการเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ช่องทาง ได้แก่ ทางปาก ทางจมูกและทางผิวหนัง ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของตะกั่ว ตามตารางที่ 2-15

ตารางที่ 2 - 15 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของตะกั่ว

พิษเฉียบพลัน	พิษเรื้อรัง
ผู้ได้รับตะกั่วจะรู้สึกฝืดคอ มีกลิ่นโลหะในปาก กระหายน้ำ คอแห้ง ปวดแสบหน้าท้อง คลื่นไส้อาเจียน โดยการอาเจียนจะมีลักษณะขาวขุ่นจากเลดคลอไรด์ ผู้ได้รับตะกั่วส่วนมากจะมีอาการท้องร่วงและส่วนน้อยท้องผูก อุจจาระมีเลือดหรือสีดำอันเนื่องมาจากเลดซัลไฟด์ ผู้ได้รับตะกั่วบางรายอาจเกิดอาการช็อค กล้ามเนื้อกระตุก อ่อนเพลีย เป็นตะคริว โดยเฉพาะที่ขาทั้งสองข้าง หรือมีอาการที่ระบบประสาทส่วนกลาง เช่น ปวดศรีษะ นอนไม่หลับ หรืออาจมีอาการผิดปกติที่ไร้สาเหตุ เช่น รู้สึกชา ซึมเศร้า ถึงขั้นโคม่าและเสียชีวิตได้ในที่สุด อาการที่รองลงไปได้แก่ ภาวะไตเสื่อม ทำให้ปัสสาวะน้อยลงกว่าปกติ มีอัลบูมินและมีเลือดในปัสสาวะ เจ็บไต นอกจากนี้จะมีการสลายตัวของเม็ดเลือดแดง อาจทำให้เสียชีวิตได้ภายใน 2-3 วัน	ผู้ที่ได้รับตะกั่วอาจมีอาการทางระบบทางเดินอาหาร เช่น เบื่ออาหาร เหม็นเฝื่อนในลำคอ ตะคริวที่หน้าท้อง และอาการทางระบบประสาท เช่น ข้อมือตก เป็นอัมพาต ไม่มีแรง แต่ยังคงมีความรู้สึก อาการทางสมองหรือเยื่อหุ้มสมองอักเสบ อาการนี้พบน้อยในผู้ใหญ่ส่วนมากมักจะเกิดขึ้นกับเด็ก เช่นเด็กที่กำลังร่าเริงว่องไว อยู่ดีๆ ก็หมดสติ นานประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากสถิติผู้ป่วยที่มีอาการทางสมอง บางรายเสียชีวิต ประมาณร้อยละ 25 ของผู้รอดชีวิตจะมีอาการทางประสาทอย่างถาวร

6) ทองแดง (Cu)

ทองแดง (Copper) เป็นโลหะที่มีความหนาแน่น จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง พบได้ตามธรรมชาติทั้งในดิน หิน น้ำและอากาศ อาจอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือสารประกอบ เช่น Cu_2O, Cu_2S, CuF, $CuSO_4$, $CuFeS_2$ เป็นต้น ทองแดงเป็นตัวนำความร้อนและนำไฟฟ้าที่ดีรองจากเงิน ปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิดเช่น ใช้ผลิตลวด สายไฟ ท่อน้ำ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารเคมีทางการเกษตร สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์รบกวนต่างๆ การทำสีย้อม เป็นต้น ส่งผลให้มีการแพร่กระจายของทองแดงสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งเราอาจได้รับทองแดงจากการหายใจ การดื่มน้ำ การบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน ทองแดงมีความจำเป็นต่อร่างกายสิ่งมีชีวิตถ้าได้รับในปริมาณที่เหมาะสมกับร่างกาย โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระดูกและกล้ามเนื้อ

การเกิดพิษขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าไป ช่องทางที่ได้รับและสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล ทองแดงถูกดูดซึมได้ดีในกระเพาะอาหารและลำไส้ส่วนบน โดยซึมผ่านเข้าผนังลำไส้ไปที่ตับ จากนั้นจะรวมตัวกับน้ำดี แล้วถูกหลั่งออกมาบริเวณลำไส้ ขับออกไปกับอุจจาระ หรืออาจถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกายได้ 30% โดยไปสะสมที่กระดูก กล้ามเนื้อ ตับ สมอง และสะสมมากที่ตับและสมองผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของทองแดง ตามตารางที่ 2-16

ตารางที่ 2 - 16 ผลกระทบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังของทองแดง

พิษเฉียบพลัน	พิษเรื้อรัง
เมื่อได้รับทองแดงในปริมาณมากจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย คือ คลื่นไส้ อาเจียน เกิดการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อท้องเสีย การทำงานของหัวใจผิดปกติ กดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและอาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางจิต	อาการเรื้อรังจากการได้รับติดต่อกันเป็นเวลานาน และตับทำหน้าที่บกพร่อง ไม่สามารถขับทองแดงออกจากร่างกายได้ตามปกติ จึงทำให้มีการสะสมอยู่ในร่างกายเป็นปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย หรือกลุ่มอาการ Wilson' Diseases คือ ร่างกายสั่นเทาอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง มีน้ำมูกน้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก

7) สังกะสี (Zn)

สังกะสีเป็นโลหะที่แข็ง เปราะ เมื่อขัดจะมีความเป็นมันวาว และหมองได้ง่าย สังกะสีที่เป็นโลหะสังกะสีบริสุทธิ์ไม่มีพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและชีวิต นอกจากการได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากๆ ด้วยการกินหรือการสูดหายใจเอาไอ ฟูม หรือฝุ่น ส่วนสังกะสีคลอไรด์ จะทำให้เกิดการระคายเคือง อย่างรุนแรงต่อผิวหนัง หลอดลม เยื่อบุจมูก ตา สังกะสีออกไซด์ จะทำให้ เกิดอาการไข้ หนาวสั่น และที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง ได้แก่ สังกะสีซัลเฟต สังกะสีไซยาเนต เป็นต้น

ผลกระทบต่อสุขภาพ

อันตรายจากสังกะสีอาจทำให้เกิดอาการของโรคพิษสังกะสี โดยเมื่อร่างกายได้รับไอ ฟูม หรือฝุ่น ของโลหะสังกะสีเข้าไปปริมาณมาก จะทำให้เกิดอาการไข้ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้ออ่อนเพลีย กระหายน้ำ และส่วนใหญ่ อาการมักหายก่อน 48 ชั่วโมง ในคนงานที่ต้องทำงานสัมผัสสังกะสีตลอดเวลาร่างกายจะ เกิดความต้านทานขึ้น และจะหายไปอย่างรวดเร็วในวันหยุดจากการทำงาน แต่เมื่อกลับเข้าทำงานอาการของโรคก็จะเกิดขึ้นอีก

8) โครเมียม (Cr)

โครเมียมที่พบตามธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ในรูปไตรวาเลนต์โครเมียม (trivalent chromium, Cr (III)) ถึงอย่างไรก็ตามถ้าสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป เช่น การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างหรือการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้พบเฮกซะวาเลนต์โครเมียม (hexavalent chromium, Cr(VI)) ได้ ไตรวาเลนต์โครเมียมพบมากในอาหาร น้ำดื่ม และสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย ส่วนเฮกซะวาเลนต์โครเมียมเป็นสารอันตรายที่จัดอยู่ในกลุ่มของสารก่อมะเร็งที่ส่งผลกระทบต่อยีน เมื่อได้รับสารดังกล่าวเป็นเวลานานจะมีโอกาสเป็นมะเร็งปอด โครงสร้างดีเอ็นเอถูกทำลายได้ง่ายมากขึ้น นอกจากนี้เฮกซะวาเลนต์โครเมียมยังถูกสั่งห้าม และจำกัดการใช้ให้มีปริมาณลดน้อยลง

ผลกระทบต่อสุขภาพ ผู้ที่ได้รับสารเฮกซะวาเลนต์โครเมียม จะมีอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง เป็นโรคหอบหืด โรคระบบทางเดินหายใจ อาจทำให้ปอด ตับ ไต และลำไส้ถูกทำลาย มีอาการบวมน้ำ และเจ็บบริเวณกระบังลมหรือลิ้นปี่

โดยข้อมูลการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผามูลฝอยทั่วโลกพบว่าโลหะหนักที่ปล่อยมามากที่สุดคือ ปรอท แมงกานีส ตะกั่ว รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-17

ตารางที่ 2 - 17 การระบายสารโลหะหนักเข้าสู่บรรยากาศจากการเผาขยะมูลฝอยทั่วโลก

โลหะหนัก	การระบายสาร (1,000 ตัน/ปี)	การระบายสาร (% ของการระบายทั้งหมด)
พลวง	0.67	19.0
สารหนู	0.31	3.0
แคดเมียม	0.75	9.0
โครเมียม	0.84	2.0
ทองแดง	1.58	4.0
ตะกั่ว	2.37	20.7
แมงกานีส	8.26	21.0
ปรอท	1.16	32.0
นิกเกิล	0.35	0.6
ซีรีเนียม	0.11	11.0
ดีบุก	0.81	15.0
วานาเดียม	1.15	1.0
สังกะสี	5.90	4.0

ที่มา: Global Anti-Incinerator Alliance Global Alliance for Incinerator Alternatives. Waste Incinerator A drying Technology. Philippines.2003:

2.4.3 ฝุ่นละออง (Particulate Matter)

ทศวรรษ 1980 มีรายงานว่า ในประเทศอังกฤษมีการปล่อยฝุ่นละอองจากเตาเผาขยะชุมชน มีค่าอยู่ระหว่าง 18 - 4,105 mg/m^3 (Williams, 1990) และในประเทศสหรัฐอเมริกาปล่อยฝุ่นละอองจากเตาเผาขยะอันตราย มีค่าอยู่ระหว่าง 4 - 902 mg/m^3 (Dempsey and Oppelt, 1993) ส่วนในประเทศสวีเดนมีการปล่อยฝุ่นละอองเตาเผาขยะชุมชนจำนวน 21 แห่ง ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.003 – 64 mg/m^3 (Greenpeace Nordic, 2000)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

อาการของระบบทางเดินหายใจ ตั้งแต่อาการน้อย เช่น ไอ จาม มีน้ำมูก จนไปถึงการอักเสบของไซนัส เจ็บคอ ไอมีเสมหะ หรือมีไข้ หรืออาจจะมีอาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ได้แก่ หายใจลำบาก เจ็บหน้าอก หรือหายใจมีเสียงดังวี๊ซ (Wheez) เนื่องจากมีการหดตัวของหลอดลม หลอดลมอักเสบ (Bronchitis) ในกลุ่มประชากรที่สัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กในปริมาณที่มาก จะมีอุบัติการณ์ของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบ

สูงกว่า และในรายที่มีโรคประจำตัวอยู่แล้ว เมื่อเกิดโรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) หรือปอดบวม (Pneumoconiosis) จะซ้ำเติมให้การทำงานของหัวใจแย่ลง จนเกิดหัวใจวายได้ (Heart Failure) และปอดเป็นพังผืดจากการระคายเคืองเรื้อรัง (Pneumoconiosis) โดยการที่ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าไปในปอดไประคายเคืองระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง จนเกิดพังผืดขึ้นในเนื้อปอด

สรุปมลพิษอากาศที่ต้องการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศของพนักงานขณะปฏิบัติงานในเตาเผามูลฝอย รวมทั้งข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ค่าการติดตามตรวจสอบความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ (Environmental monitoring) และการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ (Biological monitoring) และมีค่ามาตรฐานของสารแต่ละตัว รายละเอียดดัง**ตารางที่** 2-18

ตารางที่ 2 - 18 สรุป มลพิษอากาศ กับค่า ตัวชี้วัดการรับสัมผัสจากการทำงาน และค่า BEIs

สารมลพิษอากาศ	ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Environmental monitoring กรณีไม่ใช่มะเร็ง		ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Environmental monitoring กรณีมะเร็ง			ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Biological monitoring	
	critical Effect	RfC (mg/m^3)	Cancer Classification	ชนิดมะเร็ง	Unit Risk (per $\mu g/m^3$)	สารบ่งชี้การรับสัมผัสในปัสสาวะ	ค่า BEIs (ACGIH 2010)
Mercury	ระบบประสาท Hand tremor; increases in memory disturbances; slight subjective and objective evidence of autonomic dysfunctio	3×10^{-4} (0.0003)	D (Not classifiable as to human carcinogenicity)	-	Not assessed under the IRIS Program.	Urinary_Mercury	20 (ug/g creatinin)
Cadmium	Urinary - Significant proteinuria	Not assessed under the IRIS Program.	B1 (Probable human carcinogen - based on limited evidence of carcinogenicity in humans)	(Lung, trachea, bronchus cancer deaths)	1.8×10^{-3} 0.0018	Cadmium	5 (ug/g creatinin)
Lead	-	Not assessed under the IRIS Program.	B1 (Probable human carcinogen - based	-	Not assessed under the IRIS Program.	-	-

สารมลพิษอากาศ	ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Environmental monitoring กรณีไม่ใช่มะเร็ง		ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Environmental monitoring กรณีมะเร็ง			ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Biological monitoring	
	critical Effect	RfC (mg/m^3)	Cancer Classification	ชนิดมะเร็ง	Unit Risk (per $\mu g/m^3$)	สารบ่งชี้การรับสัมผัสในปัสสาวะ	ค่า BEIs (ACGIH 2010)
			on limited evidence of carcinogenicity in humans)				
Manganese	ระบบประสาท - Impairment of neurobehavioral function	5×10^{-5} (0.00005)	D (Not classifiable as to human carcinogenicity)	-	Not assessed under the IRIS Program.	-	-
Nickel	-	Not assessed under the IRIS Program.	A (Human carcinogen)	Respiratory (Lung)	4.8×10^{-3} 0.0048	Nickel	70 (ug/g creatinin)
Benzene	ระบบ Immune - Decreased lymphocyte count	3×10^{-2} (0.03)	A (Human carcinogen)	Hematologic (Leukemia)	2.2×10^{-3} ถึง 7.8×10^{-6}	t,t-Muconic acid	ค่ามาตรฐาน 500 ug/g creatinin
Toluene	ระบบประสาท - Neurological effects in occupationally-exposed workerst	5	Inadequate information to assess carcinogenic potential	-	Not assessed under the IRIS Program.	Hippuric acid	1600 mg/g creatinin

สารมลพิษอากาศ	ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Environmental monitoring กรณีไม่ใช่มะเร็ง		ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Environmental monitoring กรณีมะเร็ง			ข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Biological monitoring	
	critical Effect	RfC (mg/m^3)	Cancer Classification	ชนิดมะเร็ง	Unit Risk (per $\mu g/m^3$)	สารบ่งชี้การรับสัมผัสในปัสสาวะ	ค่า BEIs (ACGIH 2010)
Ethylbenzene	ระบบ Developmental - Developmenta toxicity	1	D (Not classifiable as to human carcinogenicity)	-	Not assessed under the IRIS Program.	-	
Xylene	ระบบประสาท - Impaired motor coordination (decreased rotarod performance)	1×10^{-1} (0.1)	Data are inadequate for an assessment of human carcinogenic potential	-	Not assessed under the IRIS Program.	Methy-lHippuric acid	1500 mg/g creatinin
Styrene	ระบบประสาท - CNS effect	1	-	-	Not assessed under the IRIS Program.	Mandelic acid	400 mg/g creatinin

2.5 การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงเป็นกระบวนการในการประเมินของความน่าจะเป็นของที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับอันตราย (hazard) ของสารเคมีหรือเหตุการณ์นั้น และการได้รับอันตราย (exposure) ของสารเคมีหรือเหตุการณ์นั้นๆ การประเมินความเสี่ยงในสิ่งแวดล้อมได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและเป็นเครื่องมือขั้นต้นในการจัดการความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติ US.EPA (1996)กำหนดการประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1) Hazard Identification เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสรุปว่าการได้รับสารเคมีที่กำลังสนใจอยู่นั้นมีผลเสียต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ เนื่องจากมีสารเคมีเพียงไม่กี่สารเท่านั้นที่มีข้อมูลความเป็นพิษในมนุษย์อย่างแน่ชัด ดังนั้น hazard identification ของสารเคมีจึงรวมถึงผลการศึกษาในสัตว์ทดลองด้วย การประเมินความเสี่ยงจะหยุดเพียงแค่ขั้นตอน hazard identification เท่านั้น ถ้าไม่พบว่าการได้รับสารเคมีที่กำลังศึกษาอยู่นี้ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

2) Dose - Response Relationship เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารที่ได้รับและความรุนแรงของความเป็นพิษที่เกิดขึ้นทั้งเชิงคุณภาพ (qualitative) และเชิงปริมาณ (quantitative) ข้อมูลส่วนใหญ่ได้จากการศึกษาในสัตว์ทดลอง และอาจมีบางส่วนที่ได้จากการศึกษาในมนุษย์ ซึ่งการศึกษานี้จะนำข้อมูลในส่วน Dose - Response Relationship มาจากฐานข้อมูลของ US.EPA ตามช่องทางบริการชื่อว่า Integrated Risk Information System หรือ IRIS เข้าถึงได้จาก http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showSubstanceList

3) Exposure Assessment เป็นการประเมินปริมาณสารเคมีที่มนุษย์หนึ่งคนหรือประชากรหนึ่งกลุ่มได้รับจากสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนนี้นับว่ามีความสำคัญอย่างมากของการประเมินความเสี่ยง ทั้งนี้เพราะความเป็นพิษของสารเคมีจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่ได้รับสารนั้น และความรุนแรงของความเป็นพิษขึ้นกับปริมาณของสารที่ได้รับ

4) Risk Characterization การอธิบายลักษณะความเสี่ยงเป็นการรวมเอาข้อมูล และผลการวิเคราะห์จากทั้ง 3 ขั้นตอนมาใช้คำนวณความเสี่ยง เพื่อสรุปถึงความน่าจะเป็นที่จะเกิดอันตรายและความรุนแรงของอันตรายที่เกิดจากการได้รับสารพิษ

- **ความเสี่ยงกรณีที่เป็นมะเร็ง** (จากการรับสัมผัสมลพิษที่เป็นสารก่อมะเร็ง) อธิบายด้วยค่า Cancer risk (หากค่าที่ประเมินเกิน 10^{-6} ถือว่ามีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเกินระดับที่ยอมรับได้ จำเป็นต้องจัดการ)
- **ความเสี่ยงกรณีไม่ใช่มะเร็ง** จะอธิบายตามลักษณะความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ได้เคยมีการศึกษาและมีการระบุค่าอ้างอิงไว้ (Critical Effect และ Reference dose/Reference concentration) อธิบายด้วยค่า Hazard quotient และ Hazard Index (หากค่าที่ประเมินเกิน 1 ถือว่ามีความเสี่ยงในระดับที่จำเป็นต้องจัดการ)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับข้อมูลผลกระทบที่เกิดจากการกำจัดมูลฝอยชุมชน หรือ เป็นมูลฝอยติดเชื้อ โดยวิธีการใช้เตาเผาโดยการศึกษาทบทวนวรรณกรรม บทความวิจัย ทั้งภายในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยติดเชื้อตัวอย่างเช่น บทความวิจัย หมายบทความที่มีการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเผามูลฝอยติดเชื้อในเตาเผาแล้วทำให้เกิดการปลดปล่อยมลพิษเข้าสู่สิ่งแวดล้อมทางอากาศผ่านเถ้าลอย ก๊าซ สารแขวนลอยต่างๆ โลหะหนัก ที่สาคัญๆ ได้แก่ ไดออกซิน (Polychlorinated dibengo-p-dioxins หรือเรียกชื่อย่อว่า PCDDs) ฟิวแรน (Polychlorinated dibenzo-furans หรือเรียกชื่อย่อว่า PCDFs) สาร polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (Chen et al, 2009; Li, 2010; Mari, 2007; Hoyos, 2008; Gao, 2009; Karademir, 2004; Mao, 2007; Schuhmacher, Domingo, 2006) สารอนินทรีย์ที่ประกอบด้วยโลหะหนักต่างๆ ที่ปนเปื้อนกับเถ้าจากการเผาไหม้ กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง (Singh, Prakash, 2007) ซึ่งความเป็นพิษของสารอันตรายเหล่านี้ มีความเป็นพิษเฉียบพลัน เรื้อรังต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสารก่อมะเร็ง เป็นพิษต่อระบบประสาทเป็นพิษต่อภูมิคุ้มกัน เกิดความผิดปกติต่อการสืบพันธุ์ เกิดความผิดปกติในทารก เป็นต้น สำหรับไดออกซินเป็นชื่อเรียกกลุ่มสารเคมีที่มี โครงสร้างเกี่ยวข้องกับ สารพวก poly-chlorinated dibenzo-para-dioxins (PCDDs) และ polychlorinateddibenzofurans (PCDFs) และ poly-chlorinated biphenyls (PCBs) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 419 ชนิด แต่จะมีเพียง 30 ชนิดที่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิต โดยที่กลุ่มทางเคมี 2,3,7,8 tetrachlorodibenzo-para-dioxin (TCDD) จะมีพิษมากที่สุด สารไดออกซินเป็นสารที่มีความคงตัวสูง เมื่อเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตจะสามารถละลายในไขมันได้ดี และจะมีวงจรครึ่งชีพอยู่ได้นานถึงประมาณ 7 ปี เมื่ออยู่ในธรรมชาติสารไดออกซินจะเข้าไปสะสมอยู่ในวงจรห่วงโซ่ของอาหารของสิ่งมีชีวิต สารไดออกซินเกิดจากการเผาสารอินทรีย์ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ กิจกรรมที่ถูกเพ่งเล็งมากที่สุดว่าเป็นสาเหตุของการเกิดไดออกซินคือการเผาขยะ เนื่องจากมักจะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ถ้ามนุษย์ได้รับสารไดออกซินในปริมาณสูงในระยะแรกจะเกิดการทำลายที่ผิวหนัง เช่น เป็นผื่นและไหม้ดำ จากนั้นจะมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของตับ ในระยะยาวจะมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของระบบภูมิ-คุ้มกันของร่างกาย ระบบประสาท ระบบต่อมไร้ท่อ และระบบสืบพันธุ์ ถ้าได้รับสารไดออกซินเป็นระยะเวลานานจะทาให้เกิดมะเร็งหลายชนิด ผลกระทบต่อสุขภาพจากการเผามูลฝอย อาจแยกผลกระทบจากประเด็นการศึกษาวิจัยที่เกิดขึ้น ดังนี้

2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเผามูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยติดเชื้อ(Occupational Health Impacts)

คนงานที่ทางานเกี่ยวข้องเตาเผามูลฝอยชุมชน มีความกังวลห่วงใยที่ต้องเผชิญกับการได้รับสารไดออกซินและสารพิษอื่นๆในกากเถ้า โดยความเป็นไปได้ที่ต้องทางานในขั้นตอนการเก็บกวาดล้างกากเถ้า (Schecter et al., 1991) นอกจากนั้น NIOSH (1995) ยังได้กาหนดการควบคุมเทคโนโลยีต่างๆ ให้มีระดับความปลอดภัยสูงสุดของคนงานที่ต้องทางานกับเตาเผามูลฝอยที่ต้องเผชิญกับไดออกซิน และโลหะหนักต่างๆ ฝุ่นที่ปนเปื้อนตะกั่ว แคดเมียม และปรอท

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของ 94 คนงานที่ทำงานในโรงงานกำจัดมูลฝอยที่ใช้เตาเผาในประเทศญี่ปุ่น โดยพบมากกว่า 3.7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่อาศัยใกล้เคียงแต่ไม่ได้ทำงานในโรงงานกำจัดมูลฝอยนั้น (Kitamura et al, 2000) ทำนองเดียวกับการศึกษาของ Schecter et al (1991) ที่เปรียบเทียบการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของ 56 คนงานชายในโรงงานเตาเผามูลฝอยชุมชน พบว่ามีระดับสารไดออกซินในเลือดมากกว่าร้อยละ 30 ของกลุ่มควบคุมที่เป็นชายที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสารพิษต่างๆ

แต่ผลการศึกษาที่แตกต่างออกไปของ Papke et al (1993) ไม่พบการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของคนงานเตาเผามูลฝอยชุมชน 10 คนในประเทศเยอรมัน ไม่สูงเกินเกณฑ์ปกติ และ Papke et al (1994) ก็ไม่พบการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของคนงาน 31 คนงานที่ทางานเตาเผาของเสียอันตรายในประเทศเยอรมัน แต่พบการปนเปื้อนของสารฟิวแรน (hepta- and hexa-dibenzofurans) ในเลือดสูงเกินเกณฑ์จำนวน 2 คน นอกจากนี้ การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางสารพันธุกรรมของคนงานที่ทางานที่เกี่ยวข้องกับเตาเผามูลฝอยของ Wultsch et al. (2011) โดยตรวจสอบความเสียหายของดีเอ็นเอ (DNAdamage) ที่ใช้วิธีตรวจสอบค่าเฉลี่ยของ single-cell gel electrophoresis (SCGE) และวิธี micronucleus (MN) assays ในเซลเม็ดเลือดขาว (lymphocytes) ของแต่ละคนงานจำนวน 23 รายที่ทำงานเกี่ยวข้องเตาเผามูลฝอยนานระหว่าง 1-11 เดือนในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย เปรียบเทียบกับบุคคลที่ไม่ได้ทำงานหรือเกี่ยวข้องกับเตาเผามูลฝอยจำนวน 19 ราย พบว่า ไม่มีความเสียหายของดีเอ็นเอและ MN ที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ตรวจสอบทั้งสองกลุ่ม Kitamura et al (2000) ได้ทำการสอบสวนการเจ็บป่วยของคนงาน 94 รายที่ทำงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยชุมชนในประเทศญี่ปุ่น ที่ทำการเผาระหว่างปี 1988-1997 และถูกปิดโรงงานไปเนื่องจากพบว่ามีการปนเปื้อนของสารไดออกซินลงสู่ดินในท้องที่นั้น โดยตรวจพบสารไดออกซินในเลือดของคนงานระหว่าง 13.3-805.8 ppt TEQ, ค่าเฉลี่ย 93.5 ppt TEQ ซึ่งพบว่า ระดับสารไดออกซินในเลือดที่สูงเกิน 100 ppt TEQ มีความสัมพันธ์กับ hyperlipidemia อย่างชัดเจน นอกจากนั้น Schecter et al. (1999) พบว่ามีคนงาน 2 คนที่ทำงานในเตาเผากำจัดของเสียหลายปีในประเทศญี่ปุ่น มีการปนเปื้อนระดับสารไดออกซินในเลือดค่อนข้างสูง คนหนึ่งมีระดับสารไดออกซินในเลือดสูงถึง 360 ppt TEQ เกิดอาการ Chloracne ซึ่งเป็นอาการทางผิวหนังอย่างหนึ่งที่เกิดจากการรับสัมผัสไดออกซิน ส่วนอีกคนมีระดับสารไดออกซินในเลือด 278 ppt TEQ ไม่เกิดอาการทางผิวหนังใดๆ

2.6.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพกับประชาชนที่อาศัยโดยรอบเตาเผามูลฝอย (Health Impacts on Population Living near to Incinerators)

การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากสารไดออกซินและฟิวแรน ที่เกิดจากการใช้เตาเผามูลฝอยในประเทศฝรั่งเศส ที่พบการเกิด non-Hodgkin's lymphoma (NHL) จากสารไดออกซิน/ฟิวแรน ในประชาชนที่ได้รับสัมผัสมากสุดที่อาศัยอยู่ใกล้เตาเผา (RR 1.120, 95% CI=1.002 – 1.251) (Viel et al, 2008) เตาเผาในประเทศอิตาลีก็เช่นกัน ที่พบโรค Sarcoma มากเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรที่ได้รับสัมผัสสูงสุด (RR 3.30, 95%CI= 1.24-8.76) (Zambon et al, 2007)

การศึกษาทางวิทยาการระบาดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางห่างจากเตาเผามูลฝอยกับการเกิดโรคภูมิแพ้และโรคทั่วไปของเด็กนักเรียนอายุ 6-12 ปี จำนวน 450,807 ในเมืองโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่นของ Miyake et al (2005) พบว่า เด็กนักเรียนของโรงเรียนในระยะภายใน 4 ก.ม. มีอัตราการเกิดอาการหายใจหอบ (wheeze) ปวดศีรษะ (headache) ปวดท้อง (stomach ache) เหนื่อยอ่อนเพลีย (fatigue) มากกว่าโรงเรียนที่ห่างไปอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติ (adjusted odds ratios [95% confidence intervals] สำหรับระยะใกล้สุดเปรียบเทียบระยะไกลสุด =1.08 [1.01–1.15], 1.05 [1.00–1.11], 1.06 [1.01–1.11], and 1.12 [1.08–1.17], ตามลำดับ) แต่ไม่ความแตกต่างในการเกิดโรคภูมิแพ้ อีกทั้งยังมีรายงานการศึกษาวิทยาการระบาดเกี่ยวกับมะเร็ง 2 ชนิด คือ Soft tissue sarcoma และ non-Hodgkin’s lymphoma ที่พบในประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้กับเตาเผามูลฝอยชุมชน ที่มีการปนเปื้อนของไดออกซินจากเตาเผาที่มีปริมาณค่อนข้างสูง ซึ่งพบมะเร็งทั้งสองชนิดนี้มากกว่าประชาชนที่อยู่ห่างไกลออกไปอย่างมีความแตกต่างชัดเจน (Viel et

al,2000) และ Knox; Gilman (1998) ชี้ให้เห็นว่าเตาเผามูลฝอยติดเชื้อที่ขนาดใหญ่ใช้อุณหภูมิสูงในการเผาไหม้ที่ก่อให้เกิด VOCs มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของมะเร็งในเด็กใหม่ที่บิดามารดาอาศัยอยู่ใกล้เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ Gonzalez et al. (2000) รายงานการตรวจสอบการรับสัมผัสสารไดออกซินในเลือดของประชาชนที่อาศัยห่างจากที่ตั้งของเตาเผาที่สร้างขึ้นใหม่ในเมือ Mataro ประเทศสเปน โดยเก็บตัวอย่างเลือดของประชาชนจำนวน 104 คนที่อาศัยอยู่ห่างเตาเผาระยะ 0.5, 1.5 กิโลเมตร และจานวน 97 คนที่อาศัยอยู่ห่างเตาเผาระยะ 3.5-4.0 กิโลเมตร ในปี ค.ศ.1995 ซึ่งเป็นปีที่ก่อนติดตั้งเตาเผา เปรียบเทียบตัวอย่างในกลุ่มเดียวกันหลังปี 1997 ที่ได้มีการเผาแล้ว 2 ปี พบว่ามีระดับสารไดออกซิน และ PCBs ในเลือดเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 25 และร้อยละ 12 ตามลาดับในประชาชนทั้งสองกลุ่ม โดยที่ตรวจสอบสารไดออกซินที่ปล่อยออกจากปล่องเตาเผาอยู่ในระหว่าง 0.98-2.5 ng TEQ/m3

การศึกษาในประเทศญี่ปุ่นที่การปนเปื้อนของสารไดออกซินในดินของพื้นที่ใกล้เคียงกับที่ตั้งเตาเผามูลฝอยชุมชน และเป็นพื้นที่ที่พบว่ามีอัตราการป่วยของโรคมะเร็งสูงเป็น 2 เท่า (Miyata et al., 1998) โดยเป็นการเก็บตัวอย่างเลือดจากผู้หญิง 13 คน และชาย 5 คนที่อาศัยอยู่ห่างจากที่ตั้งเผาเผามูลฝอยนั้น 2 กิโลเมตร พบว่า มีระดับการปนเปื้อนของสารไดออกซินเฉลี่ย 149 pg TEQ/g lipid ในผู้หญิง และ 81 pg TEQ/g ในผู้ชาย ซึ่งสูงกว่าในประชาชนทั่วไปที่พบอยู่ระหว่าง 15-29 pg TEQ/g lipid สำหรับการปนเปื้อนของโลหะหนักของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงเตาเผาของเสียอันตรายในประเทศฟินแลนด์ พบว่ามีการปนเปื้อนของสารปรอท 0.16, 0.13, 0.003 mg/kg ในเส้นผมของประชาชน
จำนวน 113 คนที่อาศัยอยู่ห่างระยะ 1.5-2, 2.5-3.7; 5 กิโลเมตรจากเตาเผาตามลาดับ (Kurttio et al., 1998)

แต่ผลการศึกษาแตกต่างจาก Zubero et al. (2010) ที่ทาการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 และ 2008 โดยตรวจสอบสารตะกั่วในเลือด และสารแคดเมียม โครเมียม และปรอทในปัสสาวะของประชาชนที่เป็นสมัครใจตรวจ จำนวน 95 คน (ปี 2006) และจำนวน 107 คน (ปี 2008) ซึ่งมีบุคคลที่ตรวจทั้งสองครั้งจำนวน 62 คน โดยเปรียบเทียบที่อยู่อาศัยตั้งอยู่ระยะห่างจากที่ตั้งเตาเผามูลฝอยชุมชนในเมือง Bilbao ประเทศสเปน ประมาณไม่เกิน 2 กิโลเมตร ระยะห่าง 5 กิโลเมตร และมากกว่า 5 กิโลเมตร ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติของระดับแคดเมียม โครเมียม ปรอทในปัสสาวะ ที่ระดับความเชื่อมั่นของความสัมพันธ์ 95% ($p > 0.05$) แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติของระดับตะกั่วในเลือด ที่ระดับความเชื่อมัน $r = 0.63$, $p < 0.001$

2.6.3 งานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนมลสารจากการเผามูลฝอย (Environmental Contamination)

การศึกษาที่ตรวจพบระดับไดออกซินและฟิวแรน (PCDDs; PCDFs) ในบรรยากาศ ลดลง 100-1000 เท่าของระดับที่กาหนดในสหภาพยุโรป หลังจากมีการใช้เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ 2 เตาในเมือง Porto ประเทศโปรตุเกส มาตั้งแต่ปี ค.ศ.1998 - ม.ค.2001 และมีหยุดใช้การของเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ 2 เตา ในปี ค.ศ.2001 แสดงว่า ปริมาณ PCDD/F เกิดขึ้นจากการเผามูลฝอยติดเชื้อ (Coutinho et al, 2006) เช่นกันก็พบปริมาณ PCDD/F เกิดขึ้นในบรรยากาศจากใช้เตาเผามูลฝอยติดเชื้อเช่นกัน ในเมือง Xiangfan จังหวัด Hubei ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (Xie et at, 2009) ยังมีเครือข่ายนานาชาติที่ทำงานเกี่ยวกับไดออกซิน (Dioxin, PCBs and Waste Working Group of the International POPs Elimination Network (IPEN) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปนเปื้อนของสารไดออกซินที่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมรอบๆบริเวณนั้นอันเกิดจากการเผามูลฝอยในเตาเผา พบว่า มีการปนเปื้อนของสารไดออกซินในตัวอย่างไข่ไก่ที่เก็บจากบริเวณห่างจากเตาเผามูล

ฝอยติดเชื้อประมาณ 0.5 กิโลเมตร ของโรงพยาบาล Queen Mary's Hospital, ในเมือง Uttar Pradesh ประเทศอินเดีย มีระดับสารไดออกซินมากกว่า 16 เท่าของค่าที่กาหนดในมาตรฐานของสหภาพยุโรป และระดับ PCBs ก็พบค่าที่สูงกว่าประมาณ 4.7 เท่า

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาตรวจพบโลหะหนักชนิดต่างๆ ที่เหลือปะปนมากับขี้เถ้า และฝุ่นเถ้า ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ดังเช่น การศึกษาของ Zhao et al (2008) ได้เก็บ14 ตัวอย่างเถ้าจม (bottle ash) และ 8 ตัวอย่างเถ้าลอย (fly ash) จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อโรงพยาบาล 4 โรงงาน พบปริมาณของโลหะหนัก Ag, As, Ba, Bi, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Ti, Sb, Sn, Sr, Zn ระหว่าง 1.1–121,411 มก./กก. เช่นเดียวกับการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในตัวอย่างดินและหญ้า ที่อยู่บริเวณใกล้เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ปี ค.ศ. 2004-2005 ในประเทศสเปนของ Ferre Huguet et al (2007) พบว่า ปริมาณโลหะหนัก As, Be, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Tl และ V ในตัวอย่างดิน สูงสุด 304.5 และต่าสุด 0.15 lg/g ในตัวอย่างหญ้า พบ As, Be, Cr, Tl ปริมาณน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่อยู่ห่างไกลออกไป

2.6.4 การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากเตาเผามูลฝอยในประเทศไทย

การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเตาเผามูลฝอยในประเทศไทยที่มีการตีพิมพ์ลงในวารสารต่างๆ นั้น มีจำนวนจำกัด เช่น ผลการติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองขนาด 9.5, 9.5-4.75, 4.75-0.5, และ < 0.5 มม. และโลหะหนัก 4 ชนิดคือ Pb, Af, Fe และ Zn ในเถ้าจม (bottle ash) ของเตาเผามูลฝอยติดเชื้อโรงพยาบาลราชสีมา-ธนบุรี จังหวัดนครราชสีมาระหว่างเดือนตุลาคม 2001 ถึงกุมภาพันธ์ 2002 จานวน 25 ตัวอย่าง ของ Racho; Jindal, (2004) พบว่าปริมาณเฉลี่ยของ Pb, Ag, Fe; Zn ที่ศึกษาในกากเถ้าที่ก้นเตาเผา เท่ากับ 765.3, 327.9, 314, 121.2, 18,710.7 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กาหนดของ U.S.EPA และของประเทศไทยความเข้มข้นของ ตะกั่ว เงิน เหล็ก และ สังกะสี ในน้ำชะล้างขี้เถ้าก้นเตาเผาขยะติดเชื้อพบว่ามีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.08, 0.07, 0.21 และ 0.26 มก./ลิตร ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในชะล้างขี้เถ้าไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

การศึกษาของ สุพร ผดุงศุภไลย และ ชุตินาถ ทัศจันทร์ (2551) เพื่อทราบสถานการณ์การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลในส่วนภูมิภาคที่สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข 820 แห่งในปี 2549 โดยวิธีการสารวจและสอบถามผู้ปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล พบว่า โรงพยาบาลผลิตมูลฝอย ติดเชื้อเฉลี่ยวันละ0.46 กก./เตียง โรงพยาบาลร้อยละ 97 มีเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ โรงพยาบาลชุมชนร้อยละ 87.1 มีเตาเผาขนาด 25-50 กก./ชม. ส่วนโรงพยาบาลศูนย์/โรงพยาบาลทั่วไปร้อยละ 73.1 มีเตาเผาขนาด 100-180 กก./ชม เตาเผาร้อยละ 65.14 อยู่ในสภาพดี/หรือพอใช้ ที่เหลืออยู่ในสภาพชำรุด ประเด็นการใช้งาน พบว่ามีการใช้เตาเผาสม่าเสมอเพียงร้อยละ 54.9 เนื่องจากโรงพยาบาลบางแห่งได้ส่งมูลฝอยติดเชื้อให้ หน่วยงานอื่นกำจัดแทน สำหรับการกาจัดมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาล ร้อยละ 62.32 เผาเองในโรงพยาบาล รองลงมาใช้บริการของเอกชน องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น และโรงพยาบาลอื่น ร้อยละ 23.2, 4.9 และ 3.6 ตามลำดับ โรงพยาบาลชุมชนร้อยละ 1.1 ยังกำจัดขยะไม่ถูกต้อง

อนงค์ หาญสกุล และคณะ (2553) รายงานว่า การจัดการมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาล 12 โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขของในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทยที่ให้บริษัทเอกชน มานำขยะติดเชื้อไปกำจัดนอกสถานที่ พบว่า โรงพยาบาลส่วนใหญ่มีการวางแผนและกาหนดนโยบายสำหรับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ แต่ในด้านการปฏิบัติยังไม่สามารถปฏิบัติได้ถูกต้อง ครอบคลุมและดำเนินการต่อเนื่องตามกฎกระทรวงว่าด้วยการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2545 โดยโรงพยาบาลส่วน

ใหญ่ไม่มีเส้นทางขนส่งมูลฝอยติดเชื้อ แยกออกต่างหากจากการขนส่งมูลฝอยทั่วไปส่วนทางด้านรถขนส่งมูลฝอยติดเชื้อที่ใช้ยังไม่ได้มาตรฐาน และบางโรงพยาบาลยังไม่มีรถเก็บขนใช้ในการปฏิบัติงาน ในส่วนของพนักงานเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลยังขาดความรู้ และความตระหนักในการป้องกันอันตรายส่วนบุคคลจากการทำงานขนส่งมูลฝอยติดเชื้อ ตลอดจนโครงสร้างของโรงพักมูลฝอยติดเชื้อ และการจัดเก็บพักมูลฝอยติดเชื้อ ยังไม่ได้มาตรฐานไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิของมูลฝอยติดเชื้อในกรณีที่บริษัทไม่สามารถมาเก็บขนได้ตามระยะเวลาที่กาหนดไว้ พบกลิ่นเหม็นของมูลฝอยติดเชื้อฟุ้งกระจาย ส่วนในด้านพนักงานขอบริษัทเอกชนในการขนส่งมูลฝอยติดเชื้อเองยังขาดความรู้ และความตระหนักในการป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ ขาดการอบรมก่อนปฏิบัติงาน และท้ายสุดประเทศไทยเองยังไม่มีมาตรฐานในการจัดทาระบบเอกสารกากับการขนส่งมูลฝอยติดเชื้อที่ชัดเจน

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 การออกแบบงานวิจัย

รูปแบบการศึกษา การศึกษานี้เป็น การศึกษาภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Study) โดยออกแบบการวิจัยให้ตอบวัตถุประสงค์เฉพาะทั้ง 4 ข้อ โดยจะเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล4 ส่วน ได้แก่

1) เพื่อศึกษาปริมาณของมลพิษอากาศจากเตาเผามูลฝอย

2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในเตาเผามูลฝอย

3) เพื่อศึกษาการรับรู้ผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบเตาเผามูลฝอย

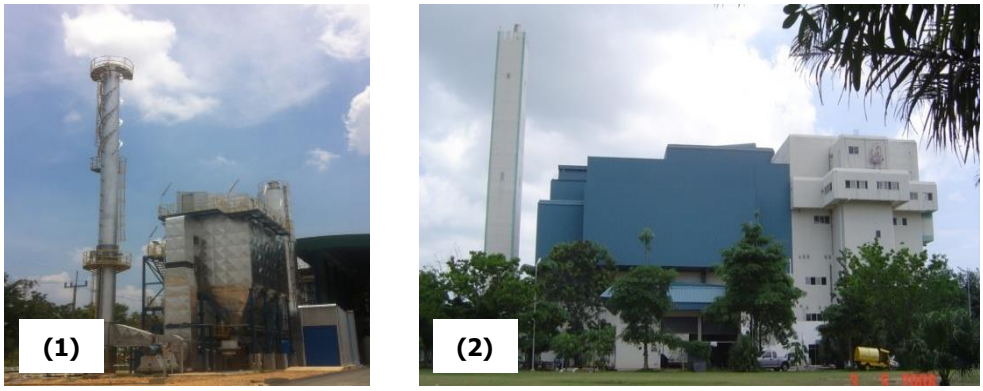
4) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศของผู้ปฏิบัติงานและประชาชนที่อาศัยโดยรอบเตาเผามูลฝอย

3.2 พื้นที่ศึกษา

ศึกษาโรงงานเผามูลฝอยแห่งหนึ่งในจังหวัดภูเก็ตและในจังหวัดสงขลา กำหนดพื้นที่ศึกษาให้อยู่ในรัศมี 5 กิโลเมตรจากโรงงานเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า

- พื้นที่จังหวัดภูเก็ตจะอยู่ในเขตตำบลวิชิต ตำบลตลาดเหนือ ตำบลตลาดใหญ่ อำเภอเมือง
- พื้นที่จังหวัดสงขลา อยู่ในเขตเทศบาลเมืองควนลัง อำเภอหาดใหญ่

ซึ่งดำเนินการประสานงานในพื้นที่ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กำหนดการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล รวมทั้งการคืนข้อมูลผลการศึกษาแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนในพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดระยะเวลาในการดำเนินการตั้งแต่พฤศจิกายน 2558 –มกราคม 2560

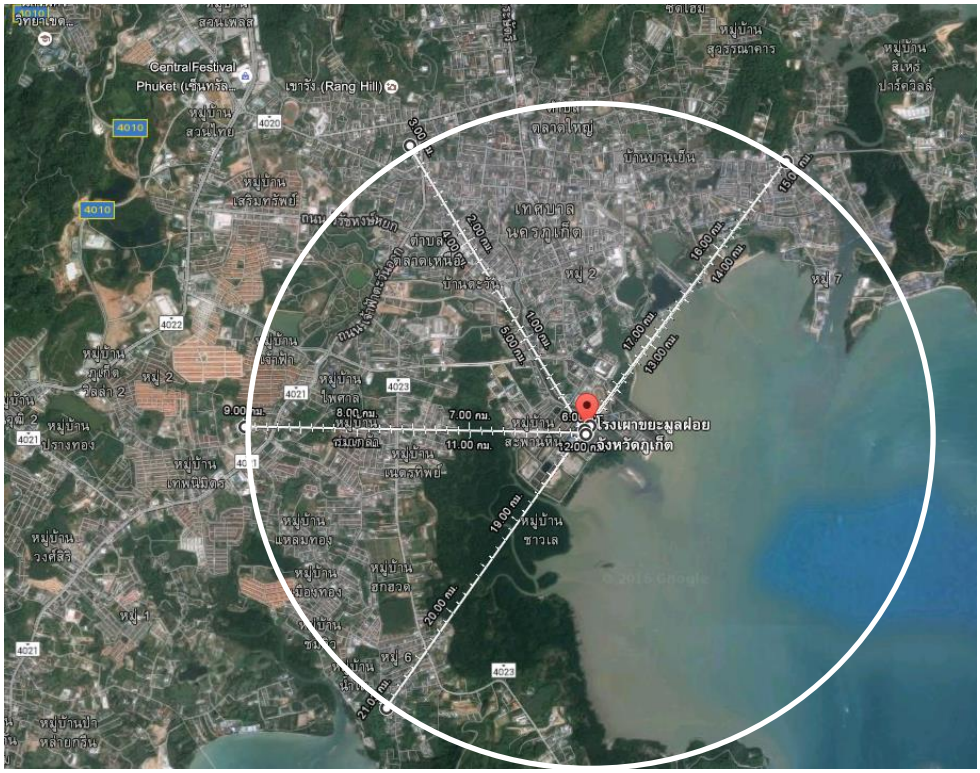


รูปภาพที่ 3 - 1 ภาพแสดงพื้นที่ศึกษา

(1) ศึกษาโรงงานเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้าจังหวัดสงขลา (2) ศึกษาโรงงานเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้าจังหวัดภูเก็ต

รูปภาพที่ 3 - 2 แสดงพื้นที่ศึกษาจังหวัดสงขลา

ในรัศมี 5 กิโลเมตร จะอยู่ในเขตเทศบาลเมืองควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



รูปภาพที่ 3 - 3 แสดงพื้นที่ศึกษาจังหวัดภูเก็ต

ในรัศมี 5 กิโลเมตร จะอยู่ในเขตตำบลวิชิต ตำบลตลาดเหนือ ตำบลตลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต

3.3 ประชากรที่ศึกษา

แบ่งประชากรศึกษาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.3.1 พนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า พื้นที่จังหวัดภูเก็ต จำนวน 30 คน และพื้นที่จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน โดยเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือ เป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกงานป้อนเชื้อเพลิง หรืองานควบคุมเผาไหม้ หรืองานสำนักงาน และทำงานในตำแหน่งดังกล่าวอย่างน้อย 6 เดือน มีเกณฑ์การคัดการออก (Exclusion Criteria) คือ หากพนักงานคนนั้น ตั้งครรภ์ หรือป่วยเป็นโรคเรื้อรัง ได้แก่ เบาหวาน หัวใจ มะเร็ง

3.3.2 ประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า ในรัศมี 5 กิโลเมตร ดังนี้

- พื้นที่จังหวัดภูเก็ต ประชากรที่อาศัยในเขตตำบลวิชิต ตำบลตลาดเหนือ ตำบลตลาดใหญ่ อำเภอเมือง มีจำนวนประชากรกลางปี 42,429 คน คำนวณขนาดตัวอย่าง **ด้วยการประมาณค่าสัดส่วน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 5%** ได้ขนาดตัวอย่าง 184 คน

- พื้นที่จังหวัดสงขลาในเขตเทศบาลเมืองควนลัง อำเภอหาดใหญ่ มีจำนวนประชากรกลางปีจำนวน 40,336 คน คำนวณขนาดตัวอย่างด้วยด้วยการประมาณค่าสัดส่วน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 5% ได้ขนาดตัวอย่าง 184 คน

โดยเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือ เป็นผู้อาศัยอยู่ในพื้นที่และอายุ 15 ปีขึ้นไป และมีเกณฑ์การคัดการออก (Exclusion Criteria) คือ ไม่สามารถสื่อสารด้วยภาษาไทย

3.4 เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

3.4.1) การศึกษาปริมาณความเข้มของมลพิษอากาศจากโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า

1) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างอากาศ ตามระยะทาง จำนวน 3 จุด ได้แก่ รัศมี 0.5 กิโลเมตร รัศมี 1 กิโลเมตร และที่รัศมี 3 กิโลเมตร โดยเก็บตัวอย่างอากาศ 2 ช่วง คือ ช่วง มี.ค-เม.ย.2559 และ ช่วง มิ.ย.-ก.ค.2559 โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างอากาศจากการทำนายการกระจายตัวของมลพิษอากาศด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดจุดตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมหรือจุดเก็บตัวอย่างอากาศ โดยมีสมมติฐานว่ามลพิษจากปล่องระบายอากาศของเตาเผามูลฝอยจะกระจายตัวไปทั่วบริเวณโดยรอบ และโปรแกรมทางคณิตศาสตร์จะทำนายบริเวณหรือพื้นที่ที่พบความเข้มข้นของมลพิษอากาศสูงสุดในระยะรัศมี 0-1 กิโลเมตร ระยะรัศมี 1-3 กิโลเมตร และระยะรัศมี 3-5 กิโลเมตร จากนั้นจึงทำการเก็บตัวอย่างอากาศในบริเวณดังกล่าว มีวิธีการและผลการใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ดำเนินการศึกษาโดยกำหนดขอบเขตการศึกษาในพื้นที่ 10x10 ตารางกิโลเมตร (รัศมี 5 กิโลเมตร)ครอบคลุมตามขอบเขตดำเนินงานโดยพื้นที่โครงการจะอยู่ประมาณกึ่งกลางของพื้นที่ที่ศึกษาระบบจุดสังเกตหลักใช้ระบบ Cartesian Grid จานวน 41 จุดในแนวเหนือใต้และ 41 จุดในแนวตะวันตกและตะวันออกแต่ละจุดสังเกตห่างกัน 250 เมตรรวมทั้งสิ้น 1681 จุดสังเกต

1.2) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 1 ชั่วโมงและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมงสาหรับทิศทางลมความเร็วลมและอุณหภูมิความสูงฐานเมฆและข้อมูลปริมาณเมฆ

ปกคลุมท้องฟ้า โดยใช้ข้อมูลรายชั่วโมงในปี พ.ศ. 2558 ส่วนในชั่วโมงที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีข้อมูลใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมงในปี พ.ศ. 2558 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2556 ทดแทนตามลำดับสำหรับลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อใช้ในการประเมินดัชนีลักษณะเฉพาะพื้นที่ (Abedo, Bowen Ratio และ Surface Roughtness Length) ใช้ตำแหน่งของสถานีอุตุนิยมวิทยาหาดใหญ่และภูเก็ต สำหรับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับสูงนำข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาหาดใหญ่และภูเก็ตของกรมอุตุนิยมวิทยาปี พ.ศ. 2556-2558 โดยใช้ข้อมูลในปีพ.ศ. 2558 เป็นหลัก

1.3) ข้อมูลแหล่งกำเนิด ข้อมูลตำแหน่งของแหล่งกำเนิดความสูงของแหล่งกำเนิดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในปล่องความเร็วก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องอุณหภูมิก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องอัตราการปล่อยมลพิษได้แก่ฝุ่นละอองรวม (TSP)ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO2) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) และไดออกซิน (Total PCDD/PCDF) ได้จากการตรวจวัดจริง ซึ่งได้ข้อข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศปลายปล่องจากกรมควบคุมมลพิษ.สำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน2.5 ไมครอน (PM2.5) สารหนู (As) ใช้ข้อมูลสัดส่วนของฝุ่นขนาดต่างๆในฝุ่นละอองทั้งหมดและปริมาณโลหะหนักสาหรับฝุ่นจากเตาเผาขยะชุมชนซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมไว้โดยองค์กรป้องกันสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United State Environmental Protection Agency, U.S. EPA) ปรากฏในเอกสาร The Compilation of Air Pollutants Emission Factors, AP42

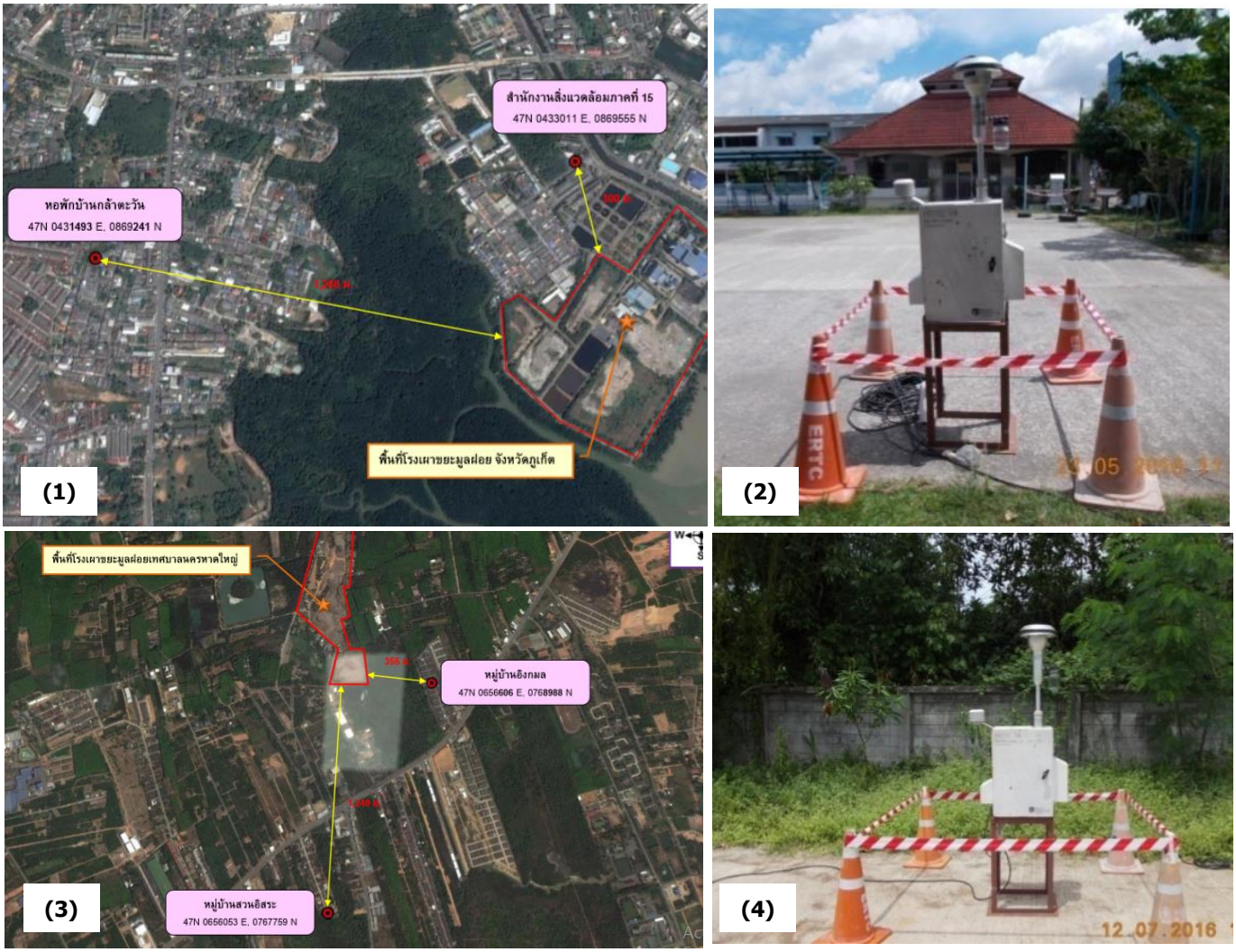
1.4) ผลการทำนายความเข้มข้นของมลพิษอากาศ ได้ความเข้มข้นของมลพิษอากาศแต่ละตัวโดย พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5ไมครอนค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุดคือ 0.04838 และ 0.00134 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับโดยความเข้มข้นณจุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่กำหนดไว้ไม่เกิน 50 และ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ ซึ่งจุดที่พบความเข้มข้นสูงสุด ในระยะรัศมี 0-1 กิโลเมตร ระยะรัศมี 1-3 กิโลเมตร และระยะรัศมี 3-5 กิโลเมตร ปรากฏในแผนที่ในภาคผนวก ข

2) เก็บตัวอย่างอากาศและตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยพารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ ไดแก่

2.1) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ตั้งสถานีตรวจต่อเนื่อง 7 วัน โดยใช้วิธีเก็บตัวอย่างตาม U.S. EPA 40 CFR Part 53 และวิเคราะห์ความเข้มข้นของ PM 2.5 ในบรรยากาศ ด้วยวิธี PM2.5 Dichotomous Sampler, Gravimetric Method

2.2) ปริมาณสารกลุ่มไดออกซินไดออกซิน (Dioxin) เก็บตัวอย่างอากาศตามมาตรฐานของกระทรวงสิ่งแวดล้อมประเทศญี่ปุ่น โดยตัวอย่างอากาศจะใช้การดูดอากาศด้วยปั๊มผ่านกระดาษกรอง (Quartz Fiber Filter) ซึ่งทำการเติม sampling spike และโพลียูรีเทนโฟม (PUF) ด้วยเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิด High Volume Air Sampler ยี่ห้อ Sibata รุ่น HV1000R เป็นการเก็บต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง รวม 3 วัน และตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีความละเอียดสูง (Gas Chromatography High Resolution Mass Spectrometer) ตรวจวิเคราะห์โดยสถาบันไดออกซินแห่งชาติ

2.3) ปริมาณฝุ่นละออง (TSP) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูป ของไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ความทึบแสง (Opacity) ปริมาณสารปรอทในฝุ่นละออง (Hg) ปริมาณแคดเมียมในฝุ่นละออง (Cd) ปริมาณสารตะกั่วในฝุ่นละออง (Pb) วิธีการตรวจวัดเป็นไปตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ โดยประสานความร่วมมือกับกรมควบคุมมลพิษ



รูปภาพที่ 3 - 4 แสดงจุดเก็บตัวอย่างและการตั้งจุดเก็บตัวอย่างอากาศ

3) การศึกษาพฤติกรรมสุขภาพในการป้องกันตัวเองของผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้ แบบสอบถาม เก็บข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป (เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง) ข้อมูลการปฏิบัติงาน (หน้าที่ในการทำงาน เวลาการทำงาน (ชั่วโมง/วัน) ความถี่ของการทำงาน (วัน/สัปดาห์) ระยะเวลางาน (ปี) และพฤติกรรมสุขภาพในการป้องกัน

4) การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพและผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า

4.1) เครื่องมือเก็บข้อมูล ใช้แบบสอบถาม ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ส่วน ได้แก่

- ข้อมูลทั่วไป (Socio-Demographic)
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้ความเสี่ยงจากโรงไฟฟ้าขยะ (Perception)
- ข้อมูลผลการะทบที่ได้รับจากโรงไฟฟ้าขยะ (Impact)

4.2) แบบสอบถามผ่านการตรวจสอบคุณภาพและการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยกรมอนามัย รายละเอียดตามภาคผนวก

5) การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า และของประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย และประชาชนที่อาศัยโดยรอบ โดยใช้ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการ และคุณภาพอากาศในบรรยากาศบริเวณชุมชน มาใช้ในการประเมินความเสี่ยงตามวิธีการของ US.EPA ดังนี้

$$EC = (CA \times ET \times EF \times ED) / AT$$

และประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง (Cancer Risk) จากการรับสัมผัสเบนซีนในบรรยากาศ (ซึ่งเสี่ยงต่อ leukemia) โดยคำนวณค่าความเสี่ยงจากสมการ

$$\text{Cancer risk} = IUR \times EC$$

ประเมินความเสี่ยงกรณีที่ไม่ใช่การก่อมะเร็ง (Non-carcinogenic risk) จากการรับสัมผัสเอธิลเบนซีนในบรรยากาศ (ซึ่งเสี่ยงต่อ liver hepatocellular adenoma or carcinoma) และของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน ไซลีน สไตรีน (เสี่ยงต่อพัฒนาการและระบบประสาท) โดยคำนวณค่าความเสี่ยงจากสมการ

$$\text{Hazard Quotient} = EC / RfC$$

การแทนค่าและคำอธิบาย ดังนี้

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
EC	ค่าการรับสัมผัส (mg/m^3)
CA	ความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ (mg/m^3) ได้จากค่าการตรวจวัดต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง
ET	ระยะเวลาการรับสัมผัสสารเคมีในอากาศ (hours/day) (ทำงานวันละกี่ชั่วโมง)
EF	ความถี่ของการรับสัมผัสสารเคมีในบรรยากาศ (days/year) (ทำงานปีละกี่วัน)
ED	ช่วงเวลาที่รับสัมผัสสารเคมีในบรรยากาศ (years) ทำงานมาแล้วกี่ปี
AT	เวลาเฉลี่ย - กรณีคำนวณ Cancer risk จะคำนวณ AT จากเวลา lifetime (70 years) x 365 days/year x 24 hours/day - กรณีคำนวณความเสี่ยงที่ไม่ใช่มะเร็ง(non-cancer risk) จะคำนวณ AT จาก ED (5 years) x 356 days/year x 24 hours/day
IUR	inhalation unit risk - IUR ของ Benzene (Leukemia) is 7.8 x 10^{-6} per µg/m^3
RfC	inhalation reference concentration - RfC ของ Styrene (CNS effect) 1 mg/m^3 - RfC ของ Benzene (decreased lymphocyte count) 3 x10^{-2} mg/m^3 - RfC ของ Ethylbenzene (developmenta toxicity) 1 mg/m^3 - RfC ของ Toluene (neurological effects) 5 mg/m^3 - RfC ของ Xylene (impaired motor coordination) 1 x10-1 mg/m^3 - RfC Manganese (Impairment of neurobehavioral function) 5 x10^{-5} mg/m^3 - RfC ของ ปรอท (nervous system: increases in memory disturbances) 3 x 10^{-4} mg/m^3
Cancer risk	Cancer risk ถ้าค่ามากกว่า 10^{-6} ให้ถือว่าเป็นระบบความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้
HQ	HQ และ HI ถ้าค่ามากกว่า 1 ให้ถือว่าเป็นระบบความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้
HI	Hazard Index คือผลรวมของ HQ

* ค่า IUR และ RfC ใช้ค่าของ U.S. Environmetal Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for ehtylbenzene [Monograph on the internet].

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานและประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอย โดยใช้ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการ และคุณภาพอากาศในบรรยากาศบริเวณชุมชน มาใช้ในการประเมินความเสี่ยงตามวิธีการของ US.EPA [13] ดังนี้

$$EC = (CA \times ET \times EF \times ED) / AT$$

และประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง (Cancer Risk) จากการรับสัมผัสเบนซีน แคดเมียม และนิเกิลในบรรยากาศ โดยคำนวณค่าความเสี่ยงจากสมการ

$$\text{Cancer risk} = IUR \times EC$$

ประเมินความเสี่ยงกรณีที่ไม่ใช่การก่อมะเร็ง (Non-carcinogenic risk) จากการรับสัมผัสเอธิลเบนซีน เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน ไซลีน สไตรีน แมงกานีส ปรอท โดยคำนวณค่าความเสี่ยงจากสมการ

$$\text{Hazard Quotient} = EC / RfC$$

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สรุปเครื่องมือที่ใช้ กลุ่มตัวอย่างและขนาดตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ใน**ตารางที่ 3-**1

ตารางที่ 3 - 1 สรุปเครื่องมือที่ใช้ กลุ่มตัวอย่างและขนาดตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ประเด็น	เครื่องมือ	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. คุณภาพอากาศในสถานประกอบการ				
- โลหะหนัก ได้แก่ Hg, Cd, Pb, Mn และ Ni	**1) Cd Pb Mn Ni ใช้ NIOSH Method no.7300** – ใช้เครื่อง Personal pump เก็บตัวอย่างอากาศใช้กระดาษกรอง MCE - วิเคราะห์ด้วยเครื่อง FAAS ปริมาณต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้เท่ากับ 0.001 mg/L **2) Hg ใช้ NIOSH Method no.6009** - ใช้เครื่อง Personal pump เก็บตัวอย่างอากาศใช้หลอดแก้ว SorbentTube 226-17 - วิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-MS ปริมาณต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้เท่ากับ 0.001 mg/L	พื้นที่ปฏิบัติงาน 3 ส่วน - งานป้อนเชื้อเพลิง - งานควบคุมการเผาไหม้ - งานสำนักงาน	1. เตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่างอากาศ 1.1 ทำการสำรวจขั้นต้น(Walkthrough survey) ในกระบวนการผลิตของสถานประกอบการที่เก็บตัวอย่างอากาศ 1.2 ค้นหาปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดจากสิ่งแวดล้อมในการทำงาน 1.3 เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ 1.4 เลือกบริเวณจุดที่จะเก็บตัวอย่าง 2. ดำเนินการเก็บตัวอย่างมลพิษอากาศตามวิธีของ NIOSH 3. เก็บกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างอากาศและเก็บรักษาตัวอย่างที่ 4°C และส่งตัวอย่างวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ	- เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ OSHA - ประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพโดยใช้วิธีการและแนวทางของ US.EPA
- สารอินทรีย์ระเหยง่าย ได้แก่ Benzene, Toluene, Ethyl Benzene, Xylene และ Styrene	**ใช้ NIOSH Method no.1501** - ใช้เครื่อง Personal pump เก็บตัวอย่างอากาศใช้หลอดแก้ว Charcoal Tube 226-01 - วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ปริมาณต่ำสุดที่ตรวจ			

ประเด็น	เครื่องมือ	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
	วิเคราะห์ได้เท่ากับ 0.001 mg/m^3			
2. คุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป				
- TSP PM10 - CO HCl SO_2 NO_2 - ความทึบแสง - Hg Cd Pb	เก็บด้วยรถ Mobile Unit ของกรมควบคุมมลพิษ	- บริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการ รัศมี 500 เมตร พื้นที่ละ 2 ครั้ง	ประสานความร่วมมือกับกรมควบคุมมลพิษในการขอสนับสนุนข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป	เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย
- PM2.5	- เครื่อง PM2.5 Dichotomous Sampler - กระดาษกรองประเภท Polytetrafluoroethylene (PTFE)	- บริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการ รัศมี 500 เมตร และ 1 กิโลเมตร	1. สำรวจและคัดเลือกพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศ PM2.5 2. ติดตั้งอุปกรณ์และเก็บตัวอย่าง PM2.5 โดยวิธี Gravimetric method ตาม U.S. EPA 40 CFR Part 53 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 7 วันต่อเนื่อง 3. ส่งตัวอย่างถึงห้องปฏิบัติการ	เปรียบเทียบกับมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง
- กลุ่มสารประกอบไดออกซิน	เครื่อง High Volume Air Sampler ผ่านกระดาษกรอง (Quartz Fiber Filter) ซึ่งทำการเติม Sampling spike และโพลียูรีเทนโฟม (PUF)	- บริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการ รัศมี 1 3 และ 5 กิโลเมตร	1. สำรวจและคัดเลือกพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างไดออกซิน 2. ติดตั้งอุปกรณ์และเก็บตัวอย่างไดออกซินตาม U.S. EPA เป็นเวลา 3 วันต่อเนื่อง 3. วิเคราะห์ตัวอย่างไดออกซินโดยวิธี Soxhlet extraction ด้วย Toluene 24 ชั่วโมง 4. วิเคราะห์ผลด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตก	- เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontario ประเทศแคนาดา และมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น - ประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพโดยใช้วิธีการและแนวทางของ US.EPA

ประเด็น	เครื่องมือ	กลุ่มตัวอย่าง	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
			ราฟีความละเอียดสูง	
Receptor				
3 พฤติกรรมสุขภาพในการป้องกันตนเองของผู้ปฏิบัติงาน				
พฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน	แบบสอบถามพฤติกรรมสุขภาพ สำหรับผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ		1. จัดทำแบบสอบถามและชี้แจงรายละเอียดให้กับผู้ปฏิบัติงาน 2. สอบถามพฤติกรรมสำหรับผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ 3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบสอบถามก่อนนำไปวิเคราะห์ผล	สถิติเชิงพรรณา (ร้อยละ)
4. การรับรู้ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยโดยรอบสถานประกอบการ	แบบสอบถามผลกระทบต่อสุขภาพและผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโรงไฟฟ้าขยะ	ประชาชนที่อาศัยโดยรอบเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา ภายในรัศมี 5 กิโลเมตร	1. จัดทำแบบสอบถามผลกระทบต่อสุขภาพและผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโรงไฟฟ้าขยะ 2. กำหนดพื้นที่และจำนวนตัวอย่างตามระยะทาง 3. ลงพื้นที่เก็บข้อมูลแบบสอบถามผลกระทบต่อสุขภาพและผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโรงไฟฟ้าขยะ 4. ตรวจสอบความถูกต้องและวิเคราะห์ผล	- สถิติเชิงพรรณา (ร้อยละ) - วิเคราะห์ความแตกต่างของการรับรู้ผลกระทบตามระยะทาง โดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis Test แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.6 จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ได้รับการรับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข รายละเอียดตาม**ภาคผนวก ง**

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) การศึกษาปริมาณของมลพิษอากาศจากเตาเผามูลฝอย 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย 3) เพื่อศึกษาการรับรู้ผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอย 4) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า ผลการศึกษาแบ่งเป็น 5 ส่วน ตามวัตถุประสงค์และได้นำเสนอข้อมูลทั่วไปรายละเอียดของโรงงานเตาเผามูลฝอยทั้งสองพื้นที่ มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของ โครงการเตาเผามูลฝอย

ข้อมูลการจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้าทั้งสองแห่ง ดังนี้

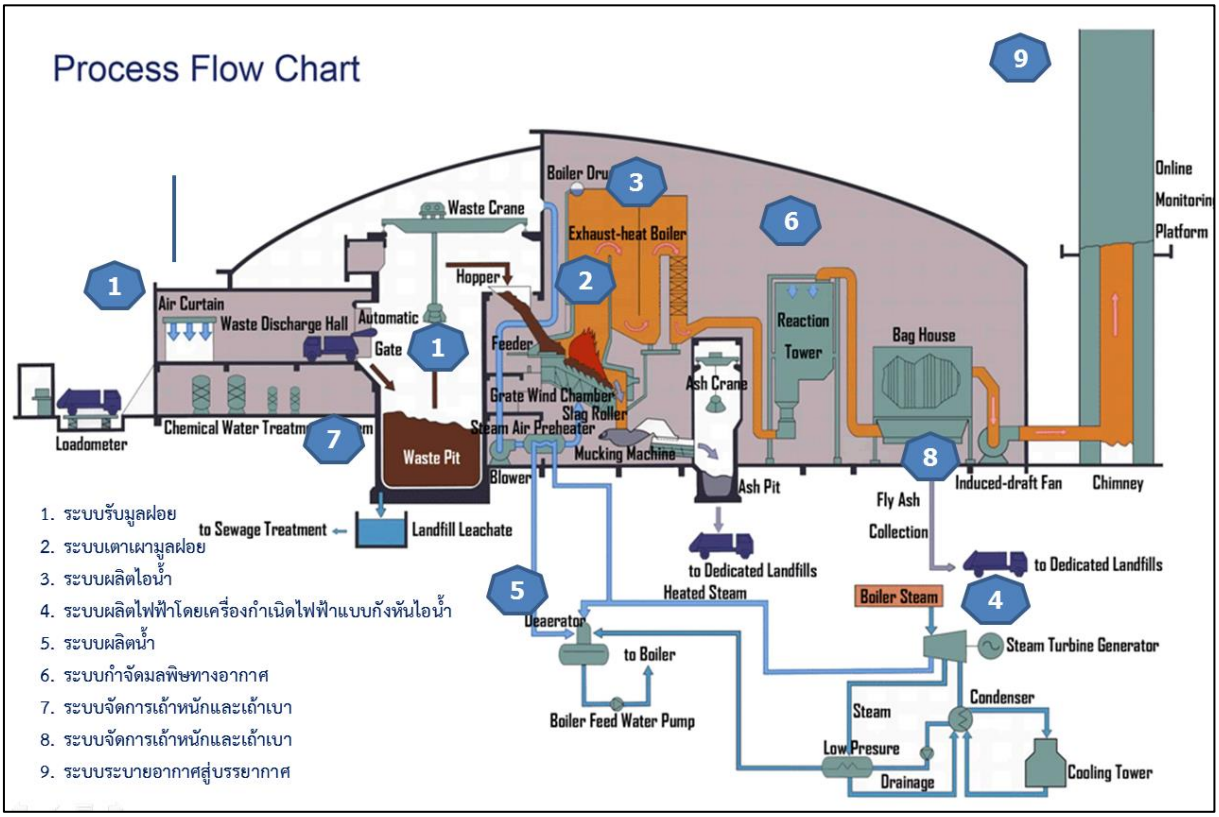
4.1.1 จังหวัดภูเก็ต

(1) ข้อมูลทั่วไป เตาเผามูลฝอยตั้งอยู่ในพื้นที่ศูนย์กำจัดมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ต ตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต พื้นที่รวม 300 ไร่ ประกอบด้วย สำนักงานกลุ่มงานสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครภูเก็ต พื้นที่โรงเผามูลฝอยเดิม ขนาด 250 ตัน/วัน (46 ไร่) อาคารคัดแยกมูลฝอย (8 ไร่) พื้นที่ฝังกลบ (134 ไร่) พื้นที่บำบัดน้ำเสีย (33 ไร่) พื้นที่ส่วนที่เหลือเป็นพื้นที่ฉนวน (46 ไร่)

(2) ความสามารถในการรองรับมูลฝอย ได้ 600 ตัน/วัน กรณีที่เดินเครื่องเต็มกำลังการผลิตของเครื่องจักร สามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด 14 เมกะวัตต์ โดยมีพลังไฟฟ้าสำหรับการใช้งานภายในโครงการประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้

(3) ลักษณะโครงสร้างอาคาร แบ่งลักษณะอาคารออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

I. อาคารลานเทและขนถ่ายมูลฝอย อาคารบ่อพักมูลฝอย เป็นอาคารปิด (Close system) และมีระบบรวบรวมอากาศภายในอาคารเข้าสู่เตาเผา เพื่อป้องกันมิให้กลิ่นจากมูลฝอยแพร่กระจายออกสู่ภายนอก
II. อาคารผลิตอื่นๆ มีโครงสร้างเป็นแบบกึ่งปิด (Semi-Outdoor type) เพื่อลดผลกระทบด้านเสียงจากเครื่องจักรได้ในระดับหนึ่ง



รูปภาพที่ 4 - 1 แสดงกระบวนการของโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้าจังหวัดภูเก็ต

(4) ระบบการจัดการมูลฝอย เทคโนโลยีที่ใช้เป็นระบบเตาเผาแบบตะกรับ (Stocker incineration) เริ่มต้นจากมูลฝอยถูกทำให้แห้ง เนื่องจากเกิดการระเหยของความชื้นที่มีอยู่ในมูลฝอย เกิดการระเหยของสารประกอบอินทรีย์ เมื่อมีออกซิเจนจะเกิดการติดไฟของสารระเหย ผลที่ได้คือ ก๊าซเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูง ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน และไอน้ำ รวมทั้งพลังงานความร้อนและองค์ประกอบที่ไม่เผาไหม้ ได้แก่ เถ้า ซึ่งประสิทธิภาพของเตาเผาขึ้นกับค่าความร้อน

เตาเผามีลักษณะเป็นขั้นบันได 2 ชั้น จำนวน 2 เตา แต่ละเตามีขนาด 300 ตัน/วัน อุปกรณ์เผาไหม้แบบแผงตะกรับ มีลักษณะเป็นตะแกรงไฟที่หล่อขึ้นมาให้มีช่องว่างจำนวนมาก เพื่อให้อากาศสำหรับการเผาไหม้ไหลผ่านพื้นที่รองรับเชื้อเพลิง

(5) ระบบอากาศในการเผามูลฝอย อากาศที่ใช้แบ่งเป็น2 ส่วน คือ

- Primary air เป็นอากาศที่ดูดมาจากส่วนบนของบ่อพักมูลฝอย ผ่านเครื่องอัดอากาศและระบบกรองฝุ่น จากนั้นผ่าน Stream heated air pre-heater เพื่ออุ่นอากาศให้มีอุณหภูมิ 200-250 องศาสเซลเซียส ก่อนส่งเข้าสู่เตาเผาด้านล่างผ่านช่องระหว่างแผ่นตะกรับ
- Secondary air เป็นอากาศที่ถูกดูดแยกออกมาจากด้านจ่ายของพัดลมอัดอากาศก่อนจะเข้า Stream heated air pre-heater จากนั้นจึงป้อนเข้าด้านบนของเตาเผาผ่านทางหัวฉีด ซึ่งอุณหภูมิจะอยู่ที่ 166 องศาเซลเซียส

(6) ปัญหาที่เคยเกิดขึ้น

การดำเนินโครงการที่ผ่านมา ได้พยายามปรับปรุงระบบการทำงานและกระบวนการต่างๆ อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามมีการร้องเรียนจากประชาชนในประเด็น ดังนี้

- รถขนขยะมีน้ำเสียหกเลอะเทอะตามท้องถนน และรถขนขยะที่ขับเร็วเกินไป และปัญหาการต่อคิวของรถขนขยะบริเวณหน้าประตูทางเข้า
- กลิ่นเหม็นรบกวนและแมลงวันจากกองขยะบริเวณหลุมฝังกลบ
- การกำจัดฝุ่นและขี้เถ้าที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรม

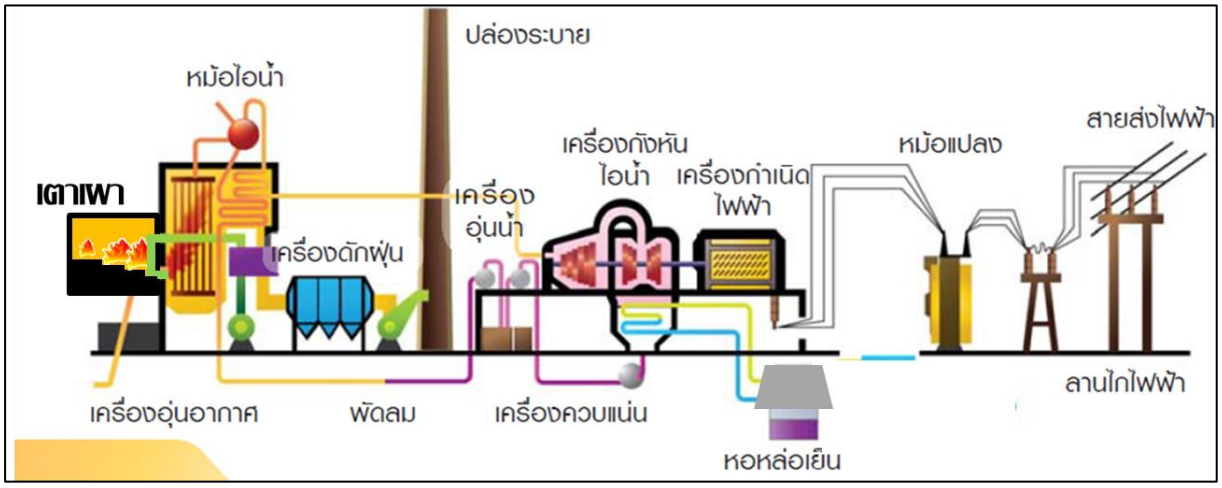
4.1.2 พื้นที่จังหวัดสงขลา

(1) ข้อมูลทั่วไป โรงไฟฟ้าพลังงานขยะเทศบาลนครหาดใหญ่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เนื้อที่รวม 10 ไร่ เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ขนาด VSPP (Very Small Power Producer)

(2) ความสามารถในการองรับมูลฝอย สามารถรองรับได้ 250-300 ตัน/วัน ปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญาซื้อขาย 6.5 เมกะวัตต์ และปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้าตามสัดส่วนการถือหุ้น 3.25 เมกะวัตต์ โดยใช้เชื้อเพลิงเป็นขยะชุมชน

(3) ระบบการจัดการมูลฝอย ใช้เทคโนโลยี MSW Gasification ทำให้ขยะเป็นก๊าซโดยการทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ (Partial Combustion) โดยสารอินทรีย์ในขยะจะทำปฏิกิริยากับอากาศหรือออกซิเจนปริมาณจำกัด ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ ไฮโดรเจน และก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งนำไปผลิตไฟฟ้าหรือให้ความร้อนโดยตรงต่อไป

(4) ระบบกำจัดก๊าซเสีย ใช้ $NaHCO_3$ และ Activated carbon ในการดูดซับก๊าซเสียที่เกิดจากกระบวนการเผา



รูปภาพที่ 4 - 2 แสดงกระบวนการของโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้าจังหวัดสงขลา

4.2 การศึกษาปริมาณมลพิษอากาศจากโรงงานเตาเผามูลฝอย

ในการศึกษานี้ได้ตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานที่ปฏิบัติงาน โดยเก็บตัวอย่างอากาศใน 3 จุดได้แก่ หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุม ห้องสำนักงาน และ ตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในชุมชนโดยรอบโรงงานเตาเผามูลฝอยทั้งสองพื้นที่ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบริเวณที่ปฏิบัติงาน (Workplace /Indoor Air)

1) ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักภายในสถานที่ปฏิบัติงาน

<u>พื้นที่จังหวัดภูเก็ต</u>

จากการเก็บตัวอย่างอากาศบริเวณสถานที่ปฏิบัติงานได้แก่ หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุม ห้องสำนักงาน ตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยใช้วิธีของ NIOSH เพื่อตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก (Hg Cd As Pb Mn) และสารอินทรีย์ระเหย (Benzene Toluene Ethylbenzene Xylence Styrene) และเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศทำงานเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ที่กำหนดโดยสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (OSHA) ผลการศึกษาพบว่ามีผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของปรอท ตรวจวัดไม่พบ (Not Detect : ND) ทั้ง 3 จุด สำหรับแคดเมียม แตะกั่ว แมงกานีส นิกเกิล ผลการตรวจวัดมีค่าน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 พบว่าไม่เกินค่ามาตรฐานตามตารางที่ 4-1

<u>พื้นที่จังหวัดสงขลา</u>

จากการเก็บตัวอย่างอากาศบริเวณสถานที่ปฏิบัติงานใน 3 พื้นที่ตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยใช้วิธีของ NIOSH เพื่อตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก (Hg Cd As Pb Mn) และสารอินทรีย์ระเหย (Benzene Toluene Ethylbenzene Xylence Styrene) ผลการศึกษาพบว่า ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของโลหะหนัก ตรวจพบ ปรอททั้ง 3 พื้นที่มีค่าน้อยกว่า0.001(mg/m3) สำหรับแคดเมียม มีค่าตรวจวัด <0.001 - 0.004 mg/m3 ตะกั่วมีค่าตรวจวัด<0.001 - 0.032 mg/m3 แมงกานีส มีค่าตรวจวัด<0.001 - 0.015 mg/m3 และนิกเกิล ค่ามีตรวจวัด<0.001 - 0.021 mg/m3 ซึ่งเมื่อเทียบกับค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศทำงานเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ที่กำหนดโดยสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (OSHA) พบว่ามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด แสดงรายละเอียดตามตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4- 1 ความเข้มของโลหะหนักภายในสถานที่ปฏิบัติงาน

โลหะหนัก	ความเข้มข้น (mg/m^3)จังหวัดภูเก็ต			ความเข้มข้น (mg/m^3)จังหวัดสงขลา			ค่ามาตรฐาน
	จุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	
ปรอท	ND	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	0.1 mg/m^3
แคดเมียม	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	0.005 mg/m^3
ตะกั่ว	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.032	0.05 mg/m^3
แมงกานีส	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.015	5 mg/m^3

โลหะหนัก	ความเข้มข้น (mg/m^3)จังหวัดภูเก็ต			ความเข้มข้น (mg/m^3)จังหวัดสงขลา			ค่ามาตรฐาน
	จุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	
นิกเกิล	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.021	1 mg/m^3

จากการตรวจวัดค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายและสารโลหะหนักในบริเวณจุดที่เสี่ยงและมีผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานอยู่ใน 3 พื้นที่ได้แก่หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุม และห้องสำนักงาน ทั้งสองพื้นที่พบว่ามีการตรวจพบสารอินทรีย์ระเหยง่าย และสารโลหะหนัก มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (OSHA) ทั้งสองพื้นที่

2) ปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในสถานที่ปฏิบัติงาน

<u>พื้นที่จังหวัดภูเก็ต</u>

ผลการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายตรวจในสถานที่ปฏิบัติงาน 3 จุดได้แก่หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุม และห้องสำนักงาน ตรวจวัดสองช่วงเวลาคือเช้าและบ่ายโดยช่วงเช้าพบค่า Benzene อยู่ในช่วง 0.39-0.51 mg/m_3 ช่วงบ่ายพบค่า Benzene อยู่ในช่วง 0.005-0.48 mg/m^3 ค่าความเข้มข้น Toluene ทั้งช่วงเช้าและบ่ายมีค่าตรวจวัดน้อยกว่า 0.001 ppm ค่าความเข้มข้น Ethylbenzene ทั้งช่วงเช้าและบ่ายมีค่าตรวจวัดน้อยกว่า 0.001-0.1 ppm Xylene ทั้งช่วงเช้าและบ่ายมีค่าตรวจวัดน้อยกว่า 0.001-0.176 ppm ความเข้มข้น ของStyrene ทั้งช่วงเช้าและบ่ายมีค่าตรวจวัดน้อยกว่า 0.001 ppm ค่าปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีน โทลูอีน Ethylbenzene Xylene Styrene ทั้งช่วงเช้าและบ่ายไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) แสดงดังตารางที่ 4-2

<u>พื้นที่จังหวัดสงขลา</u>

ผลการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายตรวจในสถานที่ปฏิบัติงาน 3 จุดได้แก่หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุม และห้องสำนักงาน ตรวจวักสองช่วงเวลาคือเช้าบ่ายโดยช่วงเช้าและบ่าย พบค่า Benzene พบค่าความเข้มข้นน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 เช่นเดียวกับค่าความเข้มข้น Toluene Ethylbenzeneและ Styrene ทั้งช่วงเช้าและบ่าย ทั้ง 3 ตัวมีค่าตรวจวัดน้อยกว่า0.001ppm สำหรับ ค่าความเข้มข้น Xylene ทั้งช่วงเช้าและบ่ายมีค่าตรวจวัดน้อยกว่า 0.001-0.048 mg/m^3 พบว่าเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (OSHA) มีค่าไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด รายละเอียดตามตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4- 2 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายในสถานที่ปฏิบัติงานภายในโครงการ

สารมลพิษอากาศ	ความเข้มข้นในอากาศ พื้นที่ จ.ภูเก็ต (mg/m^3)			ความเข้มข้นในอากาศ พื้นที่ จ.สงขลา (mg/m^3)			ปริมาณค่าความเข้มข้นที่อาจยอมให้มีได้
	หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	
ช่วงเวลาตรวจวัด : ช่วงเช้า 08.00 – 12.00 น.							
เบนซีน	0.051	0.047	0.039	<0.001	<0.001	<0.001	1 ppm (3.19 mg/m^3)
โทลูอีน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	200 ppm (754 mg/m^3)

สารมลพิษอากาศ	ความเข้มข้นในอากาศ พื้นที่ จ.ภูเก็ต (mg/m^3)			ความเข้มข้นในอากาศ พื้นที่ จ.สงขลา (mg/m^3)			ปริมาณค่าความเข้มข้นที่อาจยอมให้มีได้
	หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	หน้าจุดป้อนเชื้อเพลิง	ห้องควบคุม	ห้องสำนักงาน	
เอธิลเบนซีน	<0.001	0.083	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	100 ppm (434 mg/m^3)
ไซลีน	<0.001	0.082	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	100 ppm (434 mg/m^3)
สไตรีน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	100 ppm (426 mg/m^3)
ช่วงเวลาตรวจวัด : ช่วงบ่าย 12.30 – 16.30 น.							
เบนซีน	0.005	0.050	0.048	<0.001	<0.001	<0.001	1 ppm (3.19 mg/m^3)
โทลูอีน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	200 ppm (754 mg/m^3)
เอธิลเบนซีน	<0.001	<0.001	0.100	<0.001	<0.001	<0.001	100 ppm (434 mg/m^3)
ไซลีน	0.048	<0.001	0.176	<0.001	<0.001	<0.001	100 ppm (434 mg/m^3)
สไตรีน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	100 ppm (426 mg/m^3)

หมายเหตุ : ปริมาณต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้เท่ากับ 0.001 mg/m^3

4.2.2 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

การตรวจวัดปริมาณมลสารในบรรยากาศรอบชุมชน จะแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามข้อจำกัดของเครื่องมือและวิธีการตรวจวัด มีรายละเอียดดังนี้กลุ่มที่ 1 ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน กลุ่มที่ 2 สารกลุ่มไดออกซิน (ประกอบด้วยไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs) กลุ่มที่ 3 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองรวม (TSP) ก๊าซ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O_3) โลหะหนัก ได้แก่ ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) และ ตะกั่ว (Pb) โดยมีรายละเอียดผลการตรวจวัดดังนี้

1) ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน

ผลการศึกษา จากจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศในชุมชนในช่วงระยะห่าง 0 - 1.0 กิโลเมตร และช่วง 1.0 - 3.0 กิโลเมตร การตรวจวัด 15 วันต่อเนื่อง ผลการตรวจวัดทั้งสองพื้นที่มีรายละเอียดดังนี้

<u>จังหวัดภูเก็ต</u>

จุดตรวจวัดที่ 1 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอยประมาณ 300 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.006-0.023 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ.2553) เรื่อง กำหนดมาตาฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จุดตรวจวัดที่ 2 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอยประมาณ 1,280 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.004-0.013 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ.2553) เรื่อง กำหนดมาตาฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

<u>จังหวัดสงขลา</u>

จุดตรวจวัดที่ 1 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอย ประมาณ 360 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.012-0.023 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ.2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จุดตรวจวัดที่ 2 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอย ประมาณ 1,220 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.010-0.021 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ.2553) เรื่อง กำหนดมาตาฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าตรวจวัดอยู่ในช่วง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการตรวจวัดทั้งสองพื้นที่รายละเอียดตามตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4- 3 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในบรรยากาศ ของพื้นที่ทั้งสองจังหวัด

พารามิเตอร์	แสดงค่า	ผลการตรวจวัด จ.ภูเก็ต		ผลการตรวจวัด จ.สงขลา		ค่ามาตรฐาน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg/m^3) วัดที่ระยะ 0.3-0.5 km.	ค่าสูงสุด	0.023	0.028	0.022	0.016	0.05 mg/m^3 (1)
	ค่าต่ำสุด	0.006	0.009	0.012	0.008	
	ค่าเฉลี่ย	0.012	0.015	0.018	0.013	
ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg/m^3) วัดที่ระยะ 1–3 km.	ค่าสูงสุด	0.013	0.26	0.021	0.017	
	ค่าต่ำสุด	0.004	0.009	0.011	0.009	
	ค่าเฉลี่ย	0.008	0.014	0.015	0.013	
ฝุ่นละออง PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ug/m^3)	ค่าสูงสุด	19	104	28	108	120 ug/m^3 (2)
	ค่าต่ำสุด	12	17	17	6	
	ค่าเฉลี่ย	14	41	22	36	
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)	ค่าสูงสุด	4	19	5	4	300 ppb (2, 3)
	ค่าต่ำสุด	1	0	0	0	
	ค่าเฉลี่ย	1	0	1	1	
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)	ค่าสูงสุด	16	23	10	13	170 ppb (3, 4, 5)
	ค่าต่ำสุด	1	1	2	0	
	ค่าเฉลี่ย	7	8	4	3	
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppm)	ค่าสูงสุด	-	3.7	-	1.6	30 ppm (3)
	ค่าต่ำสุด	-	0	-	0.2	
	ค่าเฉลี่ย	-	0.3	-	1	
ก๊าซโอโซน (O_3) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)	ค่าสูงสุด	39	45	45	59	100 ppb (2, 3)
	ค่าต่ำสุด	1	0	0	0	

พารามิเตอร์	แสดงค่า	ผลการตรวจวัด จ.ภูเก็ต		ผลการตรวจวัด จ.สงขลา		ค่ามาตรฐาน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
	ค่าเฉลี่ย	14	13	12	12	
ปรอท (Hg) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ng/m^3)	ค่าสูงสุด	4	-	4	-	ไม่มีค่ามาตรฐาน
	ค่าต่ำสุด	1	-	1	-	
	ค่าเฉลี่ย	1	-	1	-	
แคดเมียม เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ug/m^3)	ค่าสูงสุด	<0.005	<0.005-	-	<0.005	ไม่มีค่ามาตรฐาน
	ค่าต่ำสุด	<0.005	<0.005-	-	<0.005	
	ค่าเฉลี่ย	<0.005	<0.005-	-	<0.005	
ตะกั่ว เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ug/m^3)	ค่าสูงสุด	0.007	0.023	<0.005-	<0.005	ไม่มีค่ามาตรฐาน
	ค่าต่ำสุด	<0.005	0.012	<0.005	<0.005	
	ค่าเฉลี่ย	0.06	0.18	<0.005	<0.005	
สารกลุ่มไดออกซิน ($pq\text{-}TEQ/m^3$) วัดที่ระยะ 0-1.0 km	ค่าสูงสุด	0.0043	0.0077	0.077	0.18	- มาตรฐานประเทศแคนนาดา 0.1 $pq\text{-}TEQ/m^3$ [6] - มาตรฐานประเทศญี่ปุ่น 0.6 $pq\text{-}TEQ/m^3$ [7]
	ค่าต่ำสุด	0.0039	0.0021	0.016	0.083	
	ค่าเฉลี่ย	0.0041	0.0048	0.037	0.13*	
สารกลุ่มไดออกซิน ($pq\text{-}TEQ/m^3$) วัดที่ระยะ1.0-3.0 km	ค่าสูงสุด	0.0024	0.011	0.062	0.11*	
	ค่าต่ำสุด	0.0022	0.0017	0.0065	0.048	
	ค่าเฉลี่ย	0.0023	0.0048	0.25	0.074	
สารกลุ่มไดออกซิน $pq\text{-}TEQ/m^3$) วัดที่ระยะ 3.0-5.0 km	ค่าสูงสุด	0.0015	0.00034	0.023	0.12*	
	ค่าต่ำสุด	0.0002	0.00017	0.087	0.046	
	ค่าเฉลี่ย	0.00064	0.00026	0.06	0.08	

(1) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป (มีนาคม 2553)

(2) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (กันยายน พ.ศ.2547)

(3) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (พฤษภาคม 2538)

(4) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 28 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (พฤษภาคม 2550)

(5) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 33 เรื่องกำหนดมาตรฐานค่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไป (สิงหาคม 2547)

(6) Canadian Council of Ministers of the Environment. Wide Standards for Dioxin and Furans (Endorsed April 30-May 1, 2001)

(7) Ministry of the Environment Government of Japan. Environmental Quality Standards in Japan: Environmental Quality Standards for Dioxins (Notification on December 27,1999).

2) ผลการตรวจวัด สารกลุ่มไดออกซิน

<u>จังหวัดภูเก็ต</u>

ดำเนินการตรวจวัดสารกลุ่มไดออกซิน บริเวณชุมชนใกล้เคียงพื้นที่โครงการ จำนวน 3 สถานี ในระยะ 0 - 1.0 กิโลเมตร ระยะวัดที่ระยะ 1.0 - 3.0 กิโลเมตร วัดที่ระยะ 3.0 - 5.0 กิโลเมตร เป็นเวลา 3 วันต่อเนื่อง และเนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีค่ามาตรฐานของปริมาณสารกลุ่มไดออกซินในอากาศจึงต้องทำการเทียบปริมาณกับค่ามาตรฐานของต่างประเทศ โดยใช้ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontaio ประเทศแคนาดา และมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น ผลการตรวจวัดแสดง รายละเอียด ตามตารางที่ 4-3 ดังนี้

จุดตรวจวัดที่ 1 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอย ประมาณ 1,000 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.0021–0.0077 pq-TEQ/m³ เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontario ประเทศแคนาดา ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.1 pq-TEQ/m³ และมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นที่กำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซินฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.6 pq-TEQ/m³ (Ministry of Environment, Government of Japan) ในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จุดตรวจวัดที่ 2 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอย ประมาณ 3,000 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.0017- 0.011 pq-TEQ/m³ เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontario ประเทศแคนาดา ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.1 pq-TEQ/m³ และมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นที่กำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซินฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.6 pq-TEQ/m³ (Ministry of Environment, Government of Japan) ในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จุดตรวจวัดที่ 3 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอย ประมาณ 5,000 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.00017-0.0015 pq-TEQ/m³ เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontario ประเทศแคนาดา ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.1 pq-TEQ/m³ และมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นที่กำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซินฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.6 pq-TEQ/m³ (Ministry of Environment, Government of Japan) ในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

<u>จังหวัดสงขลา</u>

จุดตรวจวัดที่ 1 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอย ประมาณ 1,000 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.016-0.18 pq-TEQ/m³ เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontario ประเทศแคนาดา ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.1 pq-TEQ/m³ พบว่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของแคนาดา แต่เมื่อเทียบกับมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นที่กำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซินฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.6 pq-TEQ/m³ (Ministry of Environment, Government of Japan) ในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จุดตรวจวัดที่ 2 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอย ประมาณ 3,000 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.0065-0.11 pq-TEQ/m³ เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontario ประเทศแคนาดา

ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.1 pq-TEQ/m³ พบว่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของแคนาดา แต่เมื่อเทียบกับมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นที่กำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซินฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.6 pq-TEQ/m³ (Ministry of Environment, Government of Japan) ในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จุดตรวจวัดที่ 3 ห่างจากพื้นที่เตาเผามูลฝอยประมาณ 5,000 เมตร ผลการตรวจวัด มีค่าระหว่าง 0.023-0.12 pq-TEQ/m³ เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของรัฐ Ontario ประเทศแคนาดา ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซิน ฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.1 pq-TEQ/m³ พบว่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของแคนาดา แต่เมื่อเทียบกับมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นที่กำหนดให้มีปริมาณรวมของไดออกซินฟิวแรน และ Dioxin like PCBs ไม่เกิน 0.6 pq-TEQ/m³ (Ministry of Environment, Government of Japan) ในบรรยากาศทั่วไป เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการตรวจวัดสารกลุ่มไดออกซินทั้งสองพื้นที่แสดงตามตารางที่ 4-3

3) ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) และก๊าซต่างๆ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O_3)และสารโลหะหนักได้แก่ ปรอท (Hg) ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd)

<u>พื้นที่จังหวัดภูเก็ต</u>

จุดตรวจวัดตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กำจัดขยะ 462 เมตร ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศ 2 ครั้ง พบว่า ปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ค่าต่ำสุด -ค่าสูงสุด 12 -104 ug/m^3 ค่าต่ำสุด 0-19 ppb ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)ค่าค่าต่ำสุด -ค่าสูงสุด 1 - 23 ppb คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด0-3.7 ppm ก๊าซโอโซน (O_3) ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด 0-45(ppb) ปรอท (Hg) 1-4 (ng/m^3) แคดเมียม <0.005 ug/m^3 ตะกั่ว <0.005- 0.023(ug/m^3)โดยปริมาณมลสารที่ตรวจวัดเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทยพบว่ามีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

<u>พื้นที่จังหวัดสงขลา</u>

จุดตรวจวัด ตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กำจัดขยะ 895 เมตร ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศ 2 ครั้ง พบว่าพบว่า ปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด 12 -104 ug/m^3 ค่าต่ำสุด 0-19 ppb ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ค่าค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด 1 - 23 ppb คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด0-3.7 ppm ก๊าซโอโซน (O_3) ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด 0-45 (ppb) ปรอท (Hg) 1-4 (ng/m^3) แคดเมียม <0.005 ug/m^3 ตะกั่ว <0.005- 0.023(ug/m^3) พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย

ผลการตรวจวัดแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 4-3

4) สรุปภาพรวมผลการศึกษาคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

4.1) ผลการตรวจวัด PM2.5 พบว่า ภูเก็ตและสงขลา มีค่าไม่เกินมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ.2553)

4.2) ผลการตรวจวัดสารประกอบกลุ่ม Dioxin พบว่า สงขลา มีค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดมีค่าเกินมาตรฐานของประเทศแคนาดา ที่จุดตรวจวัดในรัศมี 0-1 กิโลเมตร

4.3) ผลการตรวจวัดของ คพ ได้แก่ TSP CO HCl SO2 NO2 Hg Cd Pb พบว่า ภูเก็ตและสงขลา มีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย

4.3 พฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

ผลจากการสอบถามพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานเผามูลฝอย พื้นที่จังหวัดภูเก็ต จำนวน 30 คน และพื้นที่จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน โดยเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือ เป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกงานป้อนเชื้อเพลิง หรืองานควบคุมเผาไหม้ หรืองานสำนักงาน และทำงานในตำแหน่งดังกล่าวอย่างน้อย 6 เดือน

4.3.1 จังหวัดภูเก็ต

การศึกษาพฤติกรรมในการป้องกันตัวเองในการปฏิบัติงานโดยใช้แบบสอบถาม กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าขยะ (ภูเก็ต) จำนวน 30 คน ในแผนกป้อนเชื้อเพลิงเข้าเตาเผา(6) แผนกควบคุมการผลิต(9) และแผนกสำนักงาน(15)ตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจ ผลการศึกษาแสดงรายละเอียดตามตารางที่4-4

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (60.00) อายุเฉลี่ยอยู่ที่ 32 ปี (สูงสุด 50 ปี, ต่ำสุด 18 ปี) ส่วนน้อยที่พบว่ามีโรคประจำตัว (6.67) โรคที่พบ ได้แก่ โรคภูมิแพ้และโรคหัวใจ ผู้ที่มีประวัติการสูบบุหรี่พบประมาณหนึ่งในสาม (30.00) แต่ส่วนใหญ่ไม่เคยสูบ (63.33) และประมาณ 2 ใน 3 (66.67) ภายในบ้านมีผู้สูบบุหรี่ซึ่งอาศัยร่วมกัน ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษรอบบริเวณบ้านเกือบครึ่งไม่มีแหล่งมลพิษทางอากาศบริเวณบ้าน (48.65) ส่วนแหล่งมลพิษที่พบ คือ ถนนที่มักจะมีการจราจรหนาแน่น ระยะห่างจากบ้านประมาณ 50 – 300 เมตร (21.62) แหล่งมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม (16.22) รองลงมา คือ ปั๊มน้ำมัน/แก๊สรถยนต์และอู่ซ่อม เคาะ พ่นสีรถยนต์

ประสบการณ์การประกอบอาชีพ ผู้ปฏิบัติงานเกือบครึ่ง (43.33) ไม่เคยประกอบอาชีพก่อนที่จะมาทำงานในโรงไฟฟ้าขยะ รองลงมา ได้แก่ เคยทำงานช่างในร้าน (9.68) เคยทำงานในปั๊มน้ำมัน/ปั๊มแก๊ส (3.22) ที่เหลือเป็นงานอื่นๆ รองลงมา คือ ประกอบอาชีพอื่น (30.00) และเคยทำงานในโรงงานอื่น (26.67) โดยผู้ปฏิบัติงานที่ตอบแบบสอบถามในการศึกษาครั้งนี้ จำนวนครึ่งหนึ่ง (50.00) ปฏิบัติงาน ในส่วนงานสำนักงาน รองลงมา คือ งานควบคุมการผลิต (30.00) และงานป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา (20.00)

ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ (91.3) ใช้ผ้าปิดจมูกที่มีลักษณะผ้าปิดจมูกแบบหมอ รองลงมาคือชนิดอื่นๆและผ้าเช็ดหน้า วิธีคาดผ้าปิดจมูกโดยทั้งหมดปิดทั้งปากและจมูก (100.0) ระยะเวลาคาดผ้าปิดจมูกเกือบครึ่ง (47.82) คาดน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน ส่วนผู้ที่คาดมากกว่าครึ่งหนึ่ง ของระยะเวลาการทำงาน และตลอดระเวลาการทำงานพบในจำนวนที่เท่ากัน (26.09) และประเภทถุงมือที่สวมใส่จำนวนประมาณครึ่งหนึ่ง (56.25) ใช้ถุงมือผ้า รองลงมาคือถุงมือยาง ที่คลุมยาวถึงข้อมือ (37.5) และถุงมือยางยาวถึงแขน (6.25)

พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ผู้ปฏิบัติงานในส่วนป้อนวัตถุดิบ เข้าเตาเผา จำนวนครึ่งหนึ่ง (50.00) มีการใช้ผ้าปิดจมูกทุกครั้งขณะปฏิบัติงาน รองลงมา คือ ใส่บางครั้ง (33.33) และ ไม่เคยใส่ (16.67) และการสวมใส่ถุงมือขณะปฏิบัติงานครึ่งหนึ่งสวมใส่ถุงมือในบางครั้ง (50.00) และที่เหลือไม่เคยใส่เลย ผู้ปฏิบัติงานในส่วนงานควบคุมการผลิตจำนวน 2 ใน 3 มีการใส่ผ้าปิดจมูกในบางครั้งขณะปฏิบัติงาน (66.67) และใส่ทุกครั้งเป็นลำดับรองลงมา ส่วนการสวมถุงมือ ขณะปฏิบัติงานพบส่วนน้อยที่สวมใส่ถุงมือทุกครั้ง (11.1) รองลงมาคือใส่บางครั้ง และไม่เคยใส่ในอัตราส่วนที่เท่ากัน (44.45) และผู้ปฏิบัติงานในส่วนงานสำนักงานเกือบครึ่งมีการคาดผ้าปิดจมูกบางครั้งขณะปฏิบัติงาน (46.67) รองลงมาคือ ไม่เคยใส่ (40.00) และใส่ทุกครั้ง (13.33) ส่วนการสวมถุงมือขณะปฏิบัติงานจำนวน 2 ใน 3 (66.67) ไม่เคยใส่เลย รองลงมา คือ ใส่บางครั้ง (26.67) และ ใส่ทุกครั้ง (6.66)

ตารางที่ 4- 4 ข้อมูลพฤติกรรมของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

	จำนวน	ร้อยละ	หมายเหตุ
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป			
1. เพศ			
ชาย	18	60	
หญิง	12	40	
รวม	30	100	
2. อายุ	เฉลี่ย 32 ปี (สูงสุด 50, ต่ำสุด 18)		
3. โรคประจำตัว			
ไม่มี	28	93.33	
มี	2	6.67	
รวม	30	100	
4. สูบบุหรี่			
ไม่เคยสูบ	19	63.33	
เคยสูบ แต่เลิกแล้ว	2	6.67	
ยังสูบอยู่	9	30	
รวม	30	100	
5. ในบ้านมีผู้อื่นสูบ			
ไม่มี	10	33.33	
มี	20	66.67	
รวม	30	100	
6. แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ			
ไม่มี	18	48.65	
ถนนที่มักจะมีการจราจรหนาแน่น	8	21.62	
โรงงานอุตสาหกรรม	6	16.22	
ปั๊มน้ำมัน/แก๊สรถยนต์	3	8.11	
อู่ซ่อม เคาะ พ่นสีรถยนต์	2	5.4	
รวม	37	100	
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการ			

	จำนวน	ร้อยละ	หมายเหตุ
ทำงาน			
1. ลักษณะงานที่ทำก่อนหน้าที่จะมาทำงานตำแหน่งนี้			
ไม่มี	13	43.33	
งานโรงงานอื่น	8	26.67	
อื่นๆ	9	30	
รวม	30	100	
2. ลักษณะงานที่ทำในปัจจุบัน			
ป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา (Feed)	6	20	
งานควบคุมการผลิต (Control)	9	30	
งานสำนักงาน (Office)	15	50	
รวม	30	100	
ส่วนที่ 3 ประเภทและลักษณะการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล			
1. ประเภทของผ้าปิดจมูก			
ผ้าเช็ดหน้า	1	4.35	n = 27
ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	21	91.3	
อื่นๆ	1	4.35	
2. คาดผ้าปิดจมูกอย่างไร			
ปิดเฉพาะปาก	-	-	n = 23
ปิดเฉพาะจมูก	-	-	
ปิดทั้งปากและจมูก	23	100	
3. ระยะเวลาคาดผ้าปิดจมูก			
ตลอดเวลาการทำงาน	6	26.09	n = 23
มากกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน	6	26.09	
น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน	11	47.82	
4. ประเภทของถุงมือ			
ถุงมือผ้า	9	56.25	n = 16
ถุงมือยาง ยาวถึงข้อมือ	6	37.5	
ถุงมือยาง ยาวถึงแขน	1	6.25	
ส่วนที่ 4 การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล			
1. ป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา			
1.1 ใส่ผ้าปิดจมูก ไม่เคยใส่	1	16.67	n= จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามที่ทำงานตามลักษณะงานที่ทำในปัจจุบัน
ใส่บางครั้ง	2	33.33	
ใส่ทุกครั้ง	3	50	
1.2 การสวมถุงมือ ไม่เคยใส่	3	50	
ใส่บางครั้ง	3	50	
ใส่ทุกครั้ง	-	-	

		จำนวน	ร้อยละ	หมายเหตุ
2. งานควบคุมการผลิต				
2.1 ใส่ผ้าปิดจมูก	ไม่เคยใส่	-		- ป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา n=6 - งานควบคุมการผลิต n=9 - งานสำนักงาน n=15
	ใส่บางครั้ง	6	66.67	
	ใส่ทุกครั้ง	3	33.33	
2.2 สวมถุงมือ	ไม่เคยใส่	4	44.45	
	ใส่บางครั้ง	4	44.45	
	ใส่ทุกครั้ง	1	11.1	
3. งานสำนักงาน				
3.1 ใส่ผ้าปิดจมูก	ไม่เคยใส่	6	40	
	ใส่บางครั้ง	7	46.67	
	ใส่ทุกครั้ง	2	13.33	
	missed			
3.2 สวมถุงมือ	ไม่เคยใส่	10	66.67	
	ใส่บางครั้ง	4	26.67	
	ใส่ทุกครั้ง	1	6.66	

ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ

ผู้ปฏิบัติงานที่แสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะได้รับมลพิษจากลักษณะของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน เช่น อาจจะได้รับมลพิษจากฝุ่นละออง เชื้อโรค แก๊สพิษ ความร้อน สารเคมี เป็นต้น

4.3.2 จังหวัดสงขลา

การศึกษาพฤติกรรมในการป้องกันตัวเองในการปฏิบัติงานโดยใช้แบบสอบถาม กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าขยะ (ภูเก็ต) จำนวน 30 คน ในแผนกป้อนเชื้อเพลิงเข้าเตาเผา แผนกควบคุมการผลิต และแผนกสำนักงาน ตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจ ผลการศึกษาแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 4-5

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (60.00) อายุเฉลี่ยอยู่ที่ 31 ปี (สูงสุด 45 ปี, ต่ำสุด 25 ปี) ส่วนน้อยที่พบว่ามีโรคประจำตัว (6.67) โรคที่พบ ได้แก่ โรคภูมิแพ้และโรคหัวใจ ผู้ที่มีประวัติการสูบบุหรี่พบจำนวนหนึ่งในสาม (36.67) และเกือบครึ่ง (40.00) ภายในบ้านมีผู้สูบบุหรี่ ซึ่งอาศัยร่วมกัน ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษรอบบริเวณบ้านที่พบมาก คือ แหล่งมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม (24.24) รองลงมา คือ ถนนที่มักจะมีการจราจรหนาแน่น ระยะห่างจากบ้านประมาณ 50 – 300 เมตร (15.15) และปั๊มน้ำมัน/แก๊สรถยนต์ อู่ซ่อม เคาะ พ่นสีรถยนต์ พบในจำนวนที่เท่ากัน

ประสบการณ์การประกอบอาชีพ พบร้อยละ45.16 เคยประกอบอาชีพในโรงงานอื่นก่อนจะมาทำงานในโรงไฟฟ้าขยะ รองลงมา ได้แก่ เคยทำงานช่างในร้าน ร้อยละ 9.68 เคยทำงานในปั๊มน้ำมัน/ปั๊มแก๊ส ร้อยละ 3.22 ที่เหลือเป็นงานอื่นๆและเข้าทำงานในโรงไฟฟ้าขยะเป็นที่แรก ร้อยละ 25.81 และ ร้อยละ 16.13

ตามลำดับ โดยปัจจุบัน ร้อยละ 43.33 ปฏิบัติงานในส่วนงานควบคุมการผลิต (Control) ร้อยละ 36.67 ปฏิบัติงานในส่วนสำนักงาน (Office) และร้อยละ 20 ปฏิบัติงานในส่วนป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา (Feed)

ผู้ปฏิบัติงานจำนวนร้อยละ 50.00 ใช้ผ้าปิดจมูกที่มีลักษณะผ้าปิดจมูกแบบหมอ รองลงมาคือชนิดอื่นๆ โดยยังมีผู้ปฏิบัติงานใช้ผ้าปิดจมูกไม่ถูกต้องคือ คาดปิดเฉพาะจมูกหรือปิดเฉพาะปาก ระยะเวลาคาดผ้าปิดจมูก ร้อยละ 50 คาดน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน ส่วนผู้ที่คาดมากกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน และตลอดระเวลาการทำงานยังมีอัตราส่วนที่น้อย ร้อยละ 21.43 และ 17.86 ตามลำดับ และประเภทถุงมือที่สวมใส่ส่วนมาก ร้อยละ 70.37 ใช้ถุงมือผ้า รองลงมาคือถุงมือยาง ยาวถึงข้อมือ ร้อยละ 25.93

พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ผู้ปฏิบัติงานในส่วนป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา จำนวนสองในสามพบมีการใช้ผ้าปิดจมูกในบางครั้งขณะปฏิบัติงาน ร้อยละ 66.67 และเกือบทั้งหมดของผู้ปฏิบัติงานในส่วนงานนี้สวมใส่ถุงมือเป็นบางครั้งขณะปฏิบัติงาน ร้อยละ 83.33 ผู้ปฏิบัติงานในส่วนงานควบคุมการผลิตเกินครึ่งมีการใส่ผ้าปิดจมูกในบางครั้งขณะปฏิบัติงาน ร้อยละ 53.85 และใส่ทุกครั้งเป็นลำดับรองลงมา ส่วนการสวมถุงมือขณะปฏิบัติงานพบเกินครึ่งสวมใส่ถุงมือในบางครั้ง ร้อยละ 53.85 รองลงมาคือใส่ทุกครั้ง ร้อยละ 38.46 และยังมีผู้ที่ไม่เคยใส่ถุงมือขณะปฏิบัติงานแต่เป็นส่วนน้อย ร้อยละ 7.69 และผู้ปฏิบัติงานในส่วนงานสำนักงานเกินครึ่งมีการคาดผ้าปิดจมูกขณะปฏิบัติงาน ร้อยละ 54.54 ที่เหลือไม่เคยใส่ การสวมถุงมือขณะปฏิบัติงานเกือบครึ่งใส่บางครั้ง ร้อยละ 45.45 รองลงมา คือ ไม่เคยสวมใส่ถุงมือขณะปฏิบัติงานเลย ร้อยละ 36.35

ตารางที่ 4- 5 ข้อมูลพฤติกรรมของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

	จำนวน	**ร้อยละ**	**หมายเหตุ**
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป			
1. เพศ			
ชาย	18	60	
หญิง	12	40	
รวม	**30**	**100**	
2. อายุ	เฉลี่ย 31 ปี (สูงสุด 45, ต่ำสุด 25)		
3. โรคประจำตัว			
ไม่มี	28	93.33	*โรคภูมิแพ้และโรคหัวใจ
มี	2*	6.67	
รวม	**30**	**100**	
4. สูบบุหรี่			
ไม่เคยสูบ	17	56.67	
เคยสูบ แต่เลิกแล้ว	2	6.66	
ยังสูบอยู่	11	36.67	
รวม	**30**	**100**	
5. ในบ้านมีผู้อื่นสูบ			
ไม่มี	18	60	

	จำนวน	ร้อยละ	หมายเหตุ
มี	12	40	
รวม	**30**	**100**	
6. แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ			
ไม่มี	18	54.55	
ถนนที่มักจะมีการจราจรหนาแน่น 50-300 เมตร	5	15.15	
โรงงานอุตสาหกรรม	8	24.24	
ปั๊มน้ำมัน/แก๊สรถยนต์	1	3.03	
อู่ซ่อม เคาะ พ่นสีรถยนต์	1	3.03	
รวม	**30**	**100**	
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน			
1. ลักษณะงานที่ทำก่อนหน้าที่จะมาทำงานตำแหน่งนี้			
ไม่มี	5	16.13	
งานโรงงานอื่น	13	45.16	
งานช่างในร้าน	3	9.68	
งานในปั๊มน้ำมัน/ปั๊มแก๊ส	1	3.22	
อื่นๆ	8	25.81	
รวม	**30**	**100**	
2. ลักษณะงานที่ทำในปัจจุบัน			
ป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา (Feed)	6	20	
งานควบคุมการผลิต (Control)	13	43.33	
งานสำนักงาน (Office)	11	36.67	
รวม	**30**	**100**	
ส่วนที่ 3 ประเภทและลักษณะการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล			
1. ประเภทของผ้าปิดจมูก			
ผ้าเช็ดหน้า	1	3.57	
ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	14	50	n = 28
อื่นๆ	11	39.29	
missed	2	7.14	
2. คาดผ้าปิดจมูกอย่างไร			
ปิดเฉพาะปาก	1	3.57	
ปิดเฉพาะจมูก	1	3.57	n = 28
ปิดทั้งปากและจมูก	24	85.72	
missed	2	7.14	
3. ระยะเวลาคาดผ้าปิดจมูก			
ตลอดเวลาการทำงาน	5	17.86	n = 28
มากกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน	6	21.43	
น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน	14	50	
missed	2	2	10.71
4. ประเภทของถุงมือ			

		จำนวน	ร้อยละ	หมายเหตุ
ถุงมือผ้า		19	70.37	
ถุงมือยาง ยาวถึงข้อมือ		7	25.93	n = 27
ถุงมือยาง ยาวถึงแขน		-	-	
ส่วนที่ 4 การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล				
1. งานป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา				
1.1 ใส่ผ้าปิดจมูก	ไม่เคยใส่	-	-	
	ใส่บางครั้ง	4	66.67	
	ใส่ทุกครั้ง	2	33.33	
1.2 การสวมถุงมือ	ไม่เคยใส่	-	-	
	ใส่บางครั้ง	5	83.33	
	ใส่ทุกครั้ง	1	16.67	
2. งานควบคุมการผลิต				
2.1 ใส่ผ้าปิดจมูก	ไม่เคยใส่	-	-	
	ใส่บางครั้ง	7	53.85	
	ใส่ทุกครั้ง	6	46.15	
2.2 สวมถุงมือ	ไม่เคยใส่	1	7.69	
	ใส่บางครั้ง	7	53.85	
	ใส่ทุกครั้ง	5	38.46	
3. งานสำนักงาน				
3.1 ใส่ผ้าปิดจมูก	ไม่เคยใส่	4	36.36	
	ใส่บางครั้ง	6	54.54	
	ใส่ทุกครั้ง	-	-	
	missed	1	9.1	
3.2 สวมถุงมือ	ไม่เคยใส่	4	36.35	
	ใส่บางครั้ง	5	45.45	
	ใส่ทุกครั้ง	1	9.1	
	missed	1	9.1	

ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ

ผู้ปฏิบัติงานที่แสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะได้รับมลพิษจากลักษณะของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน และรับรู้ว่าความเสี่ยงนั้นจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร เช่น อาจจะได้รับมลพิษจากฝุ่นละออง ควัน มีความเสี่ยงเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ พิษจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ เสียงดัง ความร้อน เป็นต้น

4.4 การรับรู้ถึงผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า

4.4.1 พื้นที่จังหวัดภูเก็ต

การสำรวจการรับรู้ข้อมูลและผลกระทบต่อสุขภาพรวมทั้งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนเกี่ยวกับการดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ประกอบไปด้วยข้อมูล 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ส่วนที่ 3 ผลกระทบที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ และส่วนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อห่วงกังวลต่อการดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ โดยแบ่งการสำรวจตามระยะทาง 4 ระยะ คือ 1) น้อยกว่า 500 เมตร 2) 500 เมตร – 1 กิโลเมตร 3) 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และ 4) มากกว่า 3 กิโลเมตร จำนวน 400 ชุด ครอบคลุมชุมชน 18 แห่ง ได้แก่ ชุมชนกอไผ่ กุลวดี คลองเกาะผี 40 ห้อง ซอยต้นโพธิ์ โต๊ะแซะ ถนนพัฒนาท้องถิ่น ถนนศักดิเดช ถนนสุรินทร์ ธนิตธุรกิจ บ่อน้ำซอย 5 บ้านพักครูอาชีวะภูเก็ต เมืองทอง วงเวียนหอย สะพานหิน สะพานหิน แสนสุข หลังศาลากลาง และหลังหอประชุม ซึ่งมีผลสำรวจ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 59.25 และเพศชายร้อยละ 40.75 มีอายุมากกว่า 50 ปี ร้อยละ 42.25 รองลงมา คือ อายุ 41-50 ปี ร้อยละ 25.25 และประชาชนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นเวลา 1-10 ปี ร้อยละ 37.25 รองลงมาคือ อาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นเวลา 11-20 ปี ร้อยละ 28 ส่วนอาชีพของประชาชนพบว่า ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 31.25 รองลงมา คือ รับจ้างทั่วไป ร้อยละ 24.25 นอกจากนี้ยังพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 76.25 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 23.75

ตารางที่ 4- 6 ข้อมูลทั่วไปของประชาชนพื้นที่จังหวัดภูเก็ต

	ระยะห่างของครัวเรือนกับเตาเผามูลฝอย				รวม
	<500 ม.	500 ม. - 1 กม.	1 กม. - 3 กม.	>3 กม.	
เพศ					
ชาย	49 (39.84)	24 (42.11)	72 (42.11)	18 (36.73)	163 (40.75)
หญิง	74 (60.16)	33 (57.89)	99 (57.89)	31 (63.27)	237 (59.25)
รวม	**123 (100)**	**57 (100)**	**171 (100)**	**49 (100)**	**400 (100)**
อายุ (ปี)					
≤20	3 (2.44)	3 (5.26)	9 (5.26)	2 (4.08)	17 (4.25)
21-30	11 (8.94)	3 (5.26)	20 (11.70)	1 (2.04)	35 (8.75)
31-40	26 (21.14)	11 (19.30)	36 (21.05)	5 (10.20)	78 (19.50)
41-50	40 (32.52)	16 (28.07)	33 (19.30)	12 (24.49)	101 (25.25)
>50	43 (34.96)	24 (42.11)	73 (42.69)	29 (59.18)	169 (42.25)
รวม	**123 (100)**	**57 (100)**	**171 (100)**	**49 (100)**	**400 (100)**
ระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่ (ปี)					

	ระยะห่างของครัวเรือนกับเตาเผามูลฝอย				รวม
	<500 ม.	500 ม. - 1 กม.	1 กม. - 3 กม.	>3 กม.	
<1 ปี	11 (8.94)	-	10 (5.85)	-	21 (5.25)
1-10 ปี	47 (38.21)	21 (36.84)	69 (40.35)	12 (24.49)	149 (37.25)
11-20 ปี	42 (34.15)	13 (22.81)	45 (26.32)	12 (24.49)	112 (28)
21-30 ปี	15 (12.2)	9 (15.79)	29 (16.96)	9 (18.37)	62 (15.5)
31-40 ปี	3 (2.44)	8 (14.04)	11 (6.43)	9 (18.37)	31 (7.75)
41-50 ปี	3 (2.44)	3 (5.26)	3 (1.75)	4 (8.16)	13 (3.25)
51 ปีขึ้นไป	2 (1.63)	3 (5.26)	4 (2.34)	3 (6.12)	12 (3)
รวม	**123 (100)**	**57 (100)**	**171 (100)**	**49 (100)**	**400 (100)**
อาชีพหลัก					
เกษตรกร	1 (0.81)	-	-	1 (2.04)	2 (0.5)
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	1 (0.81)	2 (3.51)	2 (1.17)	1 (2.04)	6 (1.5)
ลูกจ้างเอกชน	5 (4.07)	2 (3.51)	10 (5.85)	1 (2.04)	18 (4.5)
นักเรียน/นักศึกษา	3 (2.44)	1 (1.75)	8 (4.68)	2 (4.08)	14 (3.5)
รับจ้างทั่วไป	34 (27.64)	9 (15.79)	39 (22.81)	15 (30.61)	97 (24.25)
ธุรกิจส่วนตัว	33 (26.83)	22 (38.60)	62 (36.26)	8 (16.33)	125 (31.25)
พ่อบ้าน-แม่บ้าน	18 (14.63)	8 (14.04)	23 (13.45)	13 (26.53)	62 (15.5)
ว่างงาน	3 (2.44)	4 (7.02)	7 (4.09)	1 (2.04)	15 (3.75)
อื่นๆ (ค้าขาย/ราชการบำนาญ)	25 (20.33)	9 (15.79)	20 (11.70)	7 (14.29)	61 (15.25)
ระดับการศึกษา					
ไม่ได้เรียน	6 (4.88)	-	5 (2.92)	1 (2.04)	12 (3)
ประถมศึกษา	49 (39.84)	14 (24.56)	77 (45.03)	25 (51.02)	165 (41.25)
มัธยมศึกษาตอนต้น	24 (19.51)	14 (24.56)	37 (21.64)	10 (20.41)	85 (21.25)
มัธยมศึกษาปลาย	14 (11.38)	20 (35.09)	15 (8.77)	7 (14.29)	56 (14)
อนุปริญญา/ปวส.	14 (11.38)	2 (3.51)	26 (15.20)	3 (6.12)	45 (11.25)
ปริญญาตรี	15 (12.20)	7 (12.28)	11 (6.43)	3 (6.12)	36 (9)
สูงกว่าปริญญาตรี	1 (0.81)	-	-	-	1 (0.25)
รวม	**123 (100)**	**57 (100)**	**171 (100)**	**49 (100)**	**400 (100)**
โรคประจำตัว					
ไม่มี	88 (71.54)	46 (80.70)	135 (78.95)	36 (73.47)	305 (76.25)
มี	35 (28.46)	11 (19.30)	36 (21.05)	13 (26.53)	95 (23.75)
รวม	**123 (100)**	**57(100)**	**171(100)**	**49 (100)**	**400(100)**

ส่วนที่ 2 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

ใช้สถิติทดสอบครัสกัล-วอลลีส (Kruskal-Wallis Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากโครงการเตาเผามูลฝอยผลิตไฟฟ้า ในกลุ่มประชากรที่อาศัยในรัศมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้ที่อาศัยในรัศมีน้อยกว่า 0.5 กิโลเมตร ผู้ที่อาศัยในรัศมี 0.5 – 1 กิโลเมตร ผู้ที่อาศัยในรัศมี 1– 3 กิโลเมตร และผู้ที่อาศัยในรัศมีมากกว่า 3 กิโลเมตร ผลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4- 7 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น พื้นที่จังหวัดภูเก็ต (n=400)

ประเด็นผลกระทบ	ระยะห่างจากโรงไฟฟ้า	ความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลง : จำนวน (ร้อยละ)					p-value
		แย่ลงมาก	แย่ลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ดีขึ้น	ดีขึ้นมาก	
เสียงดังรบกวน	<500 ม.	-	1 (0.81)	120 (97.56)	2 (1.63)	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	2 (3.51)	51 (89.47)	4 (7.02)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	164 (95.91)	4 (2.34)	3 (1.75)	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	
	รวม	-	3 (0.75)	384 (96)	10 (2.5)	3 (0.75)	0.300*
ฝุ่นละออง	<500 ม.	7 (5.69)	31 (25.20)	82 (66.67)	3 (2.44)	-	
	500 ม. - 1 กม.	1 (1.75)	2 (3.51)	52 (91.23)	2 (3.51)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	16 (9.36)	149 (87.13)	6 (3.51)	-	
	>3 กม.	-	1 (2.04)	48 (97.96)	-	-	
	รวม	8 (2)	50 (12.5)	331 (82.75)	11 (2.75)	-	<0.001*
กลิ่นเหม็นรบกวน	<500 ม.	33 (26.83)	80 (65.04)	9 (7.32)	1 (0.81)		
	500 ม. - 1 กม.	4 (7.02)	36 (63.16)	15 (26.32)	2 (3.51)	-	
	1 กม. - 3 กม.	9 (5.26)	59 (34.50)	97 (56.73)	6 (3.51)	-	
	>3 กม.	-	4 (8.16)	45 (91.84)	-	-	
	รวม	46 (11.5)	179 (44.75)	166 (41.5)	9 (2.25)	-	<0.001*
อุบัติเหตุจากการคมนาคม	<500 ม.	-	1 (0.81)	120 (97.56)	2 (1.63)	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	1 (1.75)	55 (96.49)	1 (1.75)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	166 (97.08)	5 (2.92)	-	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	
	รวม	-	2 (0.5)	390 (97.5)	8 (2)	-	<0.001*
การจราจร/ปริมาณรถบรรทุก	<500 ม.	-	3 (2.44)	118 (95.93)	2 (1.63)	-	
	500 ม. - 1 กม.	1 (1.75)	-	55 (96.49)	1 (1.75)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	1 (0.58)	164 (95.91)	6 (3.51)	-	
	>3 กม.	-	1 (2.04)	48 (97.96)	-	-	
	รวม	1 (0.25)	5 (1.25)	385 (96.25)	9 (2.25)	-	0.461
ถนนชำรุดเป็นหลุม/บ่อ	<500 ม.	-	-	122 (99.19)	1 (0.81)	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	54 (94.74)	3 (5.26)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	1 (0.58)	164 (95.91)	6 (3.51)	-	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	

ประเด็นผลกระทบ	ระยะห่างจากโรงไฟฟ้า	ความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลง : จำนวน (ร้อยละ)					p-value
		แย่ลงมาก	แย่ลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ดีขึ้น	ดีขึ้นมาก	
	รวม	-	1 (0.25)	389 (97.25)	10 (2.5)	-	0.253
คุณภาพแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น ความขุ่น คราบน้ำมัน	<500 ม.	-	1 (0.81)	122 (99.19)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	2 (3.51)	54 (94.74)	1 (1.75)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	164 (95.91)	7 (4.09)	-	
	>3 กม.	1 (2.04)	-	48 (97.96)	-	-	
	รวม	1 (0.25)	3 (0.75)	388 (97)	8 (2)	-	0.210
พื้นที่ทำกิน	<500 ม.	-	-	123 (100)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	57 (100)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	167 (97.66)	4 (2.34)	-	
	>3 กม.	1 (2.04)	-	48 (97.96)	-	-	
	รวม	1 (0.25)	-	395 (98.75)	4 (1)	-	0.620
ผลผลิตทางการเกษตร	<500 ม.	-	-	123 (100)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	57 (100)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	167 (97.66)	4 (2.34)	-	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	
	รวม	-	-	396 (99)	4 (1)	-	0.145*
สภาพปัญหาการใช้เส้นทางคมนาคม	<500 ม.	-	1 (0.81)	121 (98.37)	1 (0.81)	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	55 (96.49)	2 (3.51)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	1 (0.58)	162 (94.74)	8 (4.68)	-	
	>3 กม.	-	1 (2.04)	48 (97.96)	-	-	
	รวม	-	3 (0.75)	386 (96.5)	11 (2.75)	-	0.099
การจ้างงาน/รายได้	<500 ม.	-	1 (0.81)	121 (98.37)	1 (0.81)	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	52 (91.23)	5 (8.77)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	163 (95.23)	8 (4.68)	-	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	
	รวม	-	1 (0.25)	385 (96.25)	14 (3.5)	-	0.014*
ความขัดแย้งของคนในชุมชน	<500 ม.	-	1 (0.81)	122 (99.19)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	2 (3.51)	55 (96.49)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	165 (96.49)	6 (3.51)	-	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	
	รวม	-	3 (0.75)	391 (97.75)	6 (1.5)	-	0.008*
อาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ	<500 ม.	1 (0.81)	8 (6.5)	114 (92.68)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	1 (1.75)	55 (96.49)	1 (1.75)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	2 (1.17)	163 (95.32)	6 (3.51)	-	
	>3 กม.	-	1 (2.04)	48 (97.96)	-	-	
	รวม	1 (0.25)	12 (3)	380 (95)	7 (1.75)	-	0.003*
อาการทางผิวหนัง ผื่น	<500 ม.	1 (0.81)	2 (1.63)	120 (97.56)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	2 (3.51)	54 (94.74)	1 (1.75)	-	

ประเด็นผลกระทบ	ระยะห่างจากโรงไฟฟ้า	ความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลง : จำนวน (ร้อยละ)					p-value
		แย่ลงมาก	แย่ลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ดีขึ้น	ดีขึ้นมาก	
คัน	1 กม. - 3 กม.	-	1 (0.58)	163 (95.32)	7 (4.09)	-	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	
	รวม	1 (0.25)	5 (1.25)	386 (96.5)	8 (2)	-	0.040*
อาการตาแดง เคืองตา จากฝุ่น	<500 ม.	-	1 (0.81)	122 (99.19)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	1 (1.75)	55 (96.49)	1 (1.75)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	-	163 (95.32)	8 (4.68)	-	
	>3 กม.	-	-	49 (100)	-	-	
	รวม	-	2 (0.5)	389 (97.25)	9 (2.25)	-	0.230

** Kruskal-Wallis Test แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05*

- **เสียงดังรบกวน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าคุณภาพเสียงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 97.56 ร้อยละ 89.47 ร้อยละ 95.91 และร้อยละ 100 ตามลำดับ
- **ฝุ่นละออง** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 66.67 ร้อยละ 91.23 ร้อยละ 87.13 และร้อยละ 97.96 ตามลำดับ
- **กลิ่นเหม็นรบกวน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร มีความเห็นว่าเกิดกลิ่นเหม็นรบกวน ร้อยละ 65.04 ร้อยละ 63.16 ตามลำดับ ในขณะที่ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าคุณภาพกลิ่นไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 56.73 และร้อยละ 91.84 ตามลำดับ
- **อุบัติเหตุจากการคมนาคม** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการเกิดอุบัติเหตุจากการคมนาคมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 97.56 ร้อยละ 96.49 ร้อยละ 97.08 และร้อยละ 100 ตามลำดับ
- **การจราจร/ปริมาณรถบรรทุก** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าความหนาแน่นการจราจร และปริมาณรถบรรทุก ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 95.93 ร้อยละ 96.49 ร้อยละ 95.91 และร้อยละ 97.96 ตามลำดับ
- **ถนนชำรุดเป็นหลุม/บ่อ** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการเกิดถนนชำรุด และเป็นหลุมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 99.19 ร้อยละ 94.74 ร้อยละ 95.91 และร้อยละ 100 ตามลำดับ

- **คุณภาพแหล่งน้ำสาธารณะเช่น ความขุ่น คราบน้ำมัน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าคุณภาพแหล่งน้ำสาธารณะ ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 99.19 ร้อยละ 94.74 ร้อยละ 95.91 และร้อยละ 97.96 ตามลำดับ
- **พื้นที่ทำกิน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าพื้นที่ทำกินในบริเวณที่อยู่อาศัยไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 100 ร้อยละ 100 ร้อยละ 97.66 และร้อยละ 97.96 ตามลำดับ
- **ผลผลิตทางการเกษตร** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าผลผลิตทางการเกษตรไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 100 ร้อยละ 100 ร้อยละ 97.66 และร้อยละ 100 ตามลำดับ
- **สภาพปัญหาการใช้เส้นทางคมนาคม** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการใช้เส้นทางคมนาคมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 98.37 ร้อยละ 96.49 ร้อยละ 94.74 และร้อยละ 97.96 ตามลำดับ
- **การจ้างงาน/รายได้** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการจ้างงานและเกิดรายได้ในชุมชนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 98.37 ร้อยละ 91.23 ร้อยละ 95.23 และร้อยละ 100 ตามลำดับ
- **ความขัดแย้งของคนในชุมชน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการเกิดความขัดแย้งของคนในชุมชนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 99.19 ร้อยละ 96.49 ร้อยละ 96.49 และร้อยละ 100 ตามลำดับ
- **อาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าอาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 92.68 ร้อยละ 96.49 ร้อยละ 95.32 และร้อยละ 97.96 ตามลำดับ
- **อาการทางผิวหนัง ผื่นคัน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าอาการทางผิวหนัง ผื่นคัน ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 97.56 ร้อยละ 94.74 ร้อยละ 95.32 และร้อยละ 100 ตามลำดับ
- **อาการตาแดง เคืองตา จากฝุ่น** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าอาการตาแดง เคืองตา จากฝุ่นไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 99.19 ร้อยละ 96.49 ร้อยละ 95.32 และร้อยละ 100 ตามลำดับ

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อห่วงกังวลต่อการดำเนินโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

พบว่า ประชาชนเห็นด้วยต่อการดำเนินกิจการของโรงไฟฟ้าขยะในบริเวณพื้นที่ชุมชน ร้อยละ 63.0 รองลงมาคือ ไม่มีความเห็น ร้อยละ 21.5 อย่างไรก็ตามการเกิดผลกระทบของโรงไฟฟ้าขยะต่อชุมชน ประชาชนมีความเห็นว่า ส่งผลกระทบทั้งทางบวกและลบ ร้อยละ 47.25 รองลงมา คือ ส่งผลกระทบทางบวกอย่างเดียวและทางลบอย่างเดียว ร้อยละ 18.75 สำหรับกรณีที่โรงไฟฟ้าขยะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัย ประชาชนส่วนใหญ่ทราบว่าจะต้องร้องเรียนต่อหน่วยงานใด ร้อยละ 52.55 และหน่วยงานที่ต้องไปร้องเรียน คือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ร้อยละ 64.06 รองลงมา คือ หน่วยงานอื่นๆ ร้อยละ 12.50 ซึ่งที่ผ่านมาประชาชนไม่เคยร้องเรียน ร้อยละ 97.25 มีการร้องเรียน ร้อยละ 2.75 โดยปัญหาที่ร้องเรียน คือ เรื่องกลิ่น ร้อยละ 76.92 รองลงมา คือ เรื่องฝุ่นละออง น้ำ และอื่นๆ ร้อยละ 7.69 จากการร้องเรียนดังกล่าวประชาชนมีความเห็นว่า ไม่ทราบ ร้อยละ 45.46 รองลงมาคือ เจ้าหน้าที่มีการดำเนินการตามข้อร้องเรียนทันทีและดำเนินการตามข้อร้องเรียนอย่างล่าช้า ร้อยละ 27.27

4.4.2 พื้นที่จังหวัดสงขลา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 63.78 และเพศชายร้อยละ 36.22 มีอายุมากกว่า 50 ปี ร้อยละ 52.55 รองลงมา คือ อายุ 41-50 ปี ร้อยละ 30.10 และประชาชนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นเวลา 1-10 ปี ร้อยละ 30.1 รองลงมาคือ อาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นเวลา 11-20 ปี ร้อยละ 28.06 ส่วนอาชีพของประชาชนพบว่า ส่วนใหญ่เป็นพ่อบ้าน/แม่บ้าน ร้อยละ 25.51 รองลงมา คือ ประกอบธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 20.41 นอกจากนี้ยังพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 72.96 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 27.04 ดังแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4- 8 ข้อมูลทั่วไปของประชาชนพื้นที่จังหวัดสงขลา

	ระยะห่างของครัวเรือนกับเตาเผามูลฝอย				รวม
	<500 ม.	500 ม. - 1 กม.	1 กม. - 3 กม.	>3 กม.	
เพศ					
ชาย	11 (31.43)	6 (16.22)	35 (46.05)	19 (39.58)	71 (36.22)
หญิง	24 (68.57)	31 (83.78)	41 (53.95)	29 (60.42)	125 (63.78)
รวม	**35(100)**	**37(100)**	**76(100)**	**48 (100)**	**196 (100)**
อายุ (ปี)					
≤20	-	1 (2.70)	6 (7.89)	1 (2.08)	8 (4.08)
21-30	2 (5.71)	3 (8.11)	3 (3.95)	5 (10.42)	13 (6.63)
31-40	3 (8.57)	4 (10.81)	15 (19.74)	7 (14.58)	29 (14.8)
41-50	10 (28.57)	6 (16.22)	15 (19.74)	12 (25)	43 (21.94)
>50	20 (57.14)	23 (62.16)	37 (48.68)	23 (47.92)	103 (52.55)
รวม	**35(100)**	**37 (100)**	**76(100)**	**48(100)**	**196(100)**

	ระยะห่างของครัวเรือนกับเตาเผามูลฝอย				รวม
	<500 ม.	500 ม. - 1 กม.	1 กม. - 3 กม.	>3 กม.	
ระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่ (ปี)					
1-10 ปี	15 (42.86)	13 (35.14)	21 (27.63)	10 (20.83)	59 (30.1)
11-20 ปี	14 (40)	14 (37.84)	16 (21.05)	11 (22.92)	55 (28.06)
21-30 ปี	3 (8.57)	3 (8.11)	12 (15.79)	7 (14.58)	25 (12.76)
31-40 ปี	1 (2.86)	4 (10.81)	18 (23.68)	10 (20.83)	33 (16.84)
41-50 ปี	-	2 (5.41)	5 (6.58)	5 (10.42)	12 (6.12)
51 ปีขึ้นไป	2 (5.71)	1 (2.7)	4 (5.26)	5 (10.42)	12 (6.12)
รวม	**35(100)**	**37 (100)**	**76(100)**	**48 (100)**	**196(100)**
อาชีพหลัก					
เกษตรกร	3 (8.57)	6 (16.22)	13 (17.11)	9 (18.75)	31 (15.82)
รับราชการ/ รัฐวิสาหกิจ	2 (5.71)	1 (2.70)	8 (10.53)	1 (2.08)	12 (6.12)
ลูกจ้างเอกชน	2 (5.71)	-	-	-	2 (1.02)
นักเรียน/นักศึกษา	-	2 (5.41)	5 (6.58)	1 (2.08)	8 (4.08)
รับจ้างทั่วไป	2 (5.71)	1 (2.70)	10 (13.16)	13 (27.08)	26 (13.27)
ธุรกิจส่วนตัว	13 (37.14)	6 (16.22)	11 (14.47)	10 (20.83)	40 (20.41)
พ่อบ้าน-แม่บ้าน	9 (25.71)	13 (35.14)	18 (23.68)	10 (20.83)	50 (25.51)
ว่างงาน	-	1 (2.70)	2 (2.63)	3 (6.25)	6 (3.06)
อื่นๆ (ค้าขาย/ ราชการบำนาญ)	4 (11.43)	7 (18.92)	9 (11.84)	1 (2.08)	21 (10.71)
ระดับการศึกษา					
ไม่ได้เรียน	-	-	-	1 (2.08)	1 (0.51)
ประถมศึกษา	12 (34.29)	12 (32.43)	24 (31.58)	27 (56.25)	75 (38.27)
มัธยมศึกษาตอนต้น	5 (14.29)	10 (27.03)	11 (14.47)	6 (12.50)	32 (16.33)
มัธยมศึกษาปลาย	8 (22.86)	7 (18.92)	10 (13.16)	6 (12.50)	31 (15.82)
อนุปริญญา/ปวส.	3 (8.57)	2 (5.41)	19 (25.00)	5 (10.42)	29 (14.80)
ปริญญาตรี	5 (14.29)	6 (16.22)	12 (15.79)	3 (6.25)	26 (13.27)
สูงกว่าปริญญาตรี	2 (5.71)	-	-	-	2 (1.02)
รวม	**35 (100)**	**37(100)**	**76(100)**	**48(100)**	**196(100)**
โรคประจำตัว					
ไม่มี	27 (77.14)	21 (56.76)	56 (73.68)	39 (81.25)	143 (72.96)
มี	8 (22.86)	16 (43.24)	20 (26.32)	9 (18.75)	53 (27.04)
รวม	**35(100)**	**37(100)**	**76(100)**	**48(100)**	**196(100)**

ใช้สถิติทดสอบครัสกัล-วอลลีส (Kruskal-Wallis Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากโครงการเตาเผามูลฝอยผลิตไฟฟ้า ในกลุ่มประชากรที่

อาศัยในรัศมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้ที่อาศัยในรัศมีน้อยกว่า 0.5 กิโลเมตร ผู้ที่อาศัยในรัศมี 0.5 – 1.0 กิโลเมตร ผู้ที่อาศัยในรัศมี 1.0– 3.0 กิโลเมตร และผู้ที่อาศัยในรัศมีมากกว่า 3 กิโลเมตร ผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4- 9 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น พื้นที่จังหวัดสงขลา (n=400)

ประเด็นผลกระทบ	ระยะห่างจากโรงไฟฟ้า	ความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลง : จำนวน (ร้อยละ)					p-value
		แย่ลงมาก	แย่ลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ดีขึ้น	ดีขึ้นมาก	
เสียงดังรบกวน	<500 ม.	2 (5.71)	17 (48.57)	16 (45.71)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	2 (5.41)	13 (35.14)	22 (59.46)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	2 (2.63)	25 (32.89)	48 (63.16)	1 (1.32)	-	
	>3 กม.	-	4 (8.33)	44 (91.67)	-	-	
	รวม	**6 (3.06)**	**59 (30.10)**	**130 (66.33)**	**1 (0.51)**	**-**	<0.001*
ฝุ่นละออง	<500 ม.	4 (11.43)	21 (60.00)	10 (28.57)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	1 (2.70)	19 (51.35)	17 (45.95)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	3 (3.95)	19 (25.00)	53 (69.74)	1 (1.32)	-	
	>3 กม.	-	4 (8.33)	44 (91.67)	-	-	
	รวม	**8 (4.08)**	**63 (32.14)**	**124 (63.27)**	**1 (0.51)**	**-**	<0.001*
กลิ่นเหม็นรบกวน	<500 ม.	16 (45.71)	17 (48.57)	2 (5.71)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	3 (8.11)	30 (81.08)	4 (10.81)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	7 (9.21)	39 (51.32)	29 (38.16)	1 (1.32)	-	
	>3 กม.	-	12 (25.00)	36 (75.00)	-	-	
	รวม	**26 (13.27)**	**98 (50.00)**	**71 (36.22)**	**1 (0.51)**	**-**	<0.001*
อุบัติเหตุจากการคมนาคม	<500 ม.	-	-	35 (100)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	36 (97.30)	-	1 (2.70)	
	1 กม. - 3 กม.	1 (1.32)	3 (3.95)	72 (94.74)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**1 (0.51)**	**4 (2.04)**	**190 (96.94)**	**-**	**1 (0.51)**	<0.001*
การจราจร/ปริมาณรถบรรทุก	<500 ม.	-	-	35 (100)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	1 (2.70)	35 (94.59)	-	1 (2.70)	
	1 กม. - 3 กม.	1 (1.32)	1 (1.32)	73 (96.05)	1 (1.32)	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**1 (0.51)**	**3 (1.53)**	**190 (96.94)**	**1 (0.51)**	**1 (0.51)**	0.121
ถนนชำรุดเป็นหลุม/บ่อ	<500 ม.	-	1 (2.86)	34 (97.14)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	37 (100)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	3 (3.95)	73 (96.05)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**-**	**5 (2.55)**	**191 (97.45)**	**-**	**-**	0.930
คุณภาพแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น ความ	<500 ม.	-	2 (5.71)	33 (94.29)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	1 (2.70)	1 (2.70)	35 (94.59)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	1 (1.32)	4 (5.26)	71 (93.42)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	

ประเด็นผลกระทบ	ระยะห่างจากโรงไฟฟ้า	ความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลง : จำนวน (ร้อยละ)					p-value
		แย่ลงมาก	แย่ลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ดีขึ้น	ดีขึ้นมาก	
ขุ่น คราบน้ำมัน	รวม	**2 (1.02)**	**8 (4.08)**	**186 (94.90)**	**-**	**-**	0.657
พื้นที่ทำกิน	**<500 ม.**	-	1 (2.86)	34 (97.14)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	37 (100)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	5 (6.58)	71 (93.42)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**-**	**7 (3.57)**	**189 (96.43)**	**-**	**-**	0.733
ผลผลิตทางการเกษตร	**<500 ม.**	-	2(5.71)	33 (94.29)	**-**	**-**	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	37 (100)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	5 (6.58)	71 (93.42)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**-**	**8 (4.08)**	**188 (95.92)**	**-**	**-**	0.295
สภาพปัญหาการใช้เส้นทางคมนาคม	**<500 ม.**	-	-	35 (100)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	37 (100)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	6 (7.89)	70 (92.11)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**-**	**7 (3.57)**	**189 (96.43)**	**-**	**-**	0.321
การจ้างงาน/รายได้	**<500 ม.**	-	-	34 (97.14)	1 (2.86)	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	36 (97.30)	1 (2.70)	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	1 (1.32)	74 (97.37)	1 (1.32)	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**-**	**2 (1.02)**	**191 (97.45)**	**3 (1.53)**	**-**	0.070
ความขัดแย้งของคนในชุมชน	**<500 ม.**	-	1 (2.86)	34 (97.14)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	-	37 (100)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	2 (2.63)	74 (97.37)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**-**	**4 (2.04)**	**192 (97.96)**	**-**	**-**	0.426
อาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ	**<500 ม.**	2 (5.71)	20 (57.14)	13 (37.14)	-	-	
	500 ม. - 1 กม.	-	13 (35.14)	24 (64.86)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	1 (1.32)	21 (27.63)	54 (71.05)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47.97.92)	-	-	
	รวม	**3 (1.53)**	**55 (28.06)**	**138 (70.41)**	**-**	**-**	0.798
อาการทางผิวหนัง ผื่นคัน	**<500 ม.**	1 (2.86)	6 (17.14)	28 (80)	**-**	**-**	
	500 ม. - 1 กม.	1 (2.70)	1 (2.70)	35 (94.59)	-	-	
	1 กม. - 3 กม.	-	8 (10.53)	68 (89.47)	-	-	
	>3 กม.	-	1 (2.08)	47 (97.92)	-	-	
	รวม	**2 (1.02)**	**16 (8.16)**	**178 (90.82)**	**-**	**-**	<0.001*
อาการตาแดง เคืองตา	**<500 ม.**	2 (5.71)	11 (31.43)	22 (62.86)	**-**	**-**	
	500 ม. - 1 กม.	1 (2.70)	7 (18.92)	29 (78.38)	-	-	

ประเด็นผลกระทบ	ระยะห่างจากโรงไฟฟ้า	ความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลง : จำนวน (ร้อยละ)					p-value
		แย่ลงมาก	แย่ลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ดีขึ้น	ดีขึ้นมาก	
จากฝุ่น	1 กม. - 3 กม.	-	14 (18.42)	62 (81.58)	-	-	
	>3 กม.	-	2 (4.17)	46 (95.83)	-	-	
	รวม	3 (1.53)	34 (17.35)	159 (81.12)	-	-	0.036*

** Kruskal-Wallis Test แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05*

- **เสียงดังรบกวน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร มีความเห็นว่าคุณภาพเสียงแย่ลง ร้อยละ 48.57 ในขณะที่ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าคุณภาพเสียง ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 59.46 ร้อยละ 63.16 และร้อยละ 91.67 ตามลำดับ
- **ฝุ่นละออง** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร และระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร มีความเห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองแย่ลง (มากขึ้น) ร้อยละ 60 และร้อยละ 51.35 ตามลำดับ ในขณะที่ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 69.74 และร้อยละ 91.67 ตามลำดับ
- **กลิ่นเหม็นรบกวน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร และระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าเกิดกลิ่นเหม็นรบกวนร้อยละ 48.57 ร้อยละ 81.08 และร้อยละ 51.32 ตามลำดับ ในขณะที่ระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าคุณภาพกลิ่นไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 75
- **อุบัติเหตุจากการคมนาคม** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการเกิดอุบัติเหตุจากการคมนาคมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 100 ร้อยละ 97.30 ร้อยละ 94.74 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **การจราจร/ปริมาณรถบรรทุก** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าความหนาแน่นการจราจร และปริมาณรถบรรทุก ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 100 ร้อยละ 94.59 ร้อยละ 96.05 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **ถนนชำรุดเป็นหลุม/บ่อ** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการเกิดถนนชำรุด และเป็นหลุมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 97.14 ร้อยละ 100 ร้อยละ 96.05 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **คุณภาพแหล่งน้ำสาธารณะเช่น ความขุ่น คราบน้ำมัน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าคุณภาพแหล่งน้ำสาธารณะ ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 94.29 ร้อยละ 94.59 ร้อยละ 93.42 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ

- **พื้นที่ทำกิน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าพื้นที่ทำกินในบริเวณที่อยู่อาศัยไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 97.14 ร้อยละ 100 ร้อยละ 93.42 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **ผลผลิตทางการเกษตร** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าผลผลิตทางการเกษตรไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 94.29 ร้อยละ 100 ร้อยละ 93.42 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **สภาพปัญหาการใช้เส้นทางคมนาคม** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการใช้เส้นทางคมนาคมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 100 ร้อยละ 100 ร้อยละ 92.11 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **การจ้างงาน/รายได้** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการจ้างงานและเกิดรายได้ในชุมชนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 97.14 ร้อยละ 97.30 ร้อยละ 97.37 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **ความขัดแย้งของคนในชุมชน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าการเกิดความขัดแย้งของคนในชุมชนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 97.14 ร้อยละ 100 ร้อยละ 97.37 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **อาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ** พบว่า ผู้อยู่อาศัยในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร มีความเห็นว่า อาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจแย่ลง ร้อยละ 57.14 ในขณะที่ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าอาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 64.86 ร้อยละ 71.05 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **อาการทางผิวหนัง ผื่นคัน** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าอาการทางผิวหนัง ผื่นคัน ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 80 ร้อยละ 94.59 ร้อยละ 89.47 และร้อยละ 97.92 ตามลำดับ
- **อาการตาแดง เคืองตา จากฝุ่น** พบว่า ผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะทางน้อยกว่า 500 เมตร ระยะทาง 500 เมตร – 1 กิโลเมตร ระยะทาง 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร และระยะทางมากกว่า 3 กิโลเมตร มีความเห็นว่าอาการตาแดง เคืองตา จากฝุ่นไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ร้อยละ 62.86 ร้อยละ 78.38 ร้อยละ 81.58 และร้อยละ 95.83 ตามลำดับ

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อห่วงกังวลต่อการดำเนินงานโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

พบว่า ประชาชนไม่เห็นด้วยต่อการดำเนินกิจการของโรงไฟฟ้าขยะในบริเวณพื้นที่ชุมชน ร้อยละ 39.8 รองลงมาคือ เห็นด้วย ร้อยละ 31.12 อย่างไรก็ตามการเกิดผลกระทบของโรงไฟฟ้าขยะต่อชุมชน ประชาชนมีความเห็นว่า ส่งผลกระทบทั้งทางบวกและลบ ร้อยละ 55.1 รองลงมา คือ ส่งผลกระทบทางลบอย่างเดียว ร้อยละ 22.45 สำหรับกรณีที่โรงไฟฟ้าขยะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัย ประชาชนส่วนใหญ่ทราบว่าจะต้องร้องเรียนต่อหน่วยงานใด ร้อยละ 52.55 และหน่วยงานที่ต้องไปร้องเรียน คือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ร้อยละ 64.06 รองลงมา คือ หน่วยงานอื่นๆ ร้อยละ 12.5 ซึ่งที่ผ่านมาประชาชนไม่เคยร้องเรียน ร้อยละ 92.35 มีการร้องเรียน ร้อยละ 7.65 โดยปัญหาที่ร้องเรียน คือ เรื่องกลิ่น ร้อยละ 50 รองลงมา คือ เรื่องฝุ่นละออง ร้อยละ 23.08 จากการร้องเรียนดังกล่าวประชาชนมีความเห็นว่า เจ้าหน้าที่มีการดำเนินการตามข้อร้องเรียนอย่างล่าช้า ร้อยละ 38.46 รองลงมาคือ เจ้าหน้าที่ไม่ดำเนินการใด ๆ เลย ร้อยละ 30.77

4.4.3 สรุปผลรวมทั้งสองจังหวัด

จากการศึกษาเมื่อรวมข้อมวลทั้งสองจังหวัดแล้ววิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบครัสกัล-วอลลีส (Kruskal-Wallis Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากโครงการเตาเผามูลฝอยผลิตไฟฟ้า ในกลุ่มประชากรที่อาศัยในรัศมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้ที่อาศัยในรัศมีน้อยกว่า 0.5 กิโลเมตร ผู้ที่อาศัยในรัศมี 0.5 – 1 กิโลเมตร ผู้ที่อาศัยในรัศมี 1– 3 กิโลเมตร และผู้ที่อาศัยในรัศมีมากกว่า 3 กิโลเมตร พบว่าประเด็นที่มีความแตกต่างกันในกลุ่มผู้อาศัยในแต่ละพื้นที่รัศมี โดยผู้ที่อาศัยใกล้กว่าจะรับรู้ถึงผลกระทบมากกว่าผู้ที่อาศัยไกลออกไป ได้แก่ ผลกระทบจากฝุ่นละออง (p-value <0.001) ผลกระทบจากอุบัติเหตุจากการใช้ถนน (p-value <0.001) ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจ (p-value 0.004) ทำให้เกิดการระคายเคืองและโรคผิวหนัง (p-value 0.001) และพบว่าผู้ที่อาศัยใกล้ในระยะรัศมี 1-3 กิโลเมตร จะไม่เห็นด้วยกับการดำเนินการการของโครงการมากกว่า ผู้ที่อาศัยใกล้ในระยะรัศมีมากกว่า 3 กิโลเมตร (p- value 0.027)

4.5 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า และประชาชนในชุมชนโดยรอบ

จากผลกาตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศที่ทำงาน นำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานจากการรับผัสสารมลพิษอากาสทางการหายใจ โดยดำเนินการประเมินความเสี่ยงตามวิธีการของ US.EPA ดังนี้

$$EC = (CA \times ET \times EF \times ED) / AT$$

และประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง (Cancer Risk) จากการรับสัมผัสเบนซีนในบรรยากาศ (ซึ่งเสี่ยงต่อ leukemia) โดยคำนวณค่าความเสี่ยงจากสมการ

$$\text{Cancer risk} = IUR \times EC$$

ประเมินความเสี่ยงกรณีที่ไม่ใช่การก่อมะเร็ง (Non-carcinogenic risk) จากการรับสัมผัสเอธิลเบนซีนในบรรยากาศ (ซึ่งเสี่ยงต่อ liver hepatocellular adenoma or carcinoma) และของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน ไซลีน สไตรีน (เสี่ยงต่อพัฒนาการและระบบประสาท) โดยคำนวณค่าความเสี่ยงจากสมการ

Hazard Quotient = EC / RfC

โดยจากข้อมูลของพนักงาน การตรวจวัดมลพิษในสถานที่ปฏิบัติงาน นำมาการแทนค่า ดังนี้

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
EC	ค่าการรับสัมผัส (mg/m^3) ของสารมลพิษแต่ละชนิด
CA	ความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ (mg/m^3) ได้จากค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง
ET	ระยะเวลาการรับสัมผัสสารเคมีในอากาศ (hours/day) (ทำงานวันละกี่ ชั่วโมง - ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง)
EF	ความถี่ของการรับสัมผัสสารเคมีในบรรยากาศ (days/year) (ทำงานปีละกี่วัน ทำงานปีละ 312 วัน)
ED	ช่วงเวลาที่รับสัมผัสสารเคมีในบรรยากาศ (years) ทำงานมาแล้วกี่ปี (คิดตามจำนวนปีที่เตาเผามูลฝอยเริ่มเปิดดำเนินการ) จังหวัดภูเก็ต 5 ปี, จังหวัดสงขลา 3 ปี
AT	เวลาเฉลี่ย - กรณีคำนวณ Cancer risk จะคำนวณ AT จากเวลา lifetime (70 years) x 365 days/year x 24 hours/day - กรณีคำนวณความเสี่ยงที่ไม่ใช่มะเร็ง(non-cancer risk) จะคำนวณ AT จาก ED (5 years) x 356 days/year x 24 hours/day
IUR	inhalation unit risk - IUR ของ Benzene (Leukemia) is 7.8×10^{-6} per $\mu g/m^3$ - IUR ของ Cadmium (Lung, trachea, bronchus cancer) 1.8×10^{-3} per ug/m^3 - IUR ของ Nickel (Respiratory (Lung) 4.8×10^{-3} per ug/m^3
RfC	inhalation reference concentration - RfC ของ Styrene (CNS effect) 1 mg/m^3 - RfC ของ Benzene (decreased lymphocyte count) 3×10^{-2} mg/m^3 - RfC ของ Ethylbenzene (developmenta toxicity) 1 mg/m^3 - RfC ของ Toluene (neurological effects) 5 mg/m^3 - RfC ของ Xylene (impaired motor coordination) 1 x10-1 mg/m^3 - RfC Manganese (Impairment of neurobehavioral function) 5×10^{-5} mg/m^3 - RfC ของ ปรอท (nervous system: increases in memory disturbances) 3×10^{-4} mg/m^3
Cancer risk	Cancer risk ถ้าค่ามากกว่า 10^{-6} ให้ถือว่าเป็นระบบความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้
HQ	HQ และ HI ถ้าค่ามากกว่า 1 ให้ถือว่าเป็นระบบความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้
HI	Hazard Index คือผลรวมของ HQ

* ค่า IUR และ RfC ใช้ค่าของ U.S. Environmetal Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for ehtylbenzene [Monograph on the internet].

4.5.1 ความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

จากการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอย จำนวน 30 คน ประกอบด้วยเพศชาย 18 คน (ร้อยละ 60) เพศหญิง 12 คน (ร้อยละ 40) ซึ่งจำแนกตามจุดหรือบริเวณที่ปฏิบัติงาน เป็นพนักงานป้อนเชื้อเพลิงจำนวน 6 คน (ร้อยละ 20) พนักงานผู้ปฏิบัติงานในห้องควบคุมระบบ จำนวน 9 คน (ร้อยละ 30) และพนักงานในสำนักงานจำนวน 15 คน (ร้อยละ 50) มีอายุเฉลี่ย 32.17 (±8.26) ปี และเก็บตัวอย่างอากาศในจุดปฏิบัติงานทั้ง 3 จุด ต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง และวิเคราะห์ความเข้มข้น พบปริมาณความเข้มข้นของปรอท ตรวจวัดไม่พบ ทั้ง 3 จุด สำหรับแคดเมียม แตะกั่ว แมงกานีส และนิกเกิล ผลการตรวจวัดมีค่าน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 จึงไม่นำมาประเมินความเสี่ยง ส่วนสารอินทรีย์ระเหยง่ายพบความเข้มแตกต่างกันในหลายจุด จึงนำมาประเมินความเสี่ยงและแทนค่าดังรายละอียดในตาราง พบว่า ความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากการรับสัมผัสเบนซีนของผู้ปฏิบัติงานในจุดป้อนเชื้อเพลิง ผู้ปฏิบัติงานในห้องควบคุมระบบ และผู้ปฏิบัติงานในห้องสำนักงานคือ 8.88 x 10^{-6}, 1.53 x 10^{-5}, และ 1.38 x 10^{-5} ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 x 10^{-6} ถือว่าเป็นยอมรับไม่ได้ ส่วนความเสี่ยงที่ไม่ใช่มะเร็งพบว่า ค่า HQ ไม่เกิน1 และเมื่อรวม HQ ของทุกสารแล้ว ค่า HI ก็ไม่เกิน รายละเอียด ดังในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4- 10 แสดงการแทนค่า และคำนวณตามสูตรประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ จังหวัดภูเก็ต

เบนซีน : กรณีมะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	Unit Risk (per µg/m^3)	CancerRisk
จุดป้อนเชื้อเพลิง	0.056	5	312	8	613200	0.001139726	0.0000078	8.88986E-06
ห้องควบคุมระบบ	0.097	5	312	8	613200	0.001974168	0.0000078	1.53985E-05
สำนักงาน	0.087	5	312	8	613200	0.001770646	0.0000078	1.3811E-05
เบนซีน : ความเสี่ยงไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	RfC (mg/m^3)	HQ
จุดป้อนเชื้อเพลิง	0.056	5	312	8	42720	0.016359551	0.003	5.453183521
ห้องควบคุมระบบ	0.097	5	312	8	42720	0.028337079	0.003	9.445692884
สำนักงาน	0.087	5	312	8	42720	0.02541573	0.003	8.471910112
เอธิลเบนซีน : ความเสี่ยงไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	RfC (mg/m^3)	HQ
จุดป้อนเชื้อเพลิง	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	1	0.000146067
ห้องควบคุมระบบ	0.0417	5	312	8	42720	0.012182022	1	0.012182022
สำนักงาน	0.0502	5	312	8	42720	0.014665169	1	0.014665169
โทลูอีน : ความเสี่ยงไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	RfC (mg/m^3)	HQ
จุดป้อนเชื้อเพลิง	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	5	2.92135E-05
ห้องควบคุมระบบ	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	5	2.92135E-05
สำนักงาน	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	5	2.92135E-05

ไซลีน : ความเสี่ยงไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	RfC (mg/m^3)	HQ
จุดป้อนเชื้อเพลิง	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	0.1	0.001460674
ห้องควบคุมระบบ	0.0412	5	312	8	42720	0.012035955	0.1	0.120359551
สำนักงาน	0.0882	5	312	8	42720	0.025766292	0.1	0.257662921
สไตลีน : ความเสี่ยงไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	RfC (mg/m^3)	HQ
จุดป้อนเชื้อเพลิง	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	1	0.000146067
ห้องควบคุมระบบ	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	1	0.000146067
สำนักงาน	0.0005	5	312	8	42720	0.000146067	1	0.000146067

สรุปผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ผลพบว่า ความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากการรับสัมผัสเบนซีนของผู้ปฏิบัติงานในจุดป้อนเชื้อเพลิง ผู้ปฏิบัติงานในห้องควบคุมระบบ และผู้ปฏิบัติงานในห้องสำนักงานคือ 8.88×10^{-6}, 1.53×10^{-5}, และ 1.38×10^{-5} ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1×10^{-6} ถือว่าเป็นยอมรับไม่ได้ ส่วนความเสี่ยงที่ไม่ใช่มะเร็งพบว่า ค่า HQ ไม่เกิน 1 และเมื่อรวม HQ ของทุกสารแล้ว ค่า HI ก็ไม่เกิน 1 รายละเอียดตาม ตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4- 11 แสดงค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานโครงการเตาเผามูลฝอย ในจังหวัดภูเก็ต

ความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Critical effect)	Cancer Risk	Non-Carcinogenic risk (Hazard Quotient : HQ)				
	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylene	Styrene	Hazard Index
	Leukemia	Neurological effects	Developmenta toxicity	Impaired motor coordination	CNS effect	
จุดป้อนเชื้อเพลิง	8.88×10^{-6}	2.92×10^{-5}	1.46×10^{-4}	0.0015	1.46×10^{-4}	0.002
ห้องควบคุมระบบ	1.53×10^{-5}	2.92×10^{-5}	1.22×10^{-2}	0.12	1.46×10^{-4}	0.132
สำนักงาน	1.38×10^{-5}	2.92×10^{-5}	1.46×10^{-2}	0.25	1.46×10^{-4}	0.272
ค่าเฉลี่ย	**1.26×10^{-5}**	**2.92×10^{-5}**	**8.99×10^{-3}**	**0.12**	**1.46×10^{-4}**	**0.135**

4.5.2 ความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

จากการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอย จำนวน 30 คน จำแนกตามจุดหรือบริเวณที่ปฏิบัติงาน เป็นพนักงานป้อนเชื้อเพลิงจำนวน 6 คน (ร้อยละ 20) พนักงานผู้ปฏิบัติงานในห้องควบคุมระบบจำนวน 13 คน (ร้อยละ 43) และพนักงานในสำนักงานจำนวน 11 คน (ร้อยละ 37) และเก็บตัวอย่างอากาศในจุดปฏิบัติงานทั้ง 3 จุด ต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง และวิเคราะห์ความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยง่าย ทั้งนี้ความเข้มของสารอินทรย์ระเหยง่ายในทุกจุดมีค่าน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 จึงไม่นำมาประเมินความเสี่ยง ยกเว้นสารไซลีนบริเวณจุดเก็บจุดป้อนเชื้อเพลิงที่มีค่าความเข้มข้น 0.048 mg/m^3 จึงทำการคำนวณความเสี่ยงเพียงสารไซลีนบตัวเดียว รายละเอียดดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4- 12 แสดงการแทนค่า และคำนวณตามสูตรประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ จังหวัดสงขลา

แคดเมียม : กรณีมะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	Unit Risk (per µg/m^3)	CancerRisk
จุดป้อนเชื้อเพลิง	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-
ห้องควบคุมระบบ	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-
สำนักงาน	0.004	3	312	8	613200	4.88454E-05	0.0018	8.79217E-05
นิเกิล : กรณีมะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	Unit Risk (per µg/m^3)	CancerRisk
จุดป้อนเชื้อเพลิง	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-
ห้องควบคุมระบบ	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-
สำนักงาน	0.021	3	312	8	613200	0.000256438	0.0048	0.001230904
แมงกานีส : ความเสี่ยงไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	RfC (mg/m^3)	HQ
จุดป้อนเชื้อเพลิง	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-
ห้องควบคุมระบบ	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-
สำนักงาน	0.015	3	312	8	42720	0.002629213	0.00005	52.58426966
ไซลีน : ความเสี่ยงไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	ED_years	EF_Days	ET_hours	AT (Hours)	EC (mg/m^3)	RfC (mg/m^3)	HQ
จุดป้อนเชื้อเพลิง	0.048	3	312	8	42720	0.008413483	0.1	0.084134831
ห้องควบคุมระบบ	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-
-สำนักงาน	< 0.001	-	-	-	-	-	-	-

สรุปผลการประเมินความเสี่ยง พบว่า ผู้ปฏิบัติงานบริเวณจุดป้อนเชื้อเพลิงมีความเสี่ยงต่อระบบประสาท HQ เท่ากับ 0.08 ซึ่งไม่เกิน 1 ยังอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ส่วนสารโลหะหนักนั้นพบว่ามีค่าความเข้มข้นน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 ยกเว้นจุดตรวจในห้องสำนักงานซึ่งมีค่าแคดเมียม 0.004 mg/m^3 ตะกั่ว 0.032 mg/m^3 แมงกานีส 0.015 mg/m^3 และนิกเกิล 0.021 mg/m^3 จึงนำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบว่า แคดเมียมซึ่งเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งกระดูก และนิเกิลซึ่งมีผลต่อการเกิดมะเร็งปอด เมื่อประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสตลอดช่วงอายุแล้ว พบว่ามีความเสี่ยง 8.79 x 10^{-5} และ 1.23 x 10^{-3} ถือว่าเป็นยอมรับไม่ได้ นอกจากนี้ ความเสี่ยงกรณีที่ไม่ใช่มะเร็งจากการรับสัมผัสสารแมงกานีสทางการหายใจสูงถึง 52 (HQ มากกว่า 52) ถือว่าเป็นยอมรับไม่ได้ รายละเอียดตามตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4- 13 แสดงค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานโครงการเตาเผามูลฝอย ที่ศึกษาในจังหวัดสงขลา

	Cancer Risk		Non-Cancer risk (HQ)		Hazard Index : HI
	แคดเมียม	**นิเกิล**	**แมงกานีส**	**ไซลีน**	
ความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Critical effect)	Respiratory (Lung, trachea, bronchus cancer deaths)	Respiratory (Lung)	Impairment of neurobehavioral function	Impaired motor coordination (decreased rotarod performance)	
จุดป้อนเชื้อเพลิง	-	-	-	0.08	0.08
ห้องควบคุมระบบ	-	-	-	-	-
สำนักงาน	8.79 x10^{-5}	1.23 x 10^{-3}	52.58	-	52.58
				รวม HQ	**52.66**

4.5.3 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศของประชาชนในชุมชนในโครงการเตาเผามูลฝอยและผลิตไฟฟ้า

จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศในชุมชนโดยรอบ ได้นำค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม มาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ กรณีความเสี่ยงกรณีเป็นมะเร็งพบว่าประชาชนในจังหวัดสงขลา และจังหวัดภูเก็ตมีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งกระดูกจากการสัมผัสแคดเมียมทางการหายใจในระดับที่ยอมรับได้ คือ 3.85 x 10^{-7} และ 6.42 x 10^{-7} ตามลำดับ ส่วนความเสี่ยงกรณีที่ไม่ใช่มะเร็งจากการรับสัมผัสสารปรอททางการหายใจของประชาชนในจังหวัดสงขลาและจังหวัดภูเก็ตพบว่า HQ เท่ากับ 0.002 และ 0.003 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งถือเป็นค่าที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม จากการตรวจวัดพบไดออกซินในบรรยากาศที่มีค่าเกินมาตรฐานในบางจุด ซึ่งไดออกซินเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ แต่เนื่องจากไม่มีการกำหนดค่า Unit Risk ของช่องทางรับสัมผัสทางการหายใจ ดังนั้นจึงไม่สามารถประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ ดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4- 14 แสดงการแทนค่า และคำนวณตามสูตรสุขภาพจากมลพิษอากาศของประชาชนในชุมชนจังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสงขลา

แคดเมียม : กรณีมะเร็ง								
	CA mg/m^3	**ED_years**	**EF_Days**	**ET_hours**	**AT (Hours)**	**EC (mg/m^3)**	**Unit Risk (per µg/m^3)**	**CancerRisk**
สงขลา	0.000005	3	365	24	613200	0.0000002143	0.0018	3.85 x 10^{-7}
ภูเก็ต	0.000005	5	365	24	613200	0.0000003571	0.0018	6.42 x 10^{-7}
ตะกั่ว : กรณีมะเร็ง								
	CA mg/m^3	**ED_years**	**EF_Days**	**ET_hours**	**AT (Hours)**	**EC (mg/m^3)**	**Unit Risk (per µg/m^3)**	**CancerRisk**
สงขลา	0.000005	3	365	24	613200	0.0000002143	ไม่มีการกำหนด Unit Risk ของช่องทางรับสัมผัสทางการหายใจ	
ภูเก็ต	0.00018	5	365	24	613200	0.0000128571		
ไดออกซิน : กรณีมะเร็ง								
	CA mg/m^3	**ED_years**	**EF_Days**	**ET_hours**	**AT (Hours)**	**EC (mg/m^3)**	**Unit Risk (per µg/m^3)**	**CancerRisk**
สงขลา	0.25	3	365	24	613200	0.0107142857	ไม่มีการกำหนด Unit Risk ของช่องทางรับสัมผัสทางการหายใจ	
ภูเก็ต	0.0048	5	365	24	613200	0.0003428571		
ปรอท : กรณีความเสี่ยงที่ไม่ใช่มะเร็ง								
	CA mg/m^3	**ED_years**	**EF_Days**	**ET_hours**	**AT (Hours)**	**EC (mg/m^3)**	**RfC (mg/m^3)**	**HQ**
สงขลา	0.000001	3	365	24	42720	0.0000006152	0.0003	0.002050562
ภูเก็ต	0.000001	5	365	24	42720	0.0000010253	0.0003	0.003417603

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และอภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่าในประเทศไทยมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีการกำจัดขยะด้วยการเผาด้วยเตา เผามูลฝอยและนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า จำนวน 9 แห่งโดยคัดเลือกพื้นที่ที่มีการดำเนินงานได้ 2 ปีขึ้นไป มีเพียง 2 แห่ง คือที่จ.ภูเก็ตและจ.สงขลา โดยข้อมูลทั่วไปที่ได้สำรวจในพื้นที่ พบว่าเตาเผามูลฝอยของจังหวัดภูเก็ต มีอาคารบ่อพักมูลฝอย เป็นอาคารปิด (Close system) และมีระบบรวบรวมอากาศภายในอาคารเข้าสู่เตาเผา เพื่อป้องกันมิให้กลิ่นจากมูลฝอยแพร่กระจายออกสู่ภายนอก ใช้เทคโนโลยีที่ใช้เป็นระบบเตาเผาแบบตะกรับ (Stocker incineration) ผลิตกระแสไฟฟ้า 14 เมกะวัตต์ เริ่มดำเนินการในปี 2552 เป็นโครงการที่ต้องจัดทำรายงานการวิเคาะหืผลกระทบสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ โครงการเตาเผามูลฝอยที่จังหวัดสงขลา ใช้เทคโนโลยี MSW Gasification ลักษณะอาคารเป็นแบบกึ่งเปิด ผลิตกระแสไฟฟ้า 6.5 เมกะวัตต์เริ่มดำเนินการในปี 2557 โดยมีผลการศึกษาที่สนองตอบต่อวัตถุประสงค์ดังนี้

1) ปริมาณและการกระจายตัวของมลพิษอากาศในชุมชนและการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ทั้งสองพื้นที่พบว่าความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศ ได้แก่ PM2.5 PM10 TSP SO2 NO2 CO O3 แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท มีผลการตรวจวัดต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย และเมื่อนำค่าที่ตรวจวัดมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนในชุมชนพบว่าความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สำหรับปริมาณและการกระจายของสารกลุ่มไดออกซินพบว่าในพื้นที่จังหวัดสงขลาเท่านั้นที่มีค่าตรวจวัดสูงสุดเกินค่ามาตรฐานเมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศแคนาดา (Canadian Council, 2001) ในจุดตรวจวัดทั้ง 3 ระยะ ซึ่งสารกลุ่มไดออกซินเป็นผลิตผลทางเคมีที่เกิดขึ้นมาโดยมิได้ตั้งใจจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จากข้อมูลการศึกษาในต่างประทศ ระหว่างปี 1980 - 1990 การเผาขยะชุมชนมักจะถูกระบุว่าเป็นแหล่งที่ปล่อยสารไดออกซินเข้าสู่บรรยากาศ มีการประมาณการว่าประเทศเนเธอร์แลนด์ปี 1991 มีการปล่อยไดออกซินจากการเผามูลฝอยเข้าสู่บรรยากาศร้อยละ 79 ในประเทศอังกฤษปี 1995 มีการปล่อยไดออกซินจากเตาเผามูลฝอยชุมชนเข้าสู่บรรยากาศร้อยละ 53-82 ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกามีการปล่อยไดออกซินจากเตาเผาร้อยละ 37 (Pastorelli G. et. al., 1999) เช่นเดียวกับข้อมูลทำเนียบการปลดปล่อย PCDDs/PCDFs ในประเทศต่างๆ 14 ประเทศ แสดงให้เห็นว่า ในปี 1995 ประมาณร้อยละ 50 ของไดออกซินที่ระบายเข้าไปในอากาศเกิดจากการเผา (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2558) และมีข้อสังเกตว่าการเผาทุกประเภทในปี 1995 เป็นแหล่งปล่อยไดออกซินที่สำคัญในหลายประเทศ ซึ่งรวมถึงเตาเผาขยะ เตาเผาขยะอันตราย เตาเผาตะกอนน้ำเสียชุมชน เตาเผาเศษไม้ และเตาเผาศพ (Fiedler, H., 1999)

2) การรับรู้ผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบโครงการเตาเผามูลฝอย พบว่าประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้จะได้รับผลกระทบต่อการดำรงชีพ มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในระยะไกล โดยผลกระทบที่พบมากที่สุดคือการได้รับคือ **เรื่องกลิ่นเหม็น และฝุ่นละออง** แสดงให้เห็นว่าประชาชนที่อาศัยโดยรอบในชุมชนจะได้รับผลกระทบต่อดำรงชีวิตโดยเฉพาะโรงงานเตาเผามูลฝอยที่มีอาคารลักษณะกึ่งเปิดเช่นในจังหวัดสงขลา อย่างไรก็ตามยังมีโอกาสรับความเสี่ยงจากสารมลพิษอากาศที่ปล่อยจากปล่อง โดยเฉพาะสารไดออก

ซิน ซึ่งเป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็ง ดังนั้น ผู้ประกอบการและเทศบาลในฐานะหน่วยงานควบคุมกำกับ ควรกำหนดแนวทางป้องกันผลกระทบและกลไกการตอบสนองต่อการแก้ไขปัญหาเหตุร้องเรียนให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นยังพบความเสี่ยงการตรวจวัดค่าสารมลพิษอากาศที่เป็นความเสี่ยงคือสารไดออกซิน จึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกมาอย่างเข้มงวดและต่อเนื่อง

3) ปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศในสถานประกอบการและความเสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงาน จากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศใน 3 จุด ได้แก่ บริเวณจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุม และห้องสำนักงาน พื้นที่จังหวัดภูเก็ต พบว่าสารอินทรีย์ระเหย อันได้แก่ สารเบนซีน โทลูอีน ไซลีน เอธิลเบนซีน และสไตลีน ไม่เกินค่ามาตรฐาน และสารโลหะหนัก อันได้แก่ ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว แมงกานีส และนิกเกิล มีผลการตรวจวัดมีค่าน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานและเมื่อนำค่าปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศดังกล่าว มาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน พบว่า ผลการประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารมลพิษอากาศเกือบทุกสาร ทั้งกรณีเป็นมะเร็ง และกรณีความเสี่ยงที่ไม่ใช่มะเร็ง มีค่าความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ยกเว้น สารเบนซีน ซึ่งผลประเมินแสดงให้เห็นว่า ผู้ปฏิบัติงานในจุดป้อนเชื้อเพลิง ห้องควบคุมระบบ และ ห้องสำนักงาน มีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากการรับสัมผัสเบนซี (cancer risk มากกว่า 1 x 10^{-6} ซึ่งถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้) ประกอบกับ ผลการศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโครงการเตาเผามูลฝอย ที่พบว่าผู้ปฏิบัติการมีการป้องกันตนเอง เพียงร้อยละ 50 ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงมีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากโอกาสการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดสารเบนซีน

สำหรับจังหวัดสงขลา พบค่าความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยง่าย ในทุกจุดมีค่าน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 ยกเว้นสารไซลีน บริเวณจุดป้อนเชื้อเพลิงที่มีค่าความเข้มข้น 0.048 mg/m^3 ส่วนสารโลหะหนัก พบว่ามีค่าความเข้มข้นน้อยกว่า 0.001 mg/m^3 ยกเว้นจุดตรวจในห้องสำนักงานซึ่งมีค่าแคดเมียม 0.004 mg/m^3 ตะกั่ว 0.032 mg/m^3 แมงกานีส 0.015 mg/m^3 และนิกเกิล 0.021 mg/m^3 ทุกจุดไม่เกินค่ามาตรฐาน (OSHA, 2018) แต่เมื่อนำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบว่า ผู้ปฏิบัติงานในห้องสำนักงาน มีความเสี่ยงต่อมะเร็งกระดูกจากการรับสัมผัสแคดเมียม และความเสี่ยงต่อเกิดมะเร็งปอดจากการรับสัมผัสนิเกิล (ค่าความเสี่ยง 8.79 x 10^{-5} และ 1.23 x 10^{-3} ตามลำดับ) และความเสี่ยงต่อระบบประสาทจากการรับสัมผัสสารแมงกานีสสูงถึง 52 ซึ่งถือว่าเป็นยอมรับไม่ได้

ดังนั้นทั้งสองพื้นที่ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสสัมผัสกับความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายและโลหะหนัก ประกอบกับยังพบความเสี่ยงจากพฤติกรรมการป้องกันตนเอง ที่ไม่ครอบคลุม ดังนั้นมาตรการในการตรวจเฝ้าระวังสุขภาพตามความเสี่ยงและการหมุนเวียนเปลี่ยนพื้นที่ปฏิบัติ จึงควรมีการกำกับติดตาม รวมทั้งควรสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพแก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม สารกลุ่มไดออกซินเป็นสารที่หากปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม จะสะสมในห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะในชั้นไขมันของสัตว์น้ำหรือสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ จึงมีการศึกษาประเมินความเสี่ยงผ่านช่องการการกิน ส่วนการประเมินความเสี่ยงทางการหายใจนั้นมีการศึกษาน้อยจึงมีข้อจำกัดเรื่องข้อมูลหลักฐานทางพิษวิทยาตลอดจนการกำหนดค่า cancer unit risk และ reference concentration ซึ่งต้องใช้ในการคำนวณความเสี่ยง (U.S. EPA, 1992) การศึกษานี้จึงไม่ได้มีการประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารกลุ่มไดออกซิน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอต่อการศึกษาวิจัยต่อไปคือควรมีการศึกษาการปล่อยสารกลุ่มไดออกซินและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยรอบจาการปนเปื้นในดิน ห่วงโซ่อาหารจากกิจการอื่นที่มีการเผาด้วยอุณหภูมิสูง

2. ข้อเสนอต่อกรมอนามัย ให้ยกระดับการประกอบกิจการจัดการขยะด้วยวิธีเผาให้เป็นกิจการที่มีความเสี่ยงรุนแรงเพื่อให้มีมาตรการเข้มงวดขึ้นภายใต้ พ.ร.บ.การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 เสนอให้มีการพัฒนาเครื่องมือให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการตรวจประเมินความเสี่ยงด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ท้องถิ่นมีแนวทางการตรวจประเมิน ในบทบาทการติดตาม กำกับ

3. ข้อเสนอต่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเสนอให้มีการเฝ้าระวัง ติดตามตรวจสอบการประกอบการเตาเผามูลฝอยอย่างต่อเนื่อง และควรมีการสื่อสารทำความเข้าใจกับประชาชนโดยรอบ

4. ข้อเสนอต่อผู้ประกอบการเสนอให้มีการตรวจสุขภาพความความเสี่ยง ให้ความรู้และกำชับในการใช้อุปกรณ์ป้องกันตัวอย่าง เคร่งครัด เสนอให้มีมาตรการการหมุนเวียนหน้าที่การปฏิบัติงานสำหรับผู้ทำหน้าที่ในจุดเสี่ยง รวมทั้งสร้างการมีส่วนร่วมกับชุมชนในการติดตามตรวจสอบการดเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย พ.ศ. 2558. กรุงเทพมหานคร: สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ; 2560.

กรมควบคุมมลพิษ. คุณภาพอากาศบ่อขยะสมุทรปราการ. วารสารข่าวสารอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. [อินเทอร์เน็ต]. 2557 [สืบค้นเมื่อ 14 มกราคม 2560];7(1):23. เข้าถึงได้จาก: http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_journal.cfm?task=airnews

กรมควบคุมมลพิษ. Roadmap การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ฉบับผ่านความเห็นชอบจากคณะรักษาความสงบแห่งชาติ เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2557. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ; 2557.

กรมควบคุมมลพิษ. มหันตภัยไดออกซิน (dioxins) [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ก.ค. 2558].เข้าถึงได้จาก : http:// www. pcd. go.th/info_serv/haz_dioxin.html

กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือแนวทางการจัดการสารพีซีบี 2551 [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ก.ค. 2558].เข้าถึงได้จาก :http: //infofile.pcd.go.th/haz/haz_PCBManual08.pdf? CFID=20892299&CFTOKEN =41344025

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับไดออกซิน.[อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 20 ก.ค. 2558].เข้าถึงได้จาก : http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR1.pdf

กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 6.พลังงานขยะ.[อินเตอร์เน็ต].กรุงเทพฯ;2554

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2556. กรุงเทพฯ ; 2557.

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. รายชื่อผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://app04.erc.or.th/ELicense/Licenser/05_Reporting/504_ListLicensing_Columns_New.aspx?LicenseType=1(วันที่ค้นข้อมูล : 15 มกราคม 2559).

สุพร ผดุงศุภไลย และชุตินาถ ทัศจันทร์. สถานการณ์การกาจัดมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลสังกัดสังกัด

สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ปี 2549. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม 2551; 4(1): 90-106.

จุฬาลักษณ์ โกมลตรี. บทความพิเศษ : การคำนวณขนาดตัวอย่าง. วารสารสุขภาพจิตแห่งประเทศไทย 2555;20(3):192-198.

อนงค์ หาญสกุล (2553) สมศักดิ์ พิทักษานุรัตน์, ธเรศ ศรีสถิต, พฤฒินันท์ สุฤทธิ์. การจัดการมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขโดยบริษัทขนส่งมูลฝอยติดเชื้อเอกชน: กรณีศึกษาโรงพยาบาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 11 (2553): 148-153.

ACGIH 1992-1993 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Ohio: ACGIH, 1992.

Biggeri A., Barbone F., Lagazio C., Bovenzi M. and Stanta G. (1996). Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy:Spatial analysis of risk as a function of distance from sources. Environmental Health Perspectives 104 (7):750-754.

Bresnitz E.A., Roseman J., Becker D. and Gracely E. (1992). Morbidity among municipal waste incineratorworkers. American Journal of Industrial Medicine 22:363-378.

Buchholz B.A. and Landsberger S. (1995). Leaching dynamics studies of municipal solid waste incinerator ash. Journal of Air and Waste Management Association 45: 579-590.

Canadian Council of Ministers of the Environment. Canada – Wide Standards for Dioxin and Furans (Endorsed April 30-May 1, 2001, Winnipeg). [Internet]. 2001 [cited 14 Jan 2019]. Available from:https://www.ccme.ca/files/Resources/air/dioxins_furans/waste_incinerators_coastal_pulp/d_and_f_standard_e.pdf

Chen T, Li X, Yan J, Jin Y. Polychlorinated biphenyls emission from a medical waste incinerator in China. Journal of Hazardous Materials 2009; 172: 1339–1343.

Committee on the Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and theEnvironment (2000). Cancer Incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. Available at the following website address: http://www.iacoc.org.uk/statements/ Municipalsolidwaste incineratorscoc 00s1march 2000.htm

Coutinho M, Pereira M, Rodrigues R, Borrego C. Impact of medical waste incineration in the atmospheric PCDD/F levels of Porto, Portugal. Science of the Total Environment 2006; 362: 157– 165.

Dahlgren G, Whitehead M. Policies and strategies to promote social equity in health. Stockholm: Institute for Future Studies; 1991.

Dempsey C.R. and Oppelt E.T. (1993). Incineration of hazardous waste: a critical review update. Air and Waste 43: 25-73.

Department of Pollution Control. 2014. A roadmap for waste and hazardous waste management. National Council for Peace and Order approved version. 26 August 2014.

Elliot P., Shaddick G., Kleinschmidt I., Jolley D., Walls P.,Beresford J. and Grundy C. (1996). Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. British Journal of Cancer 73: 702-710.

Environmental Management Bureau. Manual for examining Dioxins in ambient air; 2008.

Environmental Protection Agency [U.S, EPA]. Risk assessment guidance for superfund volume i: human health evaluation manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment). Washington D.C: Office of Emergency and Re medial Response; 2009.

Ferre´-Huguet N, Nadal M, Mari M, Schuhmacher M, Borrajo MA, Domingo JL. Monitoring Metals near a Hazardous Waste Incinerator. Temporal Trend in Soils and Herbage. Bull Environ Contam Toxicol 2007; 79: 130–134.

Fiedler Heidelore. National and regional dioxin and furan inventories. Geneva, Switzerland: UNEP Chemicals; 1999.

Gao H, Ni Y, Zhang H, Zhao L, Zhang N, Zhang X, Zhang Q, Chen J. Stack gas emissions of PCDD/Fs from hospital waste incinerators in China. Chemosphere 2009; 77: 634–639.

Gonzalez C, Kogevinas M, Gadea E, Huici A, Bosch A, Bleda M, Papke O. Biomonitoring study of people living near or working at a municipal solid-waste incinerator before and after two years of operation. Arch. Environ. Health 2000; 55: 259-267.

Gochfeld M. Incineration: health and environmental consequences. Mt Sinai J Med. 1995 Oct;62(5):365–374.

Hoyos A, Cobo M, Aristizbal B, Crdoba F, Montes de Correa C. Total suspended particulate (TSP), polychlorinated dibenzodioxin (PCDD) and polychlorinated dibenzofuran (PCDF) emissions from medical waste incinerators in Antioquia, Colombia. Chemosphere 2008; 73: S137–S142.

Karademir A. Health risk assessment of PCDD/F emissions from a hazardous and medical waste incinerator in Turkey. Environment International 2004; 30: 1027– 1038.

Kitamura K, Kikuchi Y, Watanbe S, Waechter G, Sakurai H, Takada T. Health effects of chronic exposure to polychorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and coplanar PCBs(Co-PCB) of municipal waste incinerator workers. Journal of Epidemiology 2000; 10 (4): 262-270.

Knox EG; Gilman EA. Migration patterns of children with cancer in Britain. J. Epidemiol Community Health 1998; 52: 716-726.

Kurttio P, Pekkanen J, Alfthan G, Paunio M, Jaakkola JJK, Heinonen OP. Increased mercury exposure in inhabitants living in the vicinity of a hazardous waste incinerator: A 10-year follow-up. Archives of Environmental Health 1998; 53 (2): 129-137.

Li XD, Yan M, Chen T, Lu SY, Yan JH, Cen KF. Levels of PCDD/Fs in soil in the vicinity of a medical waste incinerator in China: The temporal variation during 2007–2009. Journal of Hazardous Materials 2010; 179: 783–789.

Michela Franchini at al. Health effects of exposure to waste incinerator emission : a review of epidemiological studies. Ann 1st Super Sanita 2004; 40 (1) : 101-115

Mao IF, Chena CN, Linb YC, Chen ML. Airborne particle PM2.5/PM10 mass distribution and particlebound PAH concentrations near a medical waste incinerator. Atmospheric Environment 2007; 41: 2467–2475.

Mari M, Borrajo MA, Schuhmacher M, Doming JL. Monitoring PCDD/Fs and other organic substances in workers of a hazardous waste incinerator: A case study. Chemosphere 2007; 67: 574–581.

Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M; Shimizu T. Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan. European Journal of Epidemiology 2005; 20: 1023–1029.

Miyata H, Kuriyama S, Nakao T, Aozasa O, Ohta S. Contamination levels of PCDDs, PCDFs and non-ortho coplanar PCBs in blood samples collected from residents in high cancer-causing area close to batch-type municipal soild waste incinerator in Japan. Organohalogen Compounds 1998; 38: 143-146.

Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M; Shimizu T. Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan. European Journal of Epidemiology 2005; 20: 1023–1029.

Maitre, A., Collot-Fertey, D., Anzivino, L., Marques, M., Hours, M., & Stoklov, M. (2003). Municipal waste incinerators: air and biological monitoring of workers for exposure to particles, metals, and organic compounds. Occupational and Environmental Medicine, 60(8), 563–569. http://doi.org/10.1136/oem.60.8.563

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). NIOSH Health Hazard Evaluation Report. HETA 90-0329-2482. New York City Department of Sanitation. Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. (cited in NRC 2000).

National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. Manual of analytical methods, Ministry of the Environment Government of Japan. (1999). Environmental Quality Standards in Japan: Environmental Quality Standards for Dioxins (Notification on December 27,1999). Available from: https://www.env.go.jp/en/air/aq/aq.htm. no.7300: ELEMENTS by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing). 4th ed. Cincinnati, OH: NIOSH; 2003.

National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. Manual of analytical methods, no.6009: Mercury. 4th ed. Cincinnati, OH: NIOSH; 1994.

National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH].Manual of analytical methods, no.1501: hydrocarbon, aromatic. 4th ed. Cincinnati, OH: NIOSH; 2003.

OSHA. OSHA Occupational Chemical Database: Report Page. Occupational Safety & Health Administration [OSHA] [Internet]. 2018. [cited 14 Jan 2018.]. Available from: https://www.osha.gov/chemicaldata

OSHA. (2012). *Chemical sampling information*. Retrieved April 21, 2014, from Occupational Safety & Health Administration [OSHA]: https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/toc/toc_chemsamp.html

Papke O, Ball M, Lis A. Potential occupational exposure of municipal waste incinerator workers with PCDD/PCDF. Organohalogen Compounds 1993; 9:169-172.

Papke O, Ball M, Menzel HM, Murzen R, Turcer E, Bolm-Audorff U. Occupational exposure of chemical waste incinerators workers to PCDD/PCDF. Organohalogen Compounds 1994; 21: 105-110

Pastorelli G., De Lauretis R., De Stefanis P., Morselli L. and Viviano G. PCDD/PCDF from municipal solid waste incinerators in Italy: an inventory of air emissions. Organohalogen Compounds 1991;41:495-8.

Peter A.Behnisch, Kevin C.Jones, Hanspaul Hagenmaie, Ruth E.Alcock. Dioxin-like PCBs in the environment - human exposure and the significance of sources. Chemosphere; 1998.

Racho P, Jindal R. Heavy metals in bottom ash from a medical-waste incinerator in Thailand. Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management 2004; January: 31-38.

Schecter AJ, Malkin R, Papke O, Ball M, Brandt-Rauf PW. (1991). Dioxin levels in blood of municipal incinerator workers. Med Sci Res. 1991; 19: 331-332.

Schecter A, Miyata H, Ohta S, Aozasa O, Nakao T, Masuda Y. Chloracne and elevated dioxin and dibenzofuran levels in the blood of two Japanese MSW incinerator workers and of the wife of one worker. Organohalogen Compounds 1999; 44: 247-250.

Schuhmacher M, Domingo JL. Long-term study of environmental levels of dioxins and furans in the vicinity of a municipal solid waste incinerator. Environment International 2006; 32: 397 – 404.

Singh S; Prakash V. Toxic Environmental Releases from Medical Waste Incineration: A Review. Environ Monit Assess 2007; 132: 67–81.

Shy, C.M., D. Degnan, D.L. Fox, S. Mukerjee, M.J. Hazucha, B.A. Boehlecke, D. Rothenbacher, P.M. Briggs, R.B. Devlin, D.D. Wallace, R.K. Stevens, and P.A. Bromberg. 1995. Do waste incinerators induce adverse respiratory effects? An air quality and epidemiological study of six communities. Environ. Health Perspect. 103(7-8):714-724.

U.S. Environmetal Protection Agency. Integrated Risk Information System : IRIS Assessment: List A to Z. Integrated risk information for ehtylbenzene [Monograph on the internet] Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency [Internet]. 1992 [cited 2016 Dec 6]. Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/AtoZ.cfm.

U.S. Environmental Protection Agency [U.S, EPA]. Risk assessment guidance for superfund volume i: human health evaluation manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment). Washington, D.C: Office of Emergency and Re medial Response; 2009.

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for benzene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2003 [cited 2016 December 6]. Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=276

U.S. Environmetal Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for ehtylbenzene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1991 [cited 2016 December 6]. Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=51

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for toluene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2005 [cited 2016 December 6]. Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=118

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information system for xylene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2003 [cited 2016 December 6]. Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=270

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information system for Styrene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1992 [cited 2016 December 6]. Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=104

Viel JF, Clément MC, Hägi M, Grandjean S, Challier B; Danzon A. Dioxin emissions from a municipal solid waste incinerator and risk of invasive breast cancer: a population-based case-control study with GIS-derived exposure. International Journal of Health Geographics 2008, 7:4

Viel JF, Arveux P, Baverel J; Cahn JY. Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clustersaround a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels. Am. J. Epidem. 2000; 152:13-19.

Wultsch G, Misik M, Nersesyan A, Knasmueller S. Genotoxic effects of occupational exposure measured in lymphocytes of waste-incinerator workers. Mutation Research 2011; 720: 3-7.

Xie R, Li WJ, Li J, Wu BL, Yi JQ. Emissions investigation for a novel medical waste incinerator. Journal of Hazardous Materials 2009; 166: 365–371.

Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore AR, Chiosi F; Guzzinati S. Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case-control study (Italy). Environmental Health 2007, 6:19.

Zhao L, Zhang FS, Wang K, Zhu J. Chemical properties of heavy metals in typical hospital waste incinerator ashes in China. Waste Management. 2008; 29: 1114–1121.

Zubero MB, Aurrekoetxea JJ, Ibarluzea JM, Arenaz MJ, Rodriguez C, Saenx JR. Heavy metal levels (Pb, Cd, Cr and Hg) in the adult general population near an urban solid waste incinerator. Science of the Total Environment 2010; 408: 4468-4474.

ภาคผนวก ก
ผลการกระจายตัวของมลพิษอากาศด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์

ข้อมูลเชิงพื้นที่

ดำเนินการศึกษาโดยกำหนดขอบเขตการศึกษาในพื้นที่ 10x10 ตารางกิโลเมตร (รัศมี 5 กิโลเมตร) ครอบคลุมตามขอบเขตดำเนินงานโดยพื้นที่โครงการจะอยู่ประมาณกึ่งกลางของพื้นที่ที่ศึกษาระบบจุดสังเกตหลักใช้ระบบ Cartesian Grid จานวน 41 จุดในแนวเหนือใต้และ 41 จุดในแนวตะวันตกและตะวันออกแต่ละจุดสังเกตห่างกัน 250 เมตรรวมทั้งสิ้น 1681 จุดสังเกตโดยมีตำแหน่ง (651500E, 763500N) อยู่ที่มุมล่างซ้าย (SW) ของพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้นใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 1 ชั่วโมงและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมงสาหรับทิศทางลมความเร็วลมและอุณหภูมิความสูงฐานเมฆและข้อมูลปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้า โดยใช้ข้อมูลรายชั่วโมงในปีพ.ศ. 2558 ส่วนในชั่วโมงที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีข้อมูลใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมงในปีพ.ศ. 2558 พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2556 ทดแทนตามลำดับสำหรับลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อใช้ในการประเมินดัชนีลักษณะเฉพาะพื้นที่ (Abedo, Bowen Ratio และ Surface Roughtness Length) สำหรับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับสูงนำข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปี พ.ศ. 2556-2558 โดยใช้ข้อมูลในปีพ.ศ. 2558 เป็นหลัก

ข้อมูลแหล่งกำเนิด

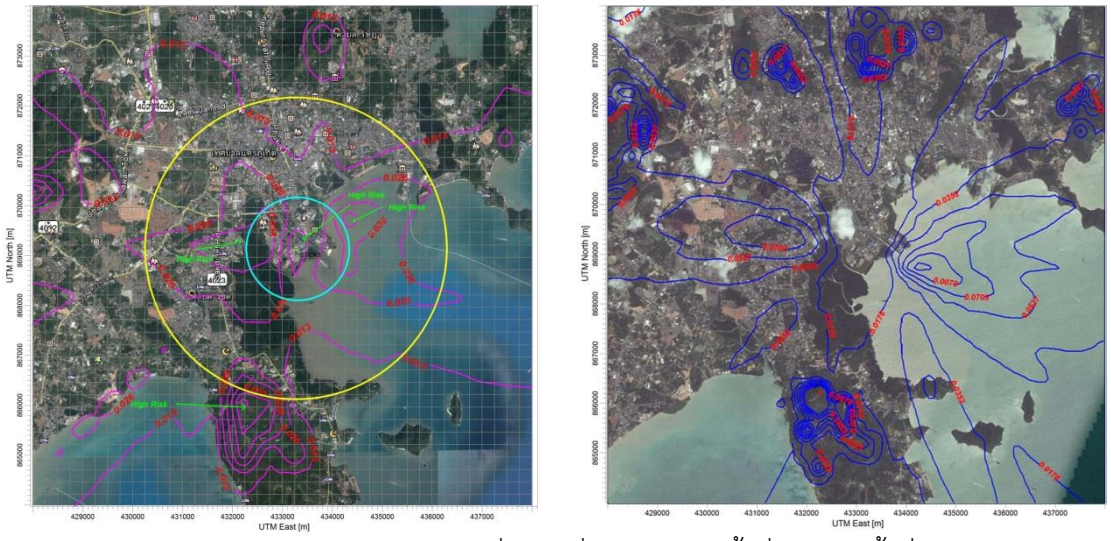
ข้อมูลตำแหน่งของแหล่งกำเนิดความสูงของแหล่งกำเนิดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในปล่องความเร็วก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องอุณหภูมิก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องอัตราการปล่อยมลพิษได้แก่ฝุ่นละอองรวม (TSP)ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO2) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) และไดออกซิน (Total PCDD/PCDF) ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน2.5 ไมครอน (PM2.5) สารหนู (As) ใช้ข้อมูลสัดส่วนของฝุ่นขนาดต่างๆในฝุ่นละอองทั้งหมดและปริมาณโลหะหนักสาหรับฝุ่นจากเตาเผาขยะชุมชนซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมไว้โดยองค์กรป้องกันสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United State Environmental Protection Agency, U.S. EPA) ปรากฏในเอกสาร The Compilation of Air Pollutants Emission Factors, AP42

ข้อมูลผลการทำนายปริมาณและการกระจายตัวของมลพิษอากาศ

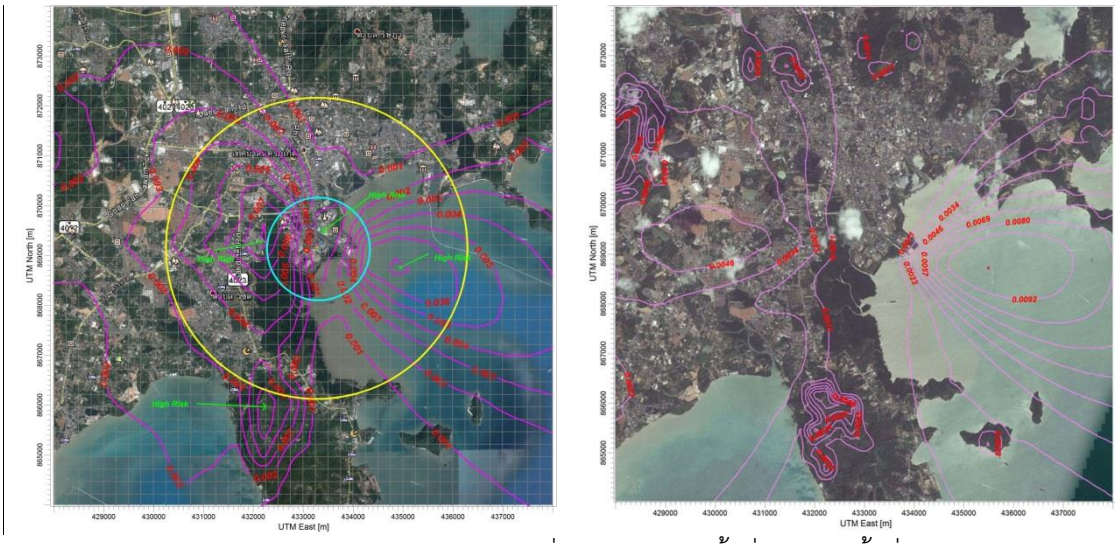
1) ฝุ่นละอองรวม (TSP)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.11390 และ 0.01032 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.29343 และ 0.01038 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์

มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับฝุ่นละอองรวมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 330 และ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ

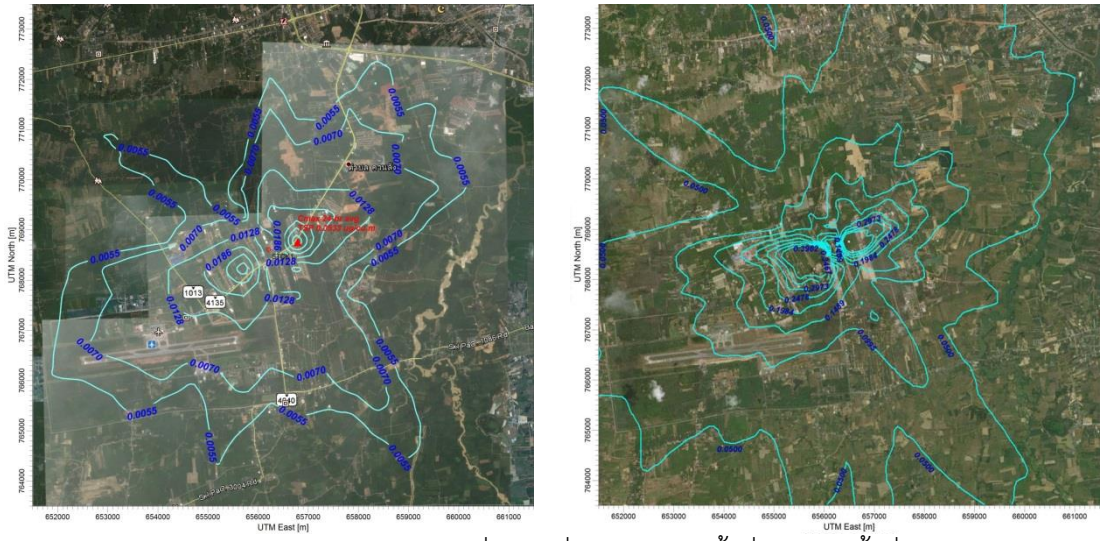


ความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

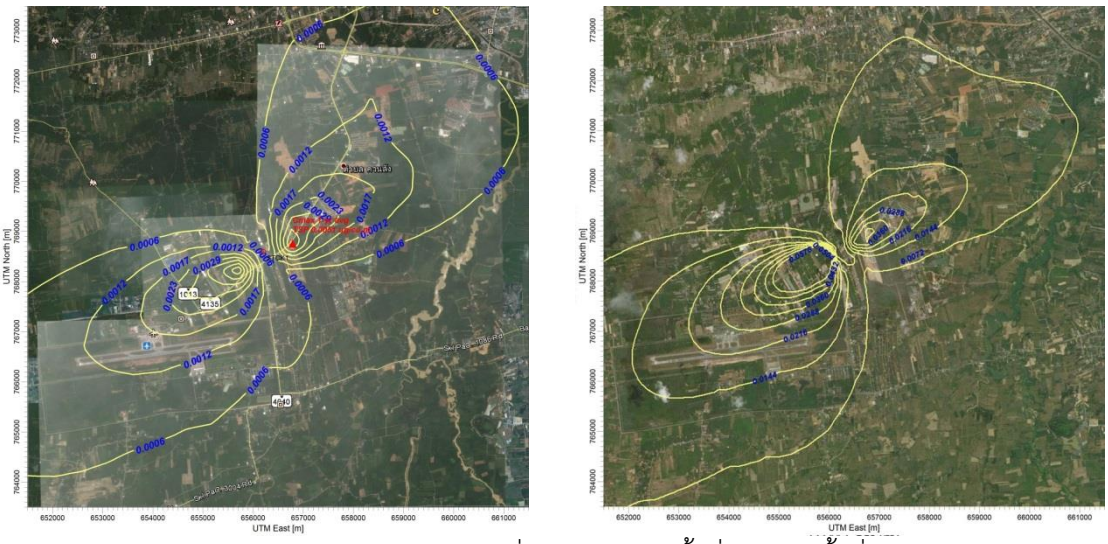


ความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุดครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.05335 และ 0.00515 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.05335 และ 0.00515 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับฝุ่นละอองรวมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 330 และ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



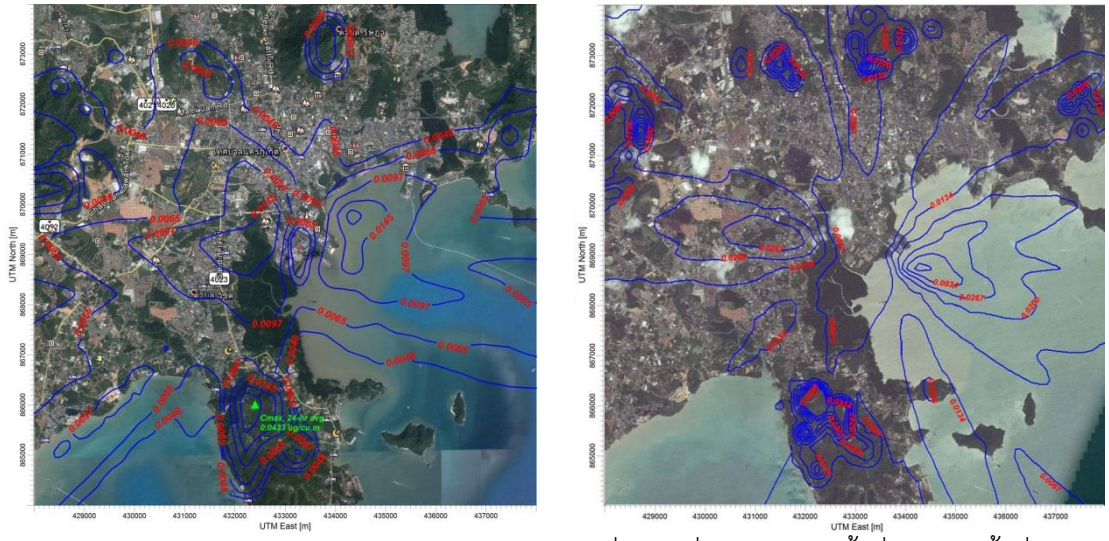
ฝุ่นละอองรวม (TSP) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



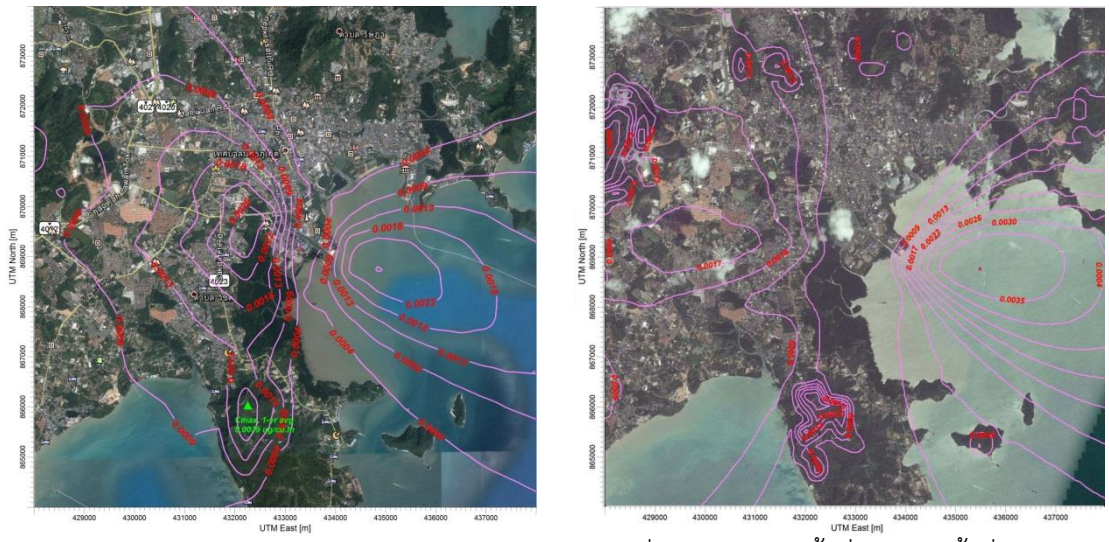
ฝุ่นละอองรวม (TSP) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

2) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10ไมครอนค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.04328 และ 0.00392 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.11151 และ 0.00394 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่กำหนดไว้ไม่เกิน 120 และ 60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสาหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ

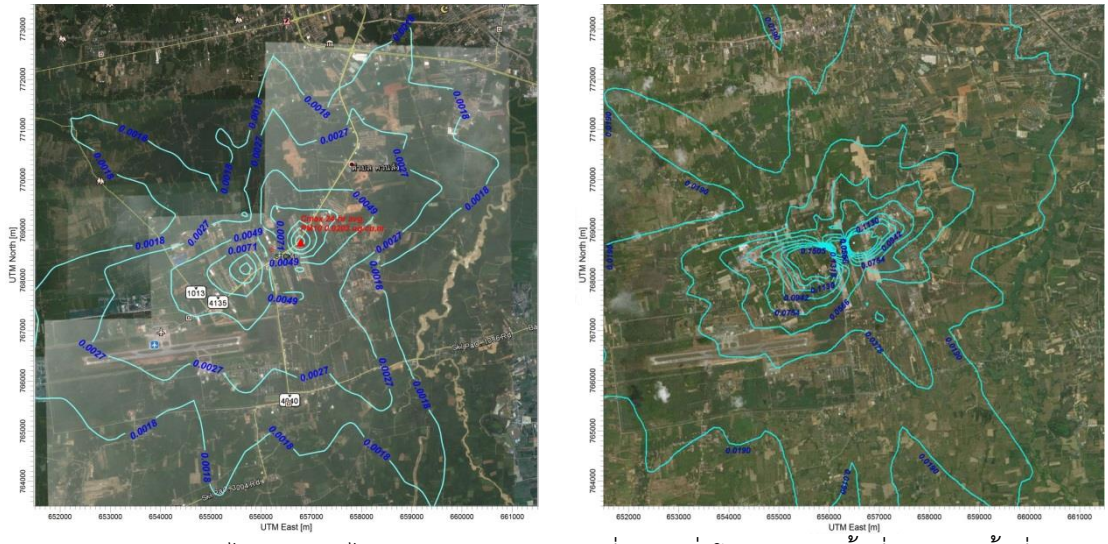


ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

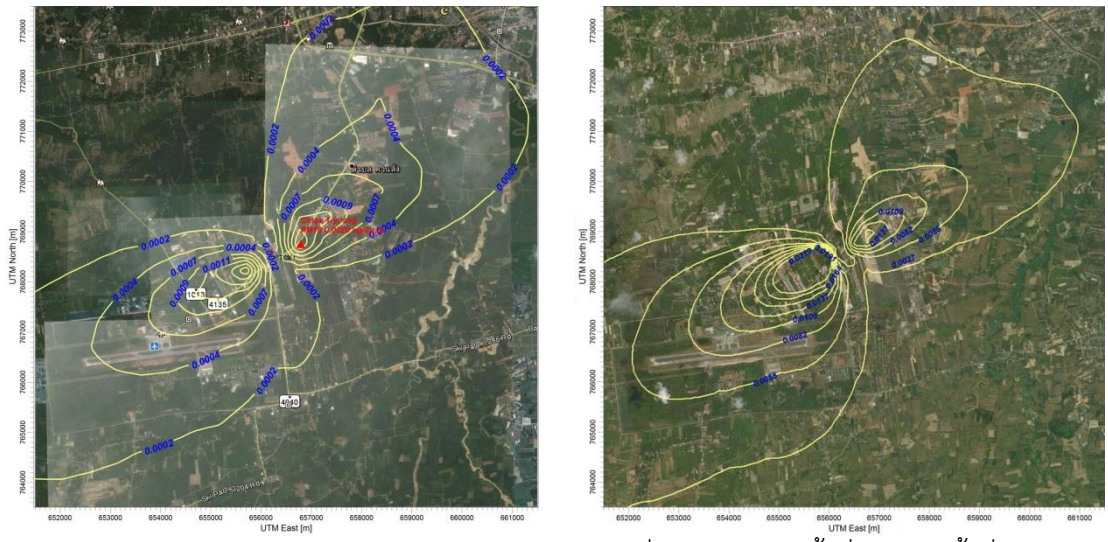


ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10ไมครอนค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.02027 และ 0.00196 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.28928 และ 0.05112 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่กำหนดไว้ไม่เกิน 120 และ 60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสาหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

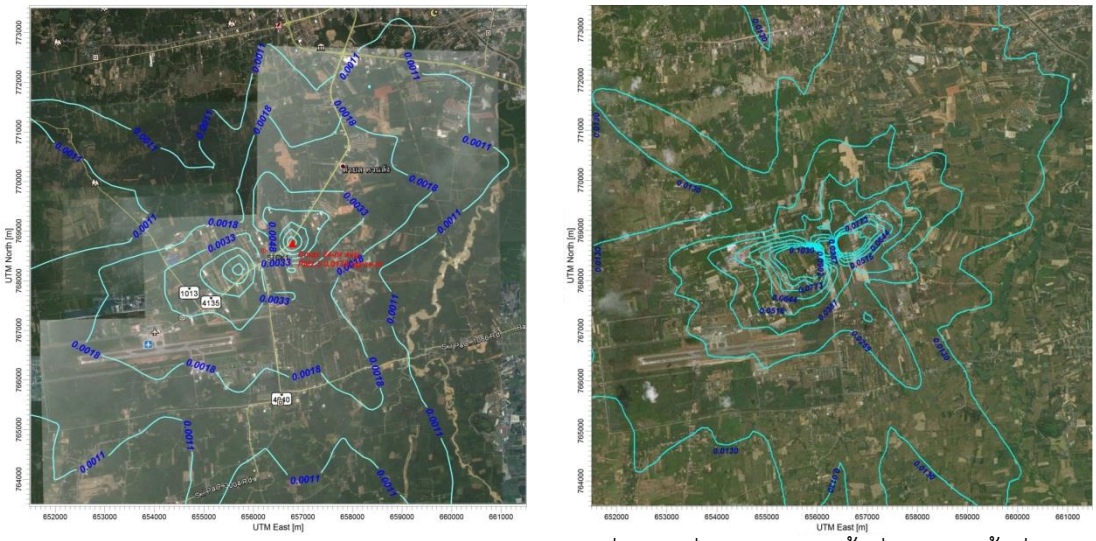


ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

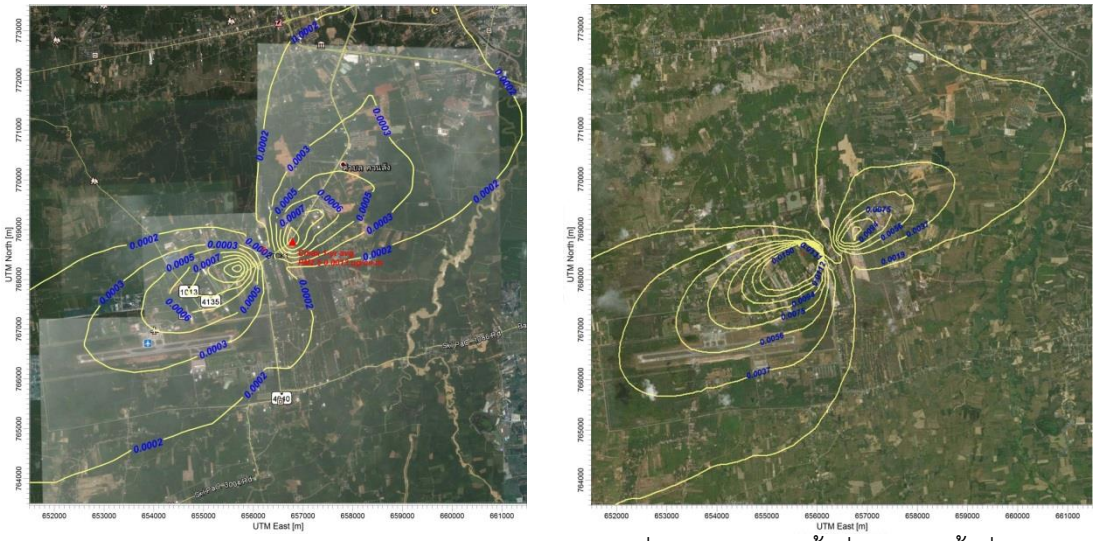
3) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.02961 และ 0.00268 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.07629 และ 0.00270 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่กำหนดไว้ไม่เกิน 50 และ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5ไมครอนค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.01387 และ 0.00134 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.19793 และ 0.03498 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่กำหนดไว้ไม่เกิน 50 และ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



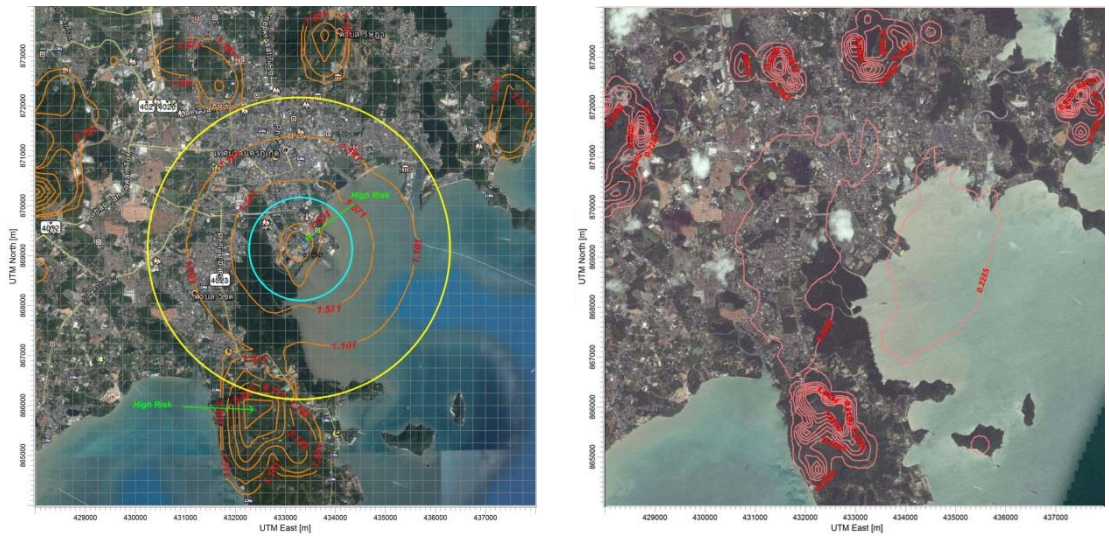
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



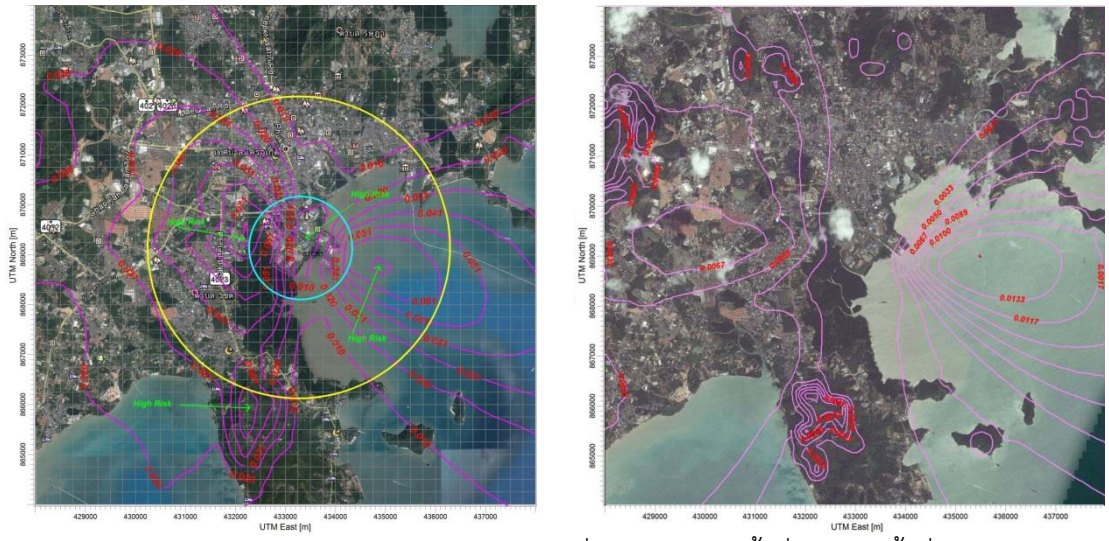
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

4) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปี สูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 14.33873 และ 0.10948 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ครั้งที่ 2 (2559) คือ 2.80400 และ 0.01518 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 320 และ 57 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย1 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ

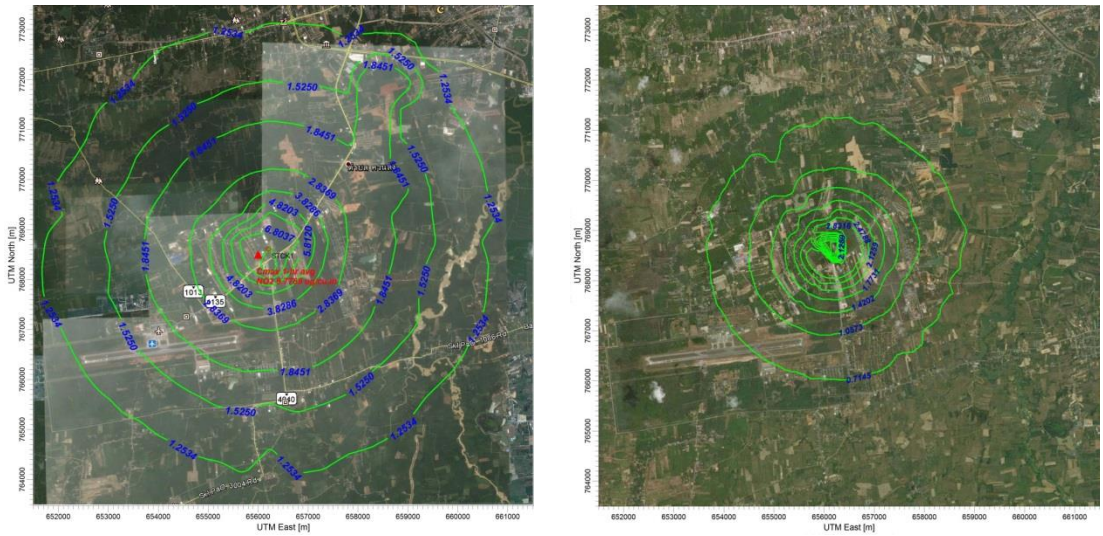


ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

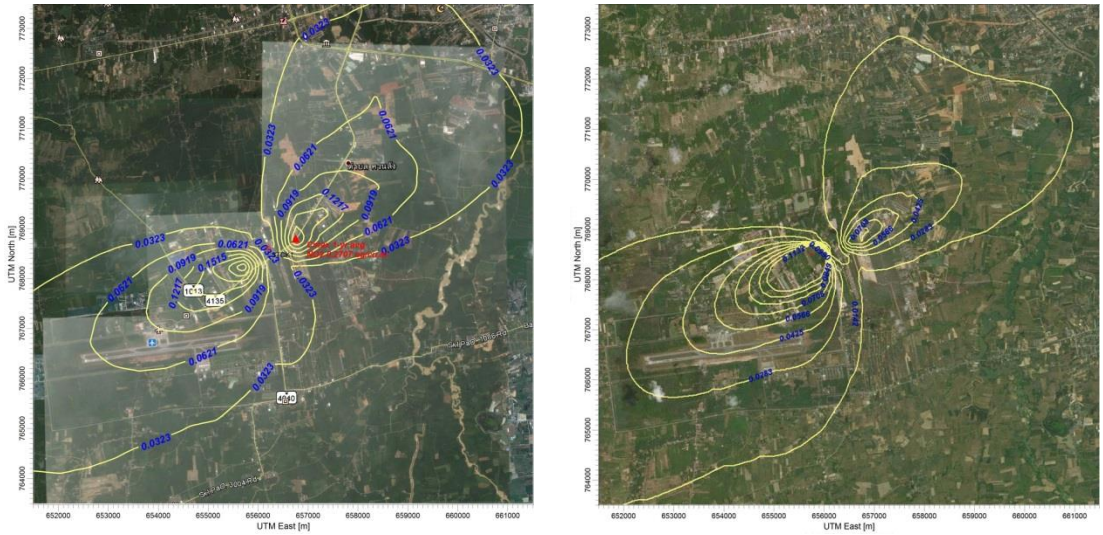


ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ค่าเฉลี่ย1 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 9.77891 และ 0.27073 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ครั้งที่ 2 (2559) คือ 1.49660 และ 0.26447 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 320 และ 57 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย1 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



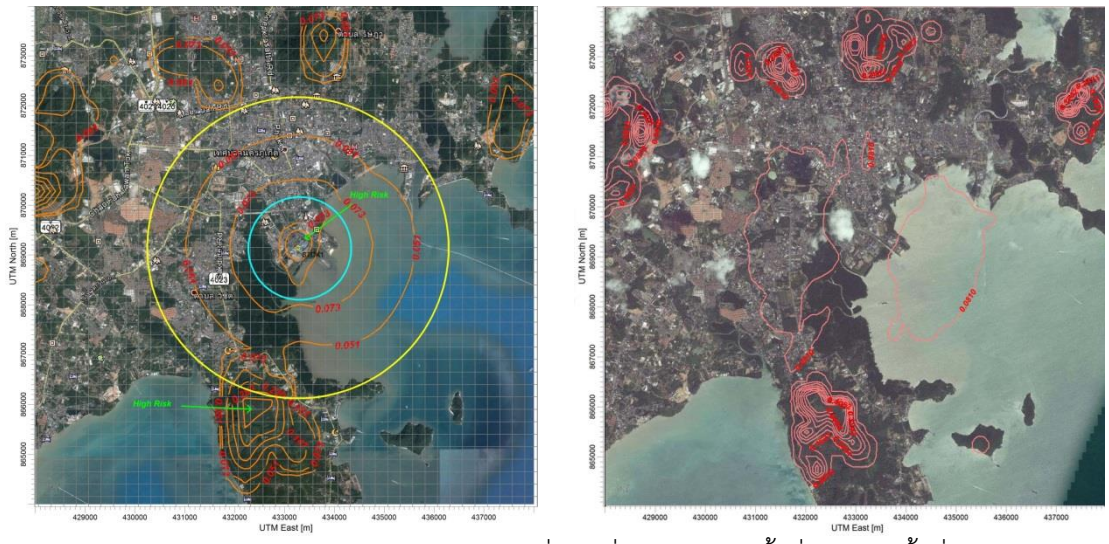
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



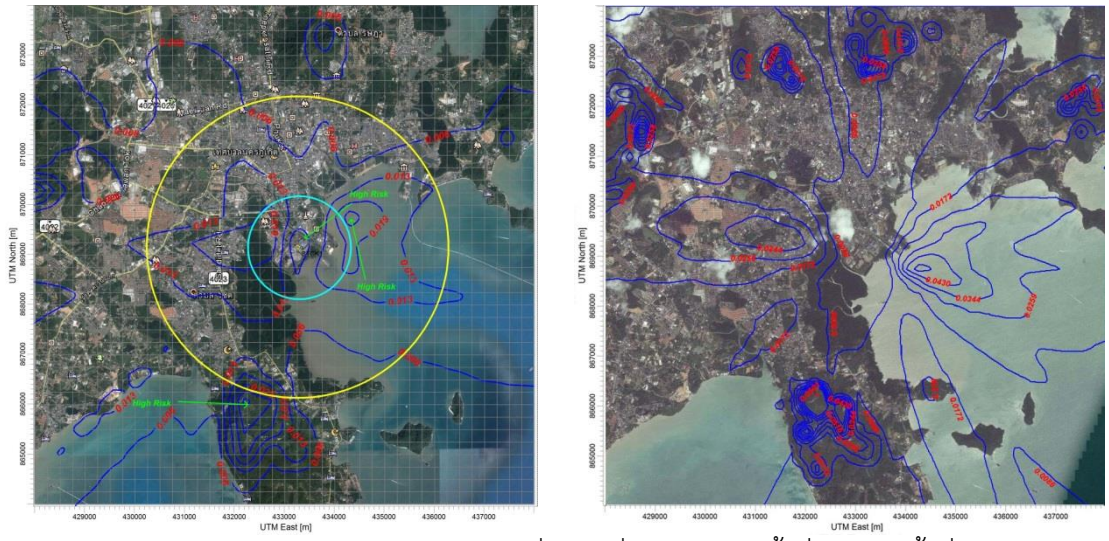
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

5) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

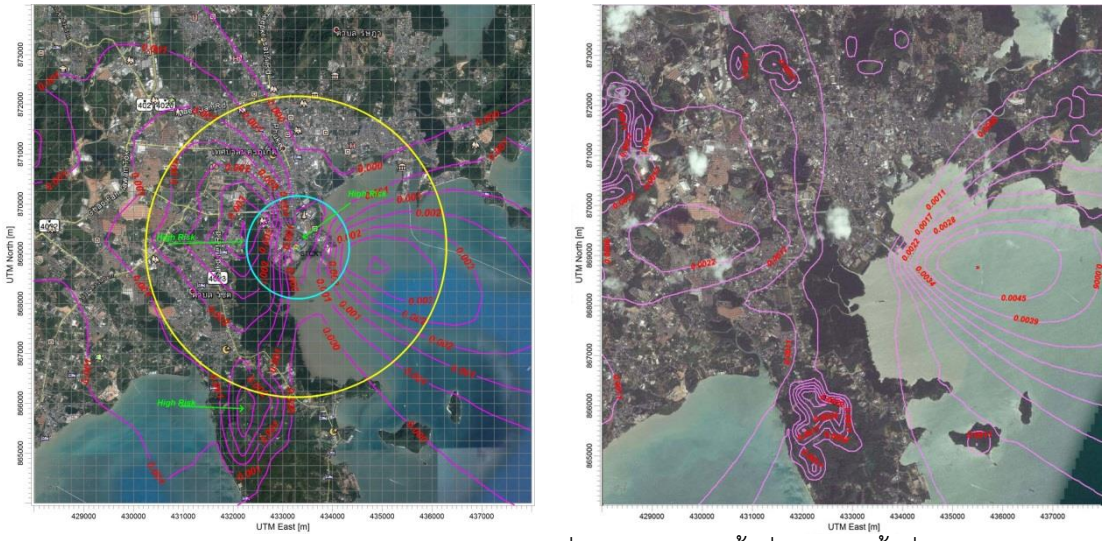
จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าเฉลี่ย1 ชั่วโมงสูงสุดค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.66870 0.05637 และ 0.00511 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.95976 0.14026 และ 0.00508 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 780 300 และ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

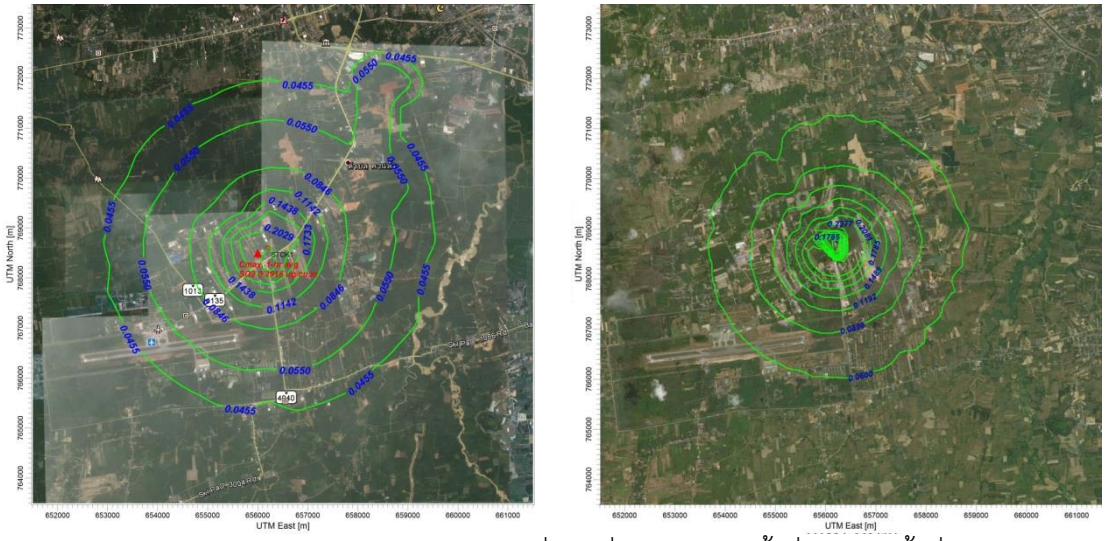


ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

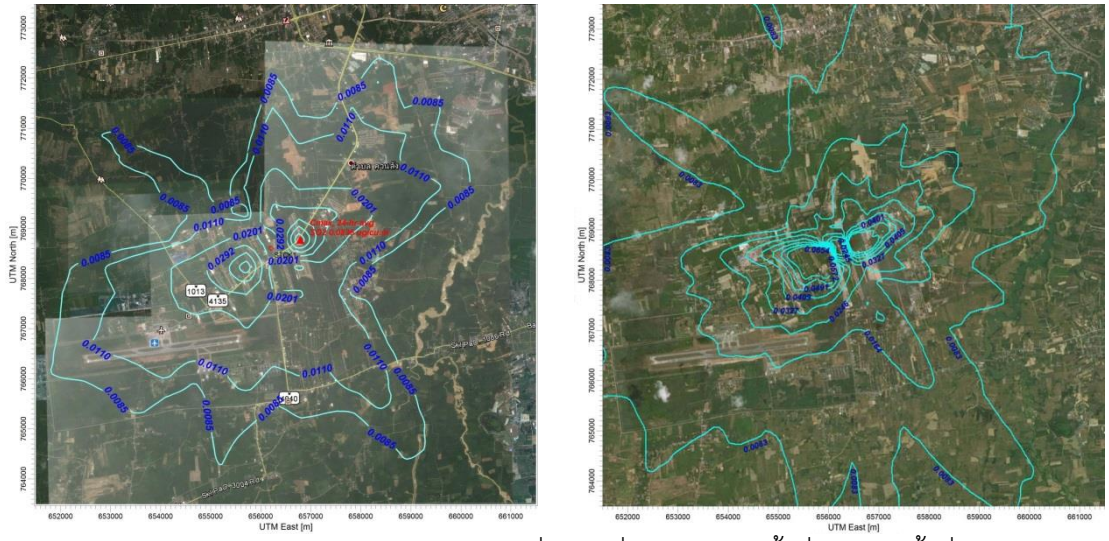


ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

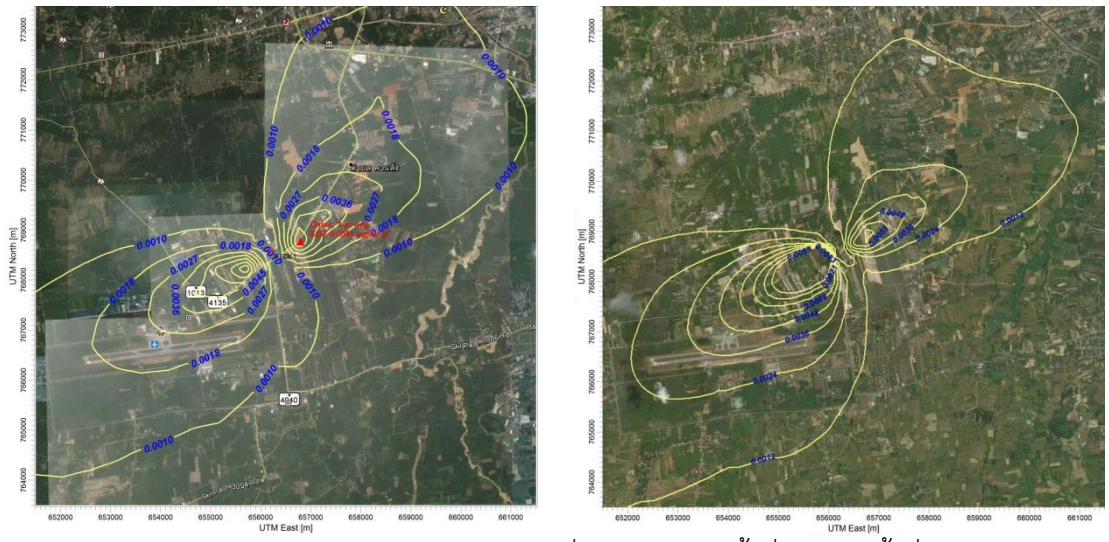
จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าเฉลี่ย1 ชั่วโมงสูงสุด ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.29164 0.08359 และ 0.00807 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.32136 0.12565 และ 0.02220 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 780 300 และ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



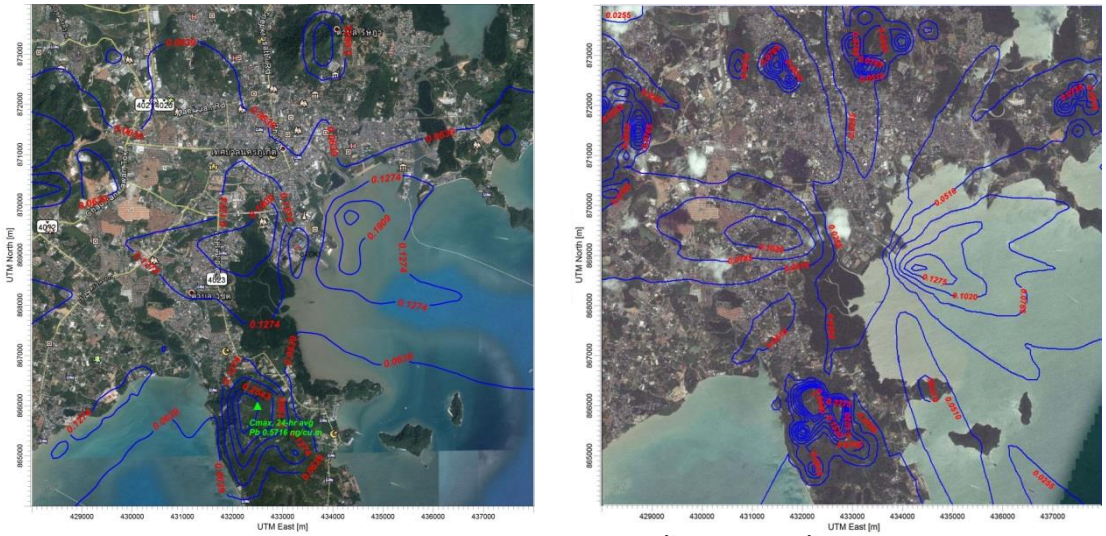
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



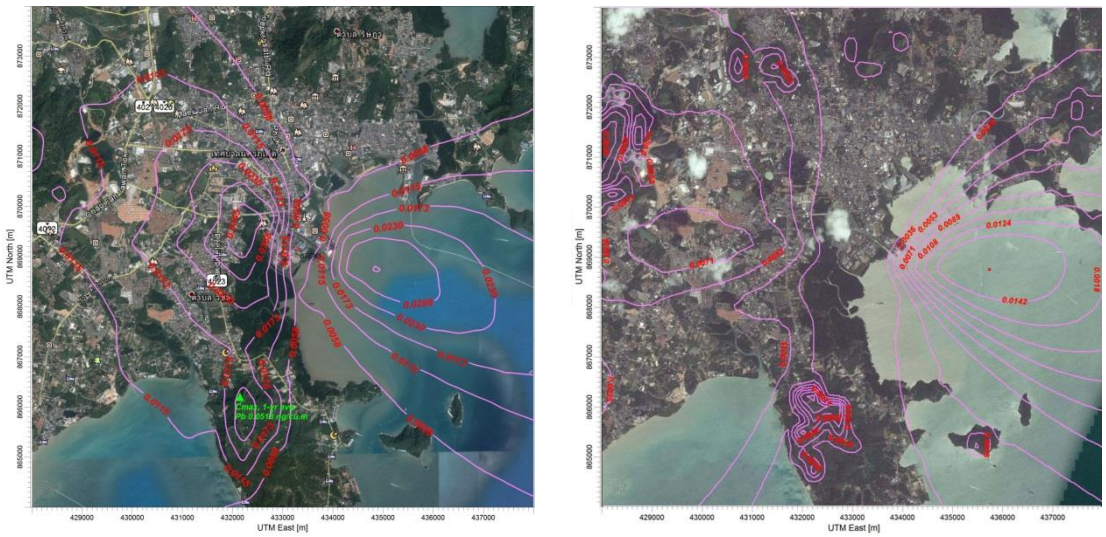
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

6) ตะกั่ว (Pb)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นตะกั่วค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.57162 และ 0.05177 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.48524 และ 0.01603 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับตะกั่วที่กำหนดไว้ไม่เกิน1500 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับค่าเฉลี่ย 1 เดือนแต่สำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีไม่มีมาตรฐานระบุไว้สำหรับประเทศไทย

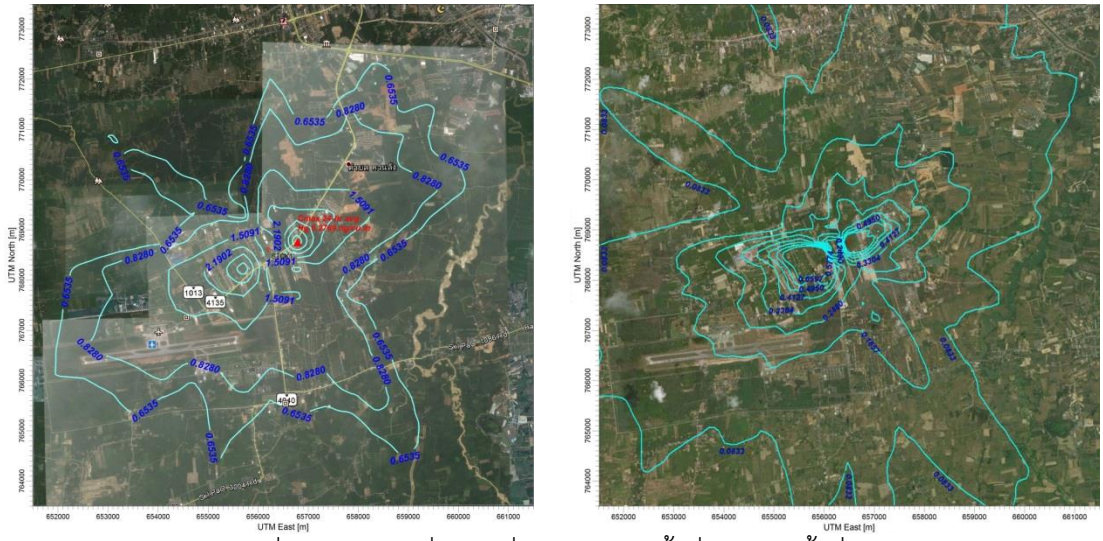


ตะกั่ว (Pb) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

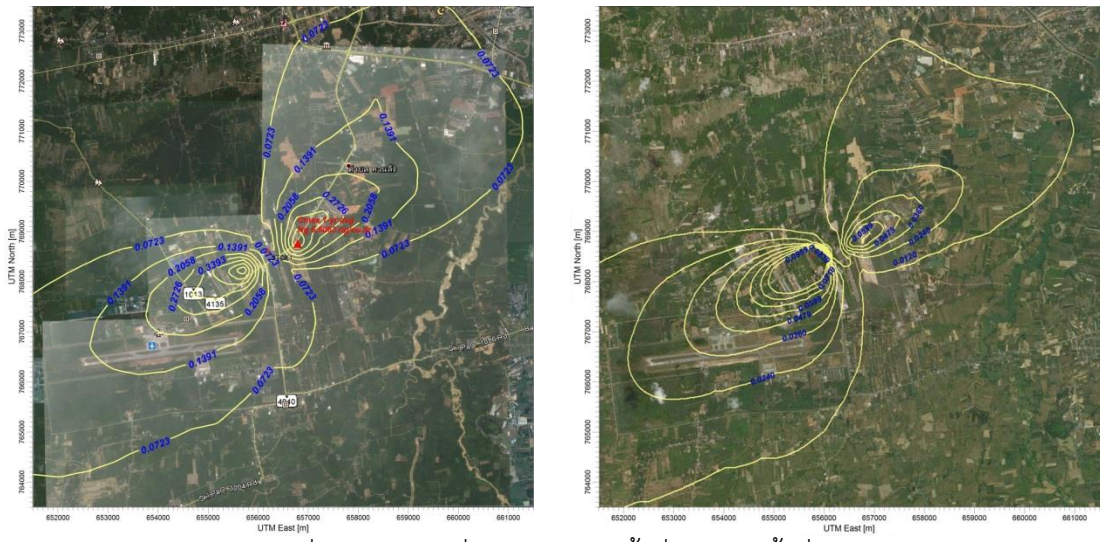


ตะกั่ว (Pb) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นตะกั่วค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 6.27693 และ 0.60629 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 1.26763 และ 0.22401 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติสำหรับตะกั่วที่กำหนดไว้ไม่เกิน1500 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับค่าเฉลี่ย 1 เดือนแต่สำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีไม่มีมาตรฐานระบุไว้สำหรับประเทศไทย



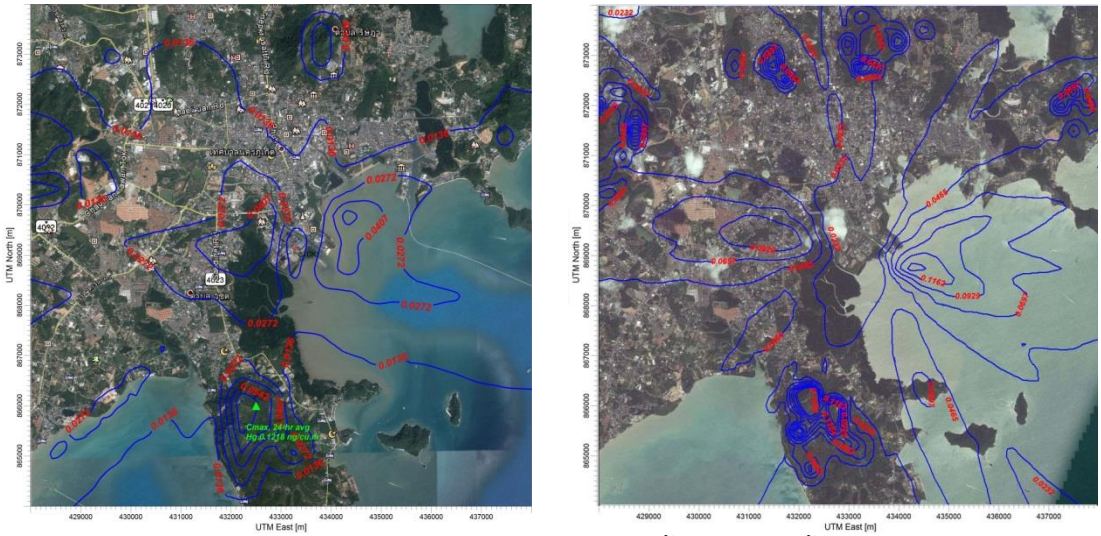
ตะกั่ว (Pb) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



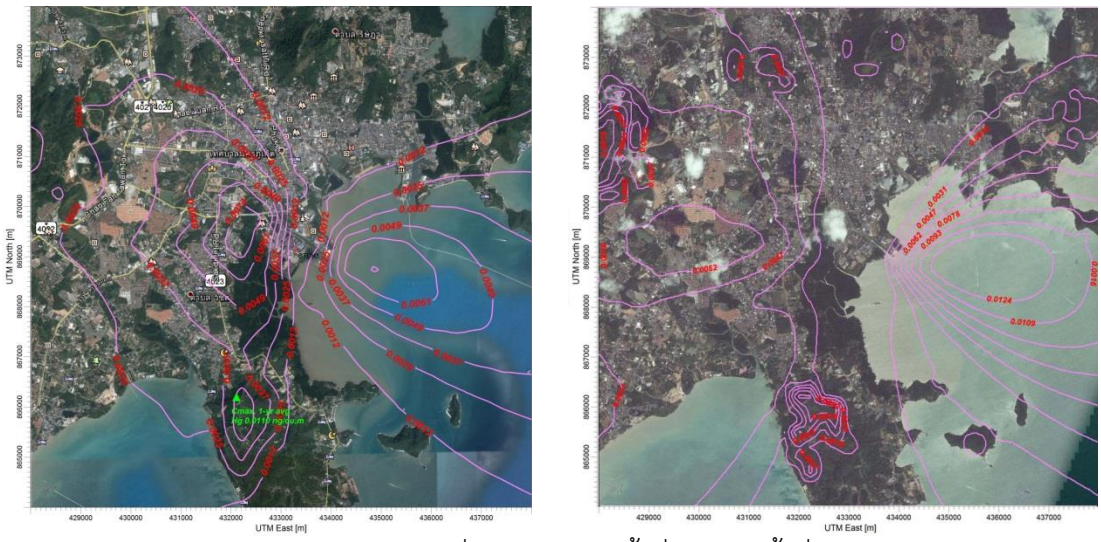
ตะกั่ว (Pb) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

7) ปรอท (Hg)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นปรอทค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.12182 และ 0.01103 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.48524 และ 0.01603 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์แนะนำความเข้มข้นปรอทในบรรยากาศสำหรับมลรัฐอะริโซนา (Arizona Ambient Air Quality Guidelines, AAAQGs) สำหรับปรอทที่กำหนดไว้ไม่เกิน 300 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงแต่สำหรับค่าเฉลี่ย 1 ปีไม่มีระบุไว้

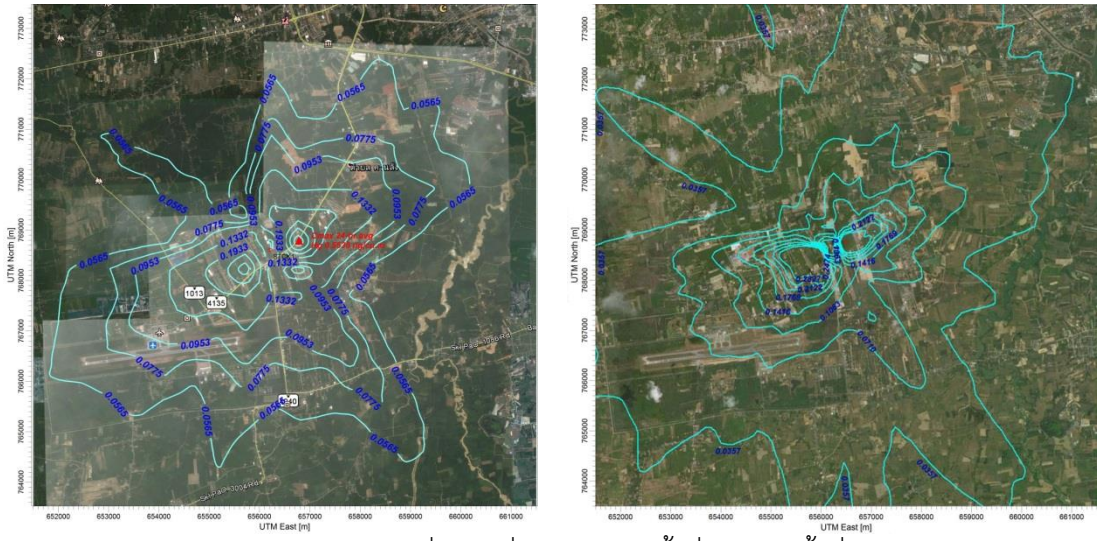


ปรอท (Hg) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

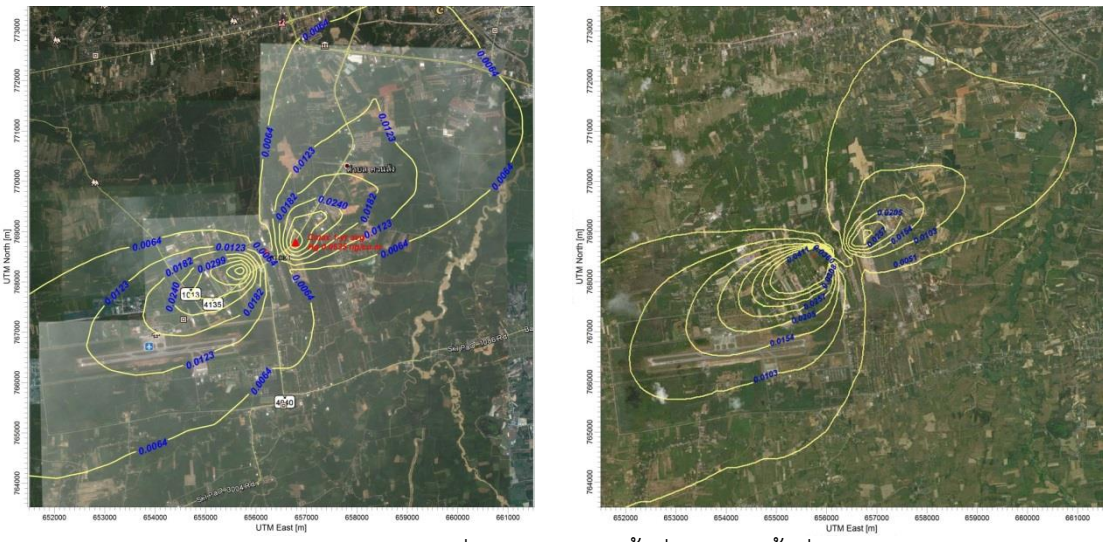


ปรอท (Hg) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นปรอทค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.55385 และ 0.05350 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.54327 และ 0.09600 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์แนะนำความเข้มข้นปรอทในบรรยากาศสำหรับมลรัฐอะริโซนา (Arizona Ambient Air Quality Guidelines, AAAQGs) สำหรับปรอทที่กำหนดไว้ไม่เกิน 300 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงแต่สำหรับค่าเฉลี่ย 1 ปีไม่มีระบุไว้



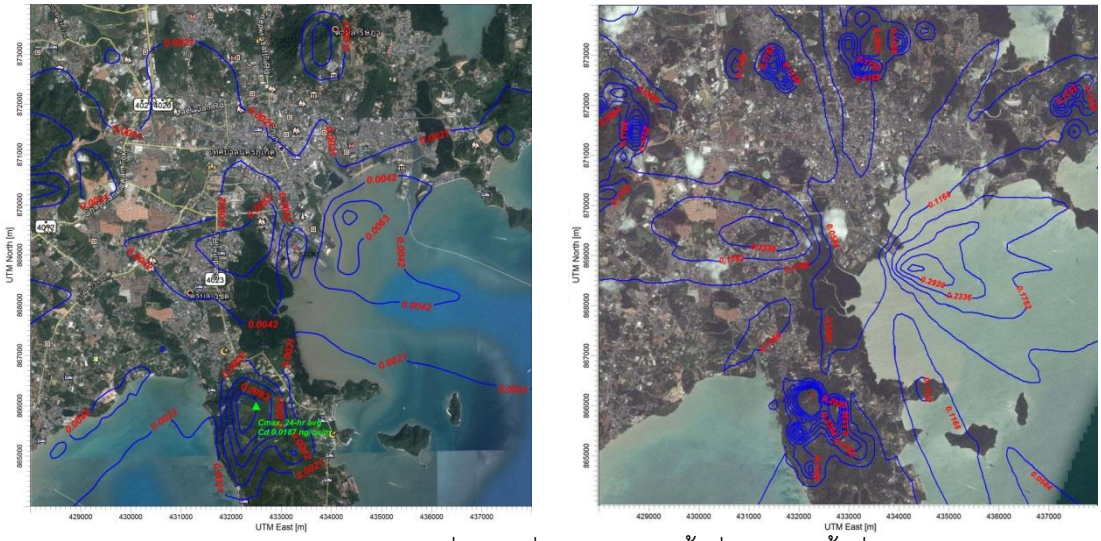
ปรอท (Hg) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



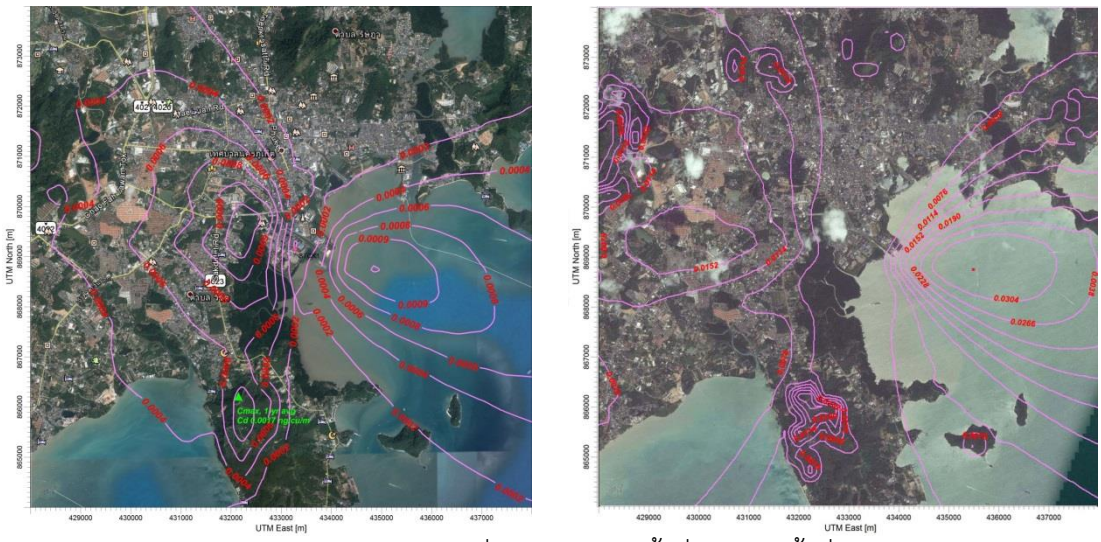
ปรอท (Hg) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

8) แคดเมียม (Cd)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นแคดเมียมค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.01874 และ 0.00170 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.94813 และ 0.03457 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์แนะนำความเข้มข้นแคดเมียมในบรรยากาศสำหรับมลรัฐอะริโซนา (Arizona Ambient Air Quality Guidelines, AAAQGs) สำหรับแคดเมียมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 200 และ 0.56 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ

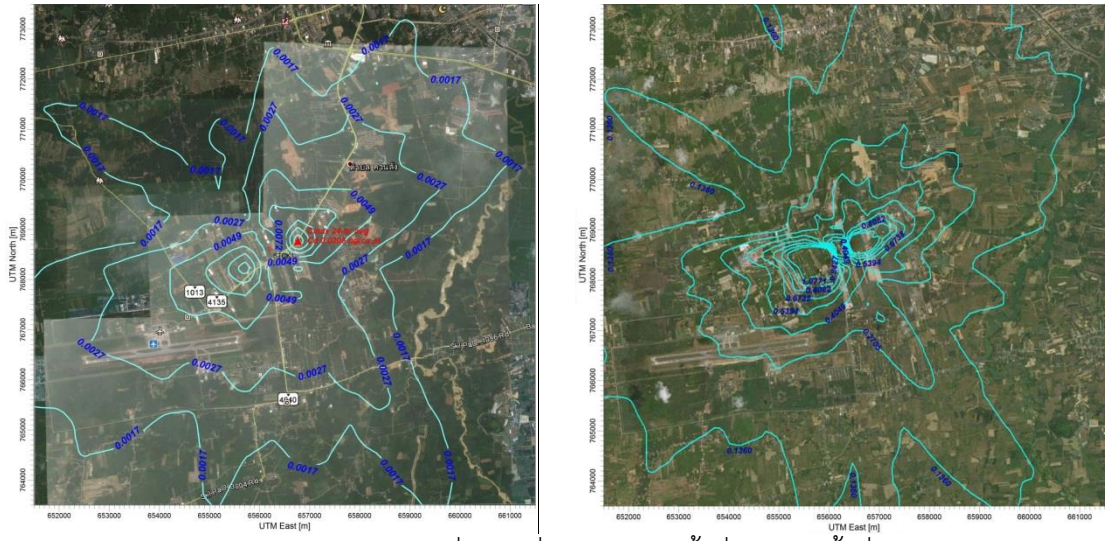


แคดเมียม (Cd) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

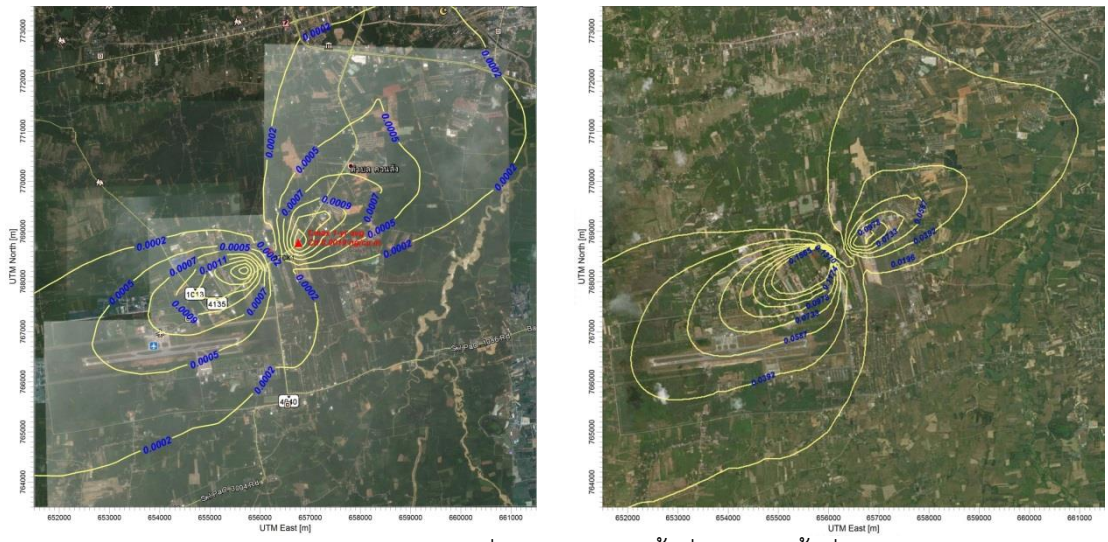


แคดเมียม (Cd) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นแคดเมียมค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.02051 และ 0.00198 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 2.06960 และ 0.36573 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์แนะนำความเข้มข้นแคดเมียมในบรรยากาศสำหรับมลรัฐอะริโซนา (Arizona Ambient Air Quality Guidelines, AAAQGs) สำหรับแคดเมียมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 200 และ 0.56 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



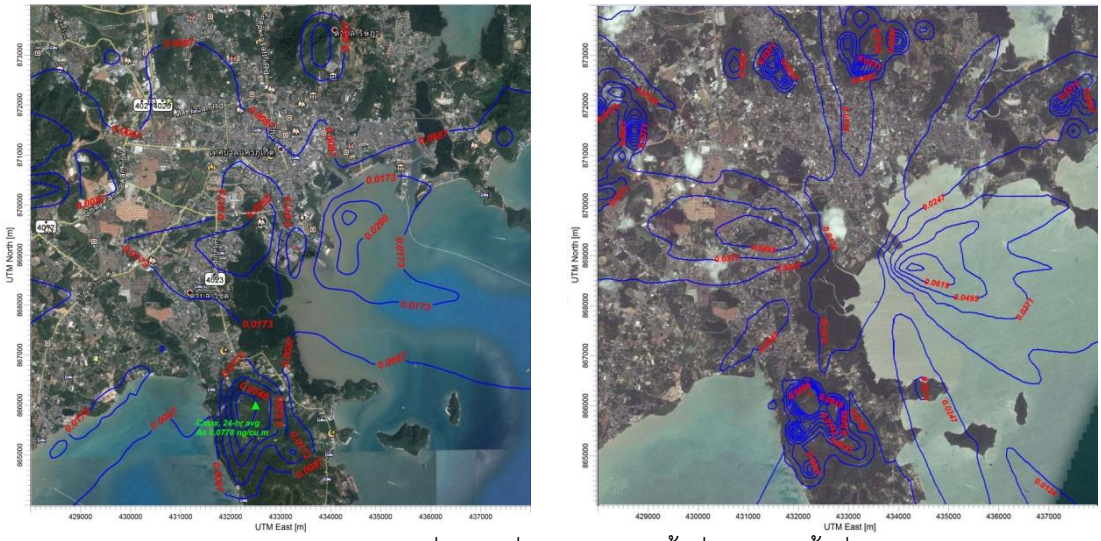
แคดเมียม (Cd) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



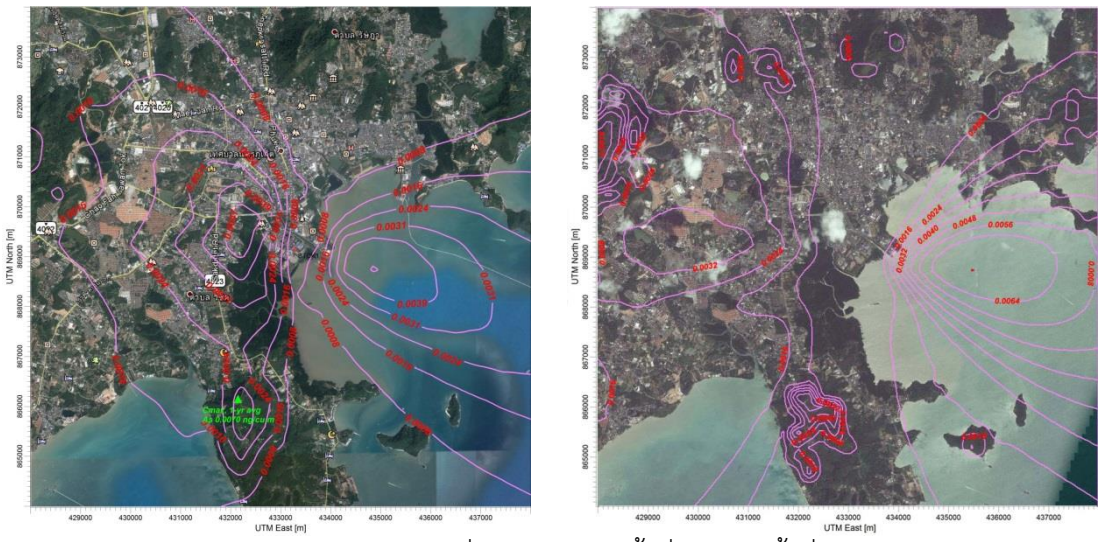
แคดเมียม (Cd) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

9) สารหนู (As)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นสารหนูค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.07778 และ 0.00704 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.20709 และ 0.00730 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์แนะนำความเข้มข้นสารหนูในบรรยากาศสำหรับมลรัฐอะริโซนา (Arizona Ambient Air Quality Guidelines, AAAQGs) สำหรับสารหนูที่กำหนดไว้ไม่เกิน 160 และ 0.23 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ

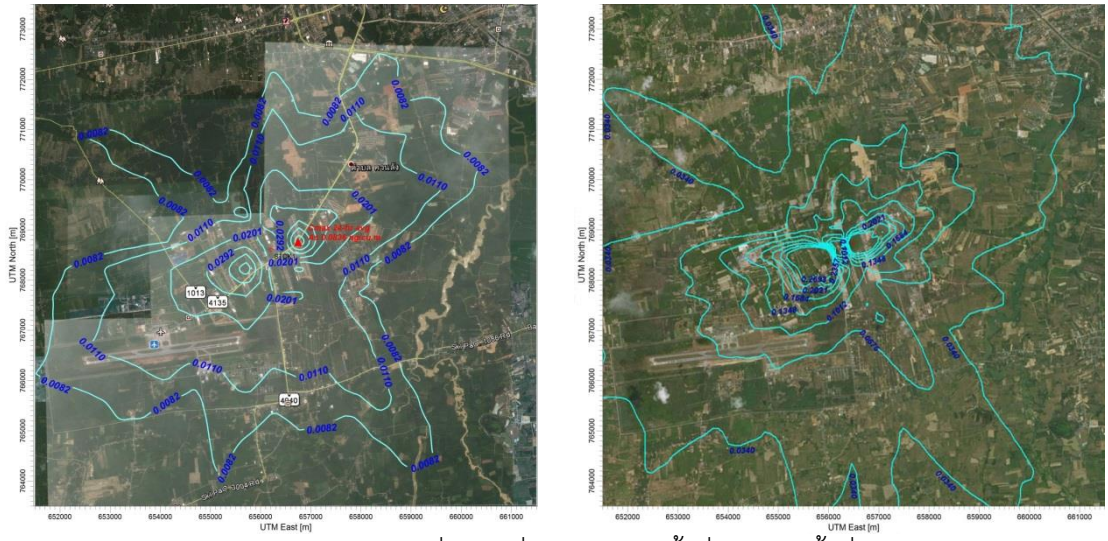


สารหนู (As) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

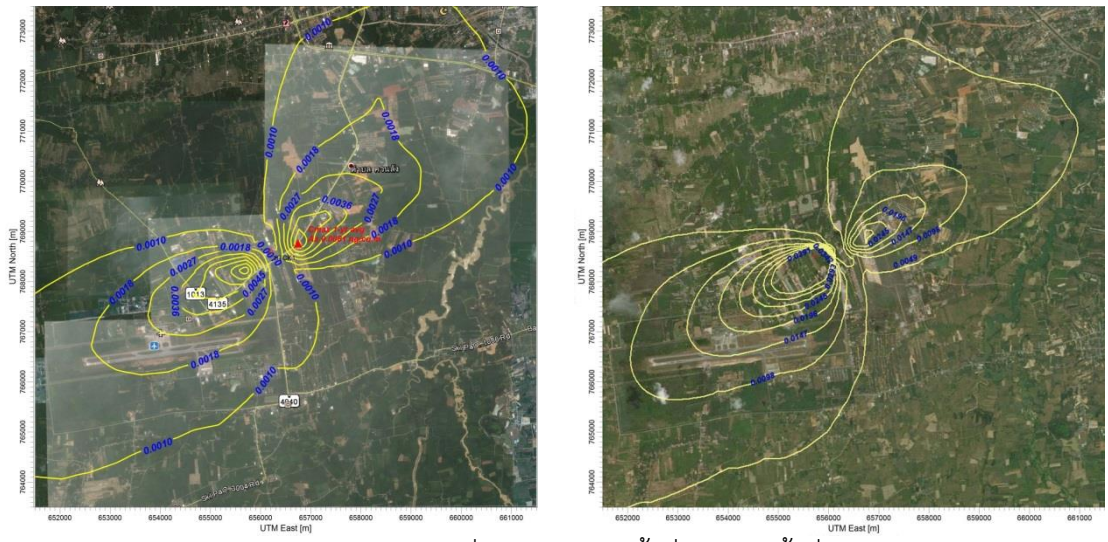


สารหนู (As) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นสารหนูค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 0.08359 และ 0.00807 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 0.51740 และ 0.09143 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความเข้มข้น ณ จุดสังเกตทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์แนะนำความเข้มข้นสารหนูในบรรยากาศสำหรับมลรัฐอะริโซนา (Arizona Ambient Air Quality Guidelines, AAAQGs) สำหรับสารหนูที่กำหนดไว้ไม่เกิน 160 และ 0.23 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ย 1 ปีตามลำดับ



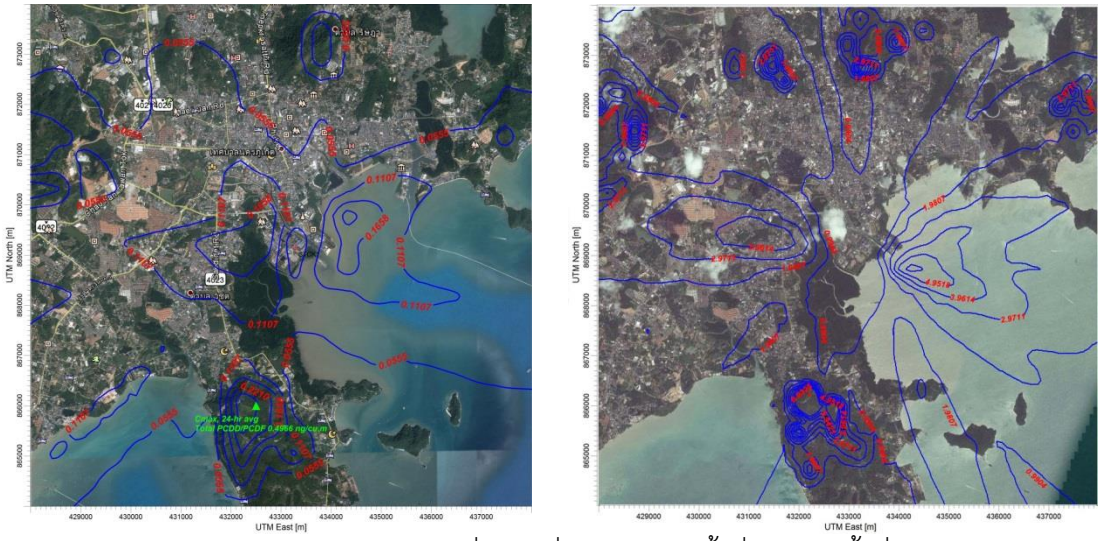
สารหนู (As) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



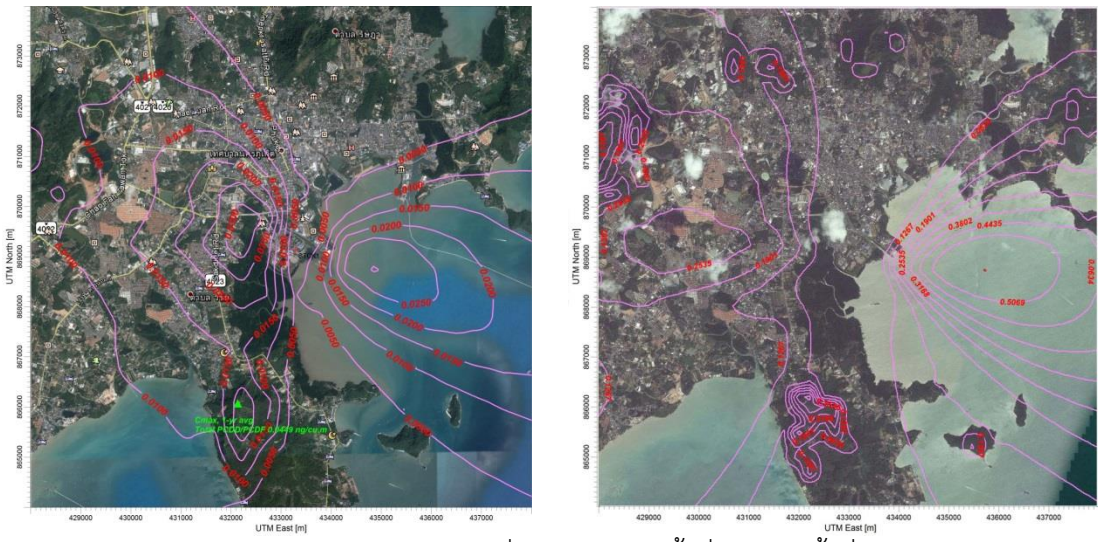
สารหนู (As) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

10) ไดออกซิน (Total PCDD/PCDF)

จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความเข้มข้นไดออกซินค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 4.967×10^{-4} และ 4.498×10^{-5} นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 1.701×10^{-2} และ 5.732×10^{-4} นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ สำหรับมาตรฐานไดออกซินไม่มีมาตรฐานระบุไว้สำหรับประเทศไทย

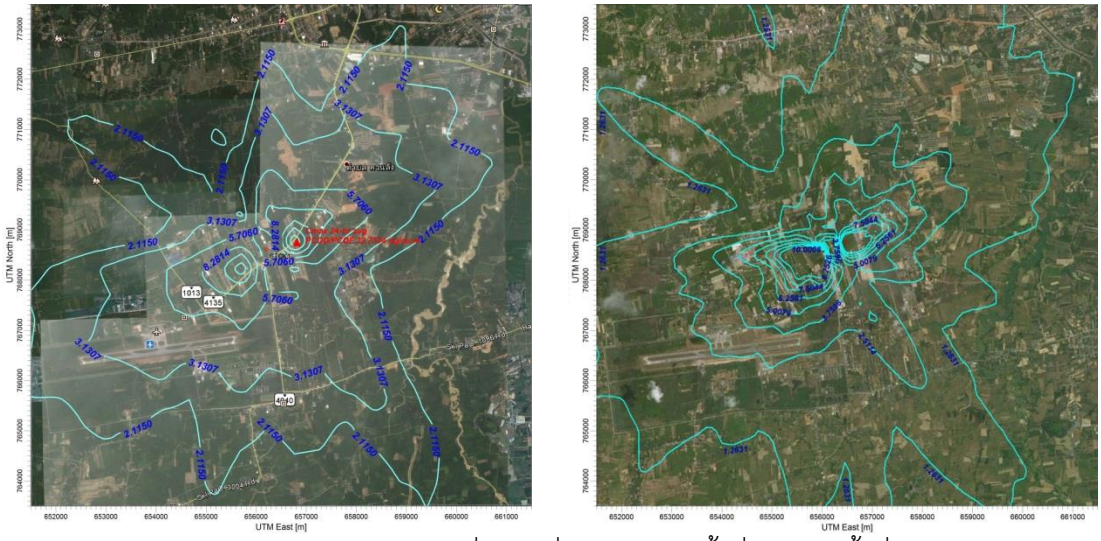


ไดออกซิน (Dioxin) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

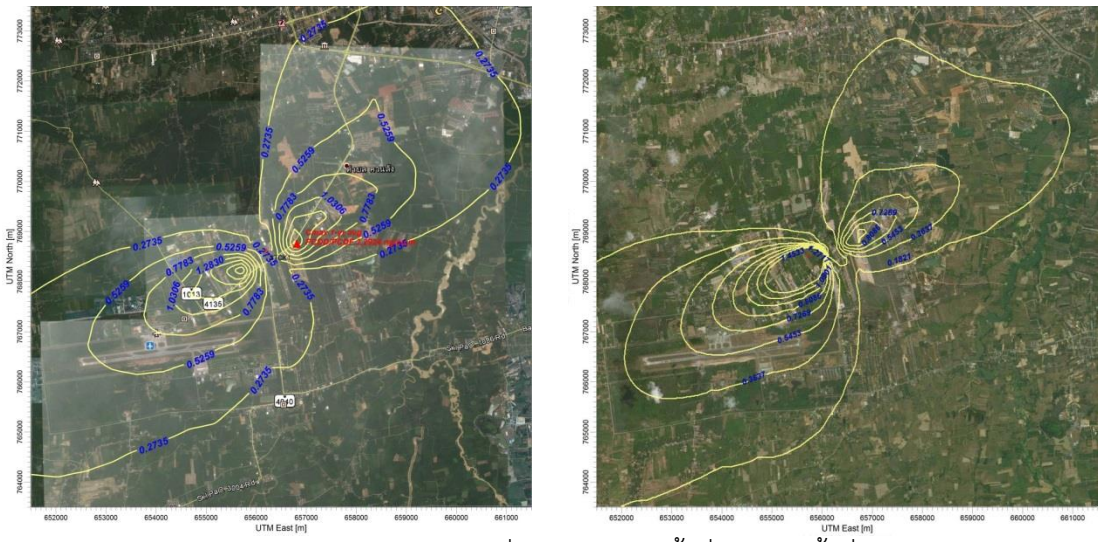


ไดออกซิน (Dioxin) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นไดออกซินค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดและค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 (2558) คือ 2.373×10^{-2} และ 2.292×10^{-3} นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และครั้งที่ 2 (2559) คือ 1.922×10^{-2} และ 3.396×10^{-3} นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ สำหรับมาตรฐานไดออกซินไม่มีมาตรฐานระบุไว้สำหรับประเทศไทย



ไดออกซิน (Dioxin) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



ไดออกซิน (Dioxin) ค่าเฉลี่ย 1 ปีสูงสุด ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

No. ☐☐☐

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามผลกระทบต่อสุขภาพและผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชนโดยรอบ

.....

คำชี้แจง : แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบการรับรู้ข้อมูลของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูล

1. ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....อายุ.....ปี
   บ้านเลขที่..... หมู่ที่..... ชื่อหมู่บ้าน.....
   ตำบล..... อำเภอ.....เมือง..... จังหวัด.....

2. อาศัยอยู่ในพื้นที่นี้มานาน ..... ปี

3. เพศ ☐ (1) ชาย ☐ (2) หญิง

4. อาชีพหลัก
   - ☐ (1) เกษตรกรรม
   - ☐ (2) รับราชการ /พนักงานรัฐวิสาหกิจ
   - ☐ (3) ลูกจ้างเอกชน
   - ☐ (4) นักเรียน / นักศึกษา
   - ☐ (5) รับจ้างทั่วไป
   - ☐ (6) ธุรกิจส่วนตัว
   - ☐ (7) พ่อบ้าน-แม่บ้าน
   - ☐ (8) ว่างงาน
   - ☐ (9) อื่นๆระบุ.....

5. ระดับการศึกษาสูงสุด
   - ☐ (1) ไม่ได้เรียน
   - ☐ (2) ประถมศึกษา
   - ☐ (3) มัธยมศึกษาตอนต้น
   - ☐ (4) มัธยมศึกษาตอนปลาย
   - ☐ (5) อนุปริญญา/ปวส.
   - ☐ (6) ปริญญาตรี
   - ☐ (7) สูงกว่าปริญญาตรี

6. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่
   ☐ (0) ไม่มี ☐ (1) มี โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 2 การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

7. ท่านรู้จักหรือเคยได้ยินเกี่ยวกับ ‘โรงไฟฟ้าขยะ’ หรือไม่
   ☐ (1) เคยได้ยิน/รู้จัก ☐ (0) ไม่เคยได้ยิน/ไม่รู้จัก

8. ท่านรับทราบหรือไม่ว่า ในจังหวัดของท่านมีโรงไฟฟ้าขยะ
   ☐ (1) ทราบ ☐ (0) ไม่ทราบ

9. ระยะทางของบ้านเรือนที่ท่านอยู่อาศัยห่างจากโรงไฟฟ้าขยะเท่าใด

☐ (1) น้อยกว่า 500 เมตร ☐ (2) 500 เมตร - 1 กิโลเมตร

☐ (3) 1 กิโลเมตร – 3 กิโลเมตร

10. ท่านรับทราบข้อมูลโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานขยะจากที่ไหน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ (1) ผู้นำชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน /ปราชญ์ชาวบ้าน/เทศบาล

☐ (2) การประกาศเสียงตามสายในชุมชน

☐ (3) การติดป้ายประกาศของเจ้าของโรงไฟฟ้า หรือบริษัทรับเหมาก่อสร้าง

☐ (4) การจัดประชุมชี้แจงโดย.....

☐ (5) เอกสารใบปลิว แผ่นพับ

☐ (6) อื่นๆ โปรดระบุ .....

11. ท่านรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ ดังต่อไปนี้บ้างหรือไม่ เมื่อใด

ข้อมูล	ไม่ทราบ (1)	ทราบ (2)	รายละเอียด.....
11.1 ชื่อโรงไฟฟ้า ที่ตั้ง ขนาด	☐	☐	
11.2 เจ้าของโรงไฟฟ้า	☐	☐	
11.3 ชนิดของเชื้อเพลิง/วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า	☐	☐	
11.4 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า	☐	☐	
11.5 ผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับชุมชน	☐	☐	
11.6 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดจากโรงงาน	☐	☐	
11.7 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่อาจจะเกิดขึ้นจากโรงงาน	☐	☐	
11.8 มาตรการในการป้องกันและลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น	☐	☐	
11.9 หน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบ/กำกับดูแล	☐	☐	

12. ที่ผ่านมาผู้ประกอบการโรงไฟฟ้า ได้ ให้การสนับสนุนหรือเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน หรือไม่

☐ (1) ไม่เคย

☐ (2) สนับสนุน เช่น.....

13. ที่ผ่านมาผู้ประกอบการโรงไฟฟ้า ได้ จัดกิจกรรม/โครงการให้ชุมชนเข้าไปมีส่วนร่วม หรือไม่

☐ (1) ไม่เคย

☐ (2) เคยจัด เช่น.....

ส่วนที่ 3 ผลกระทบที่ท่านได้รับเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

ท่านคิดว่าการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังงานขยะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและสุขภาพในบริเวณที่อยู่อาศัยของท่านหรือไม่ ด้านใดบ้าง

การเปลี่ยนแปลง	ความคิดเห็นต่อการเปลี่ยนแปลง				
	แย่ลงมาก (1)	แย่ลง (2)	ไม่เปลี่ยนแปลง (3)	ดีขึ้น (4)	ดีขึ้นมาก (5)
14. ด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ					
14.1 เสียงดังรบกวน					
14.2 ฝุ่นละออง					
14.3 กลิ่นเหม็นรบกวน					
14.4 อุบัติเหตุจากการคมนาคม					
14.5 การจราจร/ปริมาณรถบรรทุก					
14.6 ถนนชำรุด เป็นหลุม/บ่อ					
15. ด้านการใช้ประโยชน์					
15.1 คุณภาพแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น ความขุ่น คราบน้ำมัน					
15.2 พื้นที่ทำกิน					
15.3 ผลผลิตทางการเกษตร					
16. ด้านคุณภาพชีวิต					
16.1 สภาพปัญหาการใช้เส้นทางคมนาคม					
16.2 การจ้างงาน/รายได้					
16.3 ความขัดแย้งของคนในชุมชน					
16.4 อาการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ					
16.5 อาการทางผิวหนัง ผื่นคัน					
16.6 อาการตาแดง เคืองตา จากฝุ่น					

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อห่วงกังวลต่อการดำเนินโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

17. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการดำเนินกิจการของโรงไฟฟ้าพลังงานขยะในบริเวณพื้นที่ชุมชนของท่าน

☐ (1) เห็นด้วย เพราะ.....

☐ (2) ไม่เห็นด้วย เพราะ.....

☐ (3) ไม่มีความคิดเห็น.....

18. ท่านคิดว่าโรงไฟฟ้าพลังงานขยะที่ก่อตั้งขึ้นส่งผลอย่างไรต่อชุมชนของท่าน

☐ (1) ผลบวก เพราะ.....

☐ (2) ผลลบ เพราะ.....

☐ (3) ทั้งสองด้าน.....

☐ (4) ไม่ทราบ/ ไม่แน่ใจ.....

19. ท่านเคยร้องเรียนเรื่องปัญหาผลกระทบเกิดจากโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ (เสียง อากาศ ฝุ่นละออง น้ำ มลพิษอื่นๆ) ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ในด้านใด

☐ ไม่เคย (ข้ามไปข้อ 5)

☐ เคย โดยแจ้งต่อหน่วยงาน.....

ในด้าน ☐ เสียง ☐ กลิ่น

☐ ฝุ่นละออง ☐ น้ำ

☐ มลพิษอื่นๆ .....

20. หากท่านเคยร้องเรียนต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบ เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานดังกล่าวได้ดำเนินการตามข้อร้องเรียนหรือไม่

☐ ดำเนินการตามข้อเรียกร้องโดยทันที

☐ ดำเนินการตามข้อเรียกร้องอย่างล่าช้า

☐ ไม่ดำเนินการใดๆ

☐ ไม่ทราบ

21. กรณีที่โรงไฟฟ้าพลังงานขยะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัยของท่าน ท่านทราบหรือไม่ว่าต้องร้องเรียนต่อหน่วยงานใด

☐ (1) ไม่ทราบ

☐ (2) ทราบ โดยต้องร้องเรียนต่อ

☐ (1) แจ้งไปยังผู้ประกอบกิจการให้แก้ไข

☐ (2) แจ้งผู้ใหญ่บ้าน

☐ (3) แจ้งไปยังองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

☐ (4) แจ้งไปยังสื่อมวลชน

☐ (5) แจ้งไปยังหน่วยงานส่วนกลางได้แก่.....

☐ (6) อื่น(ระบุ).....

22. ท่านมีความกังวลหรือมีข้อวิตกใดเกี่ยวกับการดำเนินกิจการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะในพื้นที่ชุมชนของท่าน

.....

23. ท่านมีข้อเสนอแนะอื่นๆ เกี่ยวกับการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

☐ ไม่มี

☐ มี

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ข้อมูล

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามพนักงาน
แบบสอบถามพฤติกรรม สำหรับผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

หัวข้อวิจัย : การศึกษามลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพจากเตาเผามูลฝอย
คำชี้แจง: แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบพฤติกรรมสุขภาพในการป้องกันตัวเองในการปฏิบัติงาน ของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ 1.ชาย ☐ 2.หญิง
2. อายุ.....ปี
3. น้ำหนัก.....กิโลกรัม
4. ส่วนสูง.....เซนติเมตร
5. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่
   - ☐ 0.ไม่มี
   - ☐ 1. มี ระบุ.....
6. ท่านสูบบุหรี่มากน้อยเพียงใด
   - ☐ 0. ไม่เคย
   - ☐ 1. เคยสูบ แต่เลิกแล้ว
   - ☐ 2. ยังสูบอยู่ ระบุ.....มวน/วัน
7. ในบ้านของท่านมีผู้อื่นที่สูบบุหรี่หรือไม่
   - ☐ 0. ไม่มี
   - ☐ 1. มี
8. สภาพแวดล้อมรอบบริเวณบ้านของท่าน มีแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศหรือไม่
   - ☐ 0. ไม่มี
   - ☐ 1. ถนนที่มักจะมีการจราจรหนาแน่น ห่างจากบ้าน.....เมตร
   - ☐ 2. โรงงานอุตสาหกรรม ประเภท..... ห่างจากบ้าน.....เมตร
   - ☐ 3. ปั้มน้ำมัน/แก๊สรถยนต์ ห่างจากบ้าน.....เมตร
   - ☐ 4. อู่ซ่อม เคาะ พ่นสีรถยนต์ ห่างจากบ้าน.....เมตร
   - ☐ 5. อื่นๆ ระบุ..... ห่างจากบ้าน.....เมตร

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน

9. งานที่ท่านทำก่อนหน้า ที่จะมาทำงานตำแหน่งนี้

☐ 0. ไม่มี (ไม่เคยทำงานอื่นมาก่อน)
☐ 1. งานโรงงานอื่น ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี
☐ 2. งานช่างในร้าน ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี
☐ 3. งานในปั้มน้ำมัน/ปั้มแก๊ส ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี
☐ 4. อื่นๆ ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี

10. ลักษณะงานที่ทำในปัจจุบัน
☐ 1. ป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา/งานหน้าเตาเผา
☐ 2. งานควบคุมการผลิต (ห้องควบคุมการเผาไหม้/ห้องเฝ้าระวังการระบายของมลพิษ)
☐ 3. งานเอกสาร/งานบุคคล ในสำนักงาน

11. ท่านทำงานในลานจอดรถแห่งนี้มานานกี่ปี.....ปี (ระบุปีที่เริ่มทำงาน พ.ศ.....)

12. ปกติท่านทำงานดังกล่าวสัปดาห์ละกี่วัน.....วัน

13. ปกติท่านทำงานดังกล่าววันละกี่ชั่วโมง.....ชั่วโมง

14. ขณะทำงานท่านใส่ผ้าปิดจมูกหรือไม่
☐ 1. ไม่เคยใส่ (ข้ามไปตอบข้อ 18)
☐ 2. ใส่บางครั้ง
☐ 3. ใส่ทุกครั้ง

15. ประเภทของผ้าปิดจมูกที่ใช้ส่วนมาก
☐ 1. ผ้าเช็ดหน้า (ข้ามไปตอบข้อ 18)
☐ 2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ
☐ 3. อื่นๆ ระบุ.....

16. ส่วนใหญ่ท่านคาดผ้าปิดจมูกอย่างไร
☐ 1. ปิดเฉพาะปาก
☐ 2. ปิดเฉพาะจมูก
☐ 3. ปิดทั้งปากและจมูก

17. ส่วนใหญ่ท่านคาดผ้าปิดจมูกนานเพียงใด
☐ 1. ตลอดเวลาการทำงาน
☐ 2. มากกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน
☐ 3. น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน

18. ขณะทำงานท่านสวมถุงมือหรือไม่
☐ 1. ไม่เคยใส่ (จบการตอบคำถาม)
☐ 2. ใส่บางครั้ง
☐ 3. ใส่ทุกครั้ง

19. ประเภทของถุงมือที่ท่านใช้
☐ 1. ถุงมือผ้า

☐ 2. ถุงมือยาง ยาวถึงข้อมือ
☐ 3. ถุงมือยาง ยาวถึงแขน

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ

20. ท่านคิดว่างานที่ท่านทำอยู่ มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของท่านหรือไม่ อย่างไร

....
....
....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ข้อมูล

ภาคผนวก ง
การรับรองโครงการวิจัยและหนังสือยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

ใบรับรองโครงการวิจัย

การประชุมครั้งที่ - วันที่ -

รหัสโครงการวิจัย 099

เรื่อง การศึกษามลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพจากเตาเผามูลฝอย

ผู้วิจัยหลัก นางสุกานดา พัดพาดี

เป็นการพิจารณาโครงการวิจัยแบบเร่งรัด	☑ใช่	☐ไม่ใช่
เป็นการพิจารณาโครงการวิจัยที่แก้ไข	☐ใช่	☑ไม่ใช่
ถ้า **ใช่** วันที่พิจารณาครั้งก่อน		
เป็นการพิจารณารายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย	☐ใช่	☑ไม่ใช่

ผลการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ครั้งนี้

☑รับรอง วันที่พิจารณารับรอง 31 มีนาคม 2559

โครงการวิจัย	ฉบับที่.....1..... วันที่ .....31.... มีนาคม.....2559.....
เอกสารแนะนำอาสาสมัคร	ฉบับที่.....1..... วันที่ .....31.... มีนาคม.....2559.....
ใบยินยอม	ฉบับที่.....1..... วันที่ .....31.... มีนาคม.....2559.....
เครื่องมือ (ระบุ)	ฉบับที่.....1..... วันที่ .....31.... มีนาคม.....2559.....

ลงนาม.....

(นายจรัญ จัตราลัยศรี)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย

รับรองตั้งแต่วันที่....31.... มีนาคม....2559.... ถึงวันที่....30.... มีนาคม....2560.....

หมายเหตุ

- คณะกรรมการฯ ขอแจ้งเกี่ยวกับหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้วิจัยภายหลังได้รับการอนุมัติ คือ ต้องรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยให้คณะกรรมการฯ ทราบทุก 6 เดือน (RF13-01) และเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่อไปนี้ ทุกครั้ง ได้แก่

1) เมื่อมีอาการไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นในโครงการ หากเป็นอาการไม่พึงประสงค์ที่ร้ายแรงต้องรายงานให้คณะกรรมการฯ ทราบโดยเร็วและให้ผู้วิจัยวิเคราะห์สถานการณ์การเกิดอาการไม่พึงประสงค์ว่าเกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยที่ท่านรับผิดชอบหรือไม่ อย่างไร หากเกี่ยวข้องเกี่ยวข้องในระดับใด รวมทั้งการดูแลรักษาและป้องกันอาสาสมัครด้วย (RF18-01, RF18-02)

2) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในโครงการวิจัยต้องระบุให้ชัดเจนว่า มีการเปลี่ยนแปลงอะไร อย่างไร พร้อมทั้งเหตุผลที่เปลี่ยนแปลงเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการฯ ก่อน (RF12-01)

3) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหัวหน้าโครงการวิจัยหรือเพิ่มเติมคณะผู้วิจัย ต้องส่งประวัติของคนที่เปลี่ยนแปลง พร้อมเหตุผลให้คณะกรรมการฯ เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน

4) เมื่อโครงการวิจัยยุติลง ซึ่งอาจจะเป็นการดำเนินการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ หรืออาจจะไม่สามารถดำเนินการวิจัยต่อไปได้ พร้อมทั้งสาเหตุของการยุติโครงการวิจัยด้วย (RF14-01)

ใบยินยอมด้วยความสมัครใจ

การวิจัยเรื่อง การศึกษามลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพจากเตาเผามูลฝอย

วันที่ให้คำยินยอม ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ก่อนลงนามในใบยินยอมให้วิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการ อันตรายหรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบังซ่อนเร้น จนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจและมีสิทธิบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคที่ข้าพเจ้าพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับและเปิดเผยเฉพาะส่วนสรุปเป็นผลการวิจัย หรือเปิดเผยข้อมูลต่อผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนและกำกับดูแลการวิจัยเท่านั้น

ผู้วิจัยรับรองว่าหากเกิดอันตรายใด ๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาล โดยประสานอำนวยความสะดวกกับหน่วยงานบริการในพื้นที่

ทั้งนี้หากมีคำถามเกี่ยวกับสิทธิความปลอดภัยในการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าสามารถติดต่อสอบถามได้ที่ สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย ห้อง 1304 อาคาร 1 ชั้น 3 (ในสำนักสร้างและจัดการความรู้) ตึกกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000 โทร 02 590 4224 โทรสาร 02 591 8147

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว มีความเข้าใจดีทุกประการ และลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม ..... ผู้ยินยอม

ลงนาม ..... ผู้วิจัย

ลงนาม ..... พยาน

ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในใบยินยอมนี้ให้ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม ..... ผู้ยินยอม

ลงนาม ..... ผู้วิจัย

ลงนาม ..... พยาน