บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ สำหรับข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสำรวจภาคสนาม การสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการมูลฝอย ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการกำจัดมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลนครภูเก็ต เทศบาลเมืองพัทลุง เทศบาลเมืองสะเดาและเทศบาลเมืองบ้านพรุ การสังเกตสภาพพื้นที่ศึกษาและการสัมภาษณ์โดยแบบสอบถามประชาชน ในพื้นที่รัศมี 3 กิโลเมตรรอบเตาเผามูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต ส่วนข้อมูลทุติยภูมิได้จากการตรวจเอกสาร การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเทศบาลนครสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลนครภูเก็ต เทศบาลเมืองพัทลุง เทศบาลเมืองสะเดา และเทศบาลเมืองบ้านพรุและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

การประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการนำซากมูลฝอยเก่าจากบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงพลังงาน ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์จากการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา โดยนำซากมูลฝอยเก่าจากเทศบาล 5 แห่ง คือเทศบาลนครสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลเมืองบ้านพรุ เทศบาลเมืองสะเดา และเทศบาลเมืองพัทลุง

เนื่องจากปัจจุบันในภาคใต้ การกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาเพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานมูลฝอย มีการดำเนินการเฉพาะที่เทศบาลนครภูเก็ตเท่านั้น ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยระบุขอบเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุมจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง โดยกำหนดข้อสมมติการวิจัยให้ตั้งโรงเตาเผามูลฝอยในพื้นที่ความรับผิดชอบของเทศบาลนครสงขลา (ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา) ซึ่งยังไม่มีการดำเนินการกำจัดแบบเตาเผาอยู่จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องทำการสำรวจเก็บข้อมูลจากระบบกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาที่เทศบาลนครภูเก็ต ซึ่งมีต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมเกิดขึ้นจริง เพื่อประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมที่เป็นผลกระทบวงนอก หากมีการดำเนินการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ซึ่งเป็นการนำผลการศึกษาจากพื้นที่หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับอีกพื้นที่หนึ่ง นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) กล่าวว่าเป็นการประเมินผลกระทบวิธีทุติยภูมิ: การโอนประโยชน์ (Secondary valuation method: Benefits transfer)

การโอนผลประโยชน์ (Secondary valuation method: Benefits transfer)

ปัจจุบันในภาคใต้ การกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาเพื่อใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงพลังงานมีดำเนินการเฉพาะที่เทศบาลนครภูเก็ตเท่านั้น เมื่อผู้วิจัยระบุขอบเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุมจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง โดยกำหนดข้อสมมติการวิจัยให้ตั้งโรงเตาเผามูลฝอยในพื้นที่ความรับผิดชอบของเทศบาลนครสงขลา ซึ่งยังไม่มีการดำเนินการกำจัดแบบเตาเผาอยู่จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องทำการสำรวจเก็บข้อมูลจากระบบกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาที่เทศบาลนครภูเก็ต ซึ่งมีต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมเกิดขึ้นจริง ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยประชาชนจากมลพิษเตาเผา กลิ่นเหม็น เสียงรบกวน เป็นต้น เพื่อประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมที่เป็นผลกระทบวงนอก หากมีการดำเนินการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ซึ่งเป็นการนำผลการศึกษาจากพื้นที่หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับอีกพื้นที่หนึ่ง สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) กล่าวว่าเป็นการประเมินผลกระทบวิธีทุติยภูมิ ที่เรียกว่าการโอนประโยชน์ โดยมีขั้นตอนในการโอนผลประโยชน์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกการศึกษาการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้ศึกษาไว้ณ ที่อื่น (Study site) โดยพยายามเลือกการศึกษาที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติของพื้นที่ที่กำลังศึกษา (Policy Site) การเลือกใช้ข้อมูลที่สามารถประมาณการผลกระทบสิ่งแวดล้อม ควรที่จะคล้ายกันทั้งในแง่ของขนาดและประเภทของโครงการที่จะศึกษาและประเมินผล

ขั้นที่ 2 การปรับมูลค่า การปรับมูลค่าที่พื้นฐานที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์คือ การปรับค่าสำหรับความแตกต่างในเรื่องเงื่อนไข สำหรับความแตกต่างในเงื่อนไขและ/หรือขนาดของผลกระทบที่ใช้เป็นพื้นฐานของการเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถกระทำได้ในขั้นตอนของการกำหนดปริมาณของการวิเคราะห์ การปรับค่าแบบ Dose-response function หรือการโอนสมการโดยการปรับค่าตัวแปรในสมการโดยใช้ค่าตัวแปรจริงของพื้นที่ที่กำลังศึกษา เช่น การปรับรายได้ ผลของเงินเฟ้อ ขนาดพื้นที่ จำนวนประชากร ระดับการศึกษาของประชากร เป็นต้น ซึ่งวิธีการนี้จะมีความแม่นยำกว่าการนำค่าที่คำนวณไว้ในสถานที่อื่นมาใช้กับสถานที่ที่กำลังศึกษาโดยตรง

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าต่อหน่วยเวลา ค่าที่คำนวณได้นำมาคูณจำนวนคนที่ได้รับผลกระทบ

ขั้นที่4 คำนวณมูลค่าคิดลดทั้งหมด คำนวณมูลค่าคิดลดของความเสียหายและผลประโยชน์ด้วยการใช้อัตราคิดลดที่เหมาะสม

ข้อจำกัดของการโอนผลประโยชน์ การนำผลการศึกษาจากพื้นที่หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับอีกพื้นที่หนึ่ง ต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอน เพราะสภาพที่แตกต่างกัน เช่น คุณภาพอากาศ ลักษณะของประชากร ผลต่อสุขภาพ ความแตกต่างของภูมิอากาศ ความเร็วและทิศทางลม เป็นต้น ซึ่งความแตกต่างของคุณลักษณะของสถานที่ที่ศึกษา อาจทำให้ผลการศึกษาของ Study site ที่นำมาปรับใช้กับ Policy Site ในการคำนวณผลกระทบเชิงปริมาณเกิดความคลาดเคลื่อนในผลการศึกษาได้

3.1 พื้นที่ศึกษา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แบ่งประเด็นของพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของพื้นที่รวบรวมซากมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน ใช้พื้นที่ของเทศบาลนครสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลเมืองพัทลุง เทศบาลเมืองสะเดาและเทศบาลเมืองบ้านพรุ เนื่องจากมีบ่อฝังกลบมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล และส่วนของพื้นที่ที่ใช้ในการประเมินผลกระทบวงนอกจะใช้พื้นที่ของเทศบาลนครภูเก็ต เนื่องจากมีการดำเนินการระบบเตาเผามูลฝอย จึงเกิดผลกระทบวงนอกอยู่จริง โดยผู้วิจัยจะเสนอประเด็นพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 3.1.1 พื้นที่ที่รวบรวมซากมูลฝอยเพื่อผลิตเชื้อเพลิงพลังงาน และ 3.1.2 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากโรงเตาเผาเทศบาลนครภูเก็ต โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 พื้นที่ที่รวบรวมซากมูลฝอยเพื่อผลิตเชื้อเพลิงพลังงาน

- ระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลนครสงขลา
- ระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลนครหาดใหญ่
- ระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพัทลุง
- ระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองบ้านพรุ
- ระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองสะเดา

3.1.2 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากโรงเตาเผาเทศบาลนครภูเก็ต

สำหรับในภาคใต้พบว่ามีเฉพาะเทศบาลนครภูเก็ตเท่านั้นที่มีการดำเนินระบบกำจัดมูลฝอยโดยเตาเผาเพื่อเชื้อเพลิงพลังงาน จึงมีผลกระทบวงนอกทั้งส่วนที่เป็นผลกระทบทางบวกและผลกระทบวงนอกทางลบเกิดขึ้นอยู่จริง ดังนั้นในการพิจารณาผลกระทบวงนอกที่เกิดจากเตาเผามูลฝอยจึงต้องใช้พื้นที่ศึกษาที่เทศบาลนครภูเก็ต

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นลักษณะการประเมินผลกระทบวิธีทุติยภูมิ ที่เรียกว่าการโอนประโยชน์ (Secondary Valuation Method: Benefits Transfer) ซึ่งเป็นการนำผลการศึกษาจากพื้นที่หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับอีกพื้นที่หนึ่ง โดยมีขั้นตอนการโอนผลประโยชน์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเลือก Study site โดยพยายามเลือกการศึกษาที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติของพื้นที่ที่กำลังศึกษา Policy Site โดยพิจารณา

ที่ตั้งเตาเผามูลฝอย ของเทศบาลนครภูเก็ต สภาพภูมิอากาศ อากาศค่อนข้างร้อน ลมพัดผ่านตลอดเวลา เนื่องจากได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะทำให้เกิดฝนตกและคลื่นลมแรงทางฝั่งทะเลอันดามัน และอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจึงทำให้มีฝนตกชุกตลอดทั้งปี ที่ตั้งของโรงเตาเผา อยู่ในบริเวณบ้านแหลมชั่น เป็นพื้นที่ความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบลวิชิต โดยที่ตั้งเตาเผามีพื้นที่ติดกับทะเล ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบต่ำและติดป่าชายเลน

ที่ตั้งเตาเผามูลฝอย ของเทศบาลนครสงขลา ตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมเมืองร้อน มีลมมรสุมพัดผ่านประจำทุกปี คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากการกำหนดข้อสมมติการวิจัยโดยผู้วิจัยกำหนดให้ตั้งโรงเตาเผาอยู่ที่ตำบลเกาะแต้ว พื้นที่ด้านหนึ่งยาวขนานกับชายฝั่งทะเล โดยผู้วิจัยกำหนดข้อสมมติการวิจัยให้โรงเตาเผาอยู่ในบริเวณเดียวกับระบบกำจัดมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา ลักษณะภูมิประเทศ เป็นพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มสลับกับที่ราบดอนและมีพื้นที่ติดกับทะเล

เมื่อพิจารณา Study site คือ ที่ตั้งเตาเผามูลฝอยเทศบาลนครภูเก็ต และ Policy Site คือที่ตั้งเตาเผามูลฝอยเทศบาลนครสงขลา ในการเลือกใช้ข้อมูลเพื่อประมาณการผลกระทบสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณพบว่า ลักษณะทางภูมิอากาศและภูมิประเทศ คล้ายกันทั้งในแง่ของอากาศและสภาพที่ตั้ง กล่าวคือ เป็นสภาพภูมิอากาศค่อนข้างร้อน แต่เนื่องจากได้รับอิทธิพลของลมมรสุมจึงทำให้มีฝนตกชุกตลอดทั้งปี โดยเริ่มจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน เป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะทำให้เกิดฝนตกและคลื่นลมแรงทางฝั่งทะเลอันดามันและอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ทางฝั่งทะเลอ่าวไทย

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2549) จากข้อสมมติการวิจัยที่ผู้วิจัยกำหนดให้ตั้งโรงเตาเผาของเทศบาลนครสงขลา มีพื้นที่เดียวกับระบบกำจัดมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลาที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งมีพื้นที่ติดกับทะเล เช่นเดียวกับที่ตั้งเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ต หรือขนาดและประเภทของเตาเผาที่ผู้วิจัยกำหนดใช้ประเภทและกำลังการเผาของเตาเผาของเทศบาลนครสงขลาเป็นแบบเดียวกับเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ต และในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยไม่ได้นำค่าความเข้มข้นของมลสารที่เข้าสู่ร่างกายมาพิจารณา เนื่องจากไม่มีการเก็บข้อมูลไว้

ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้เลือกการศึกษาที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติของพื้นที่ที่กำลังศึกษาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดความแตกต่างในคุณลักษณะของพื้นที่ทั้งสองแห่งให้น้อยที่สุด เพื่อผลการศึกษาที่ใช้เทคนิคการโอนประโยชน์จะมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การปรับมูลค่า ผู้วิจัยได้เลือกการปรับมูลค่าโดยวิธีการโอนสมการ โดยการปรับค่าตัวแปรในสมการโดยใช้ค่าตัวแปรจริงของพื้นที่ที่กำลังศึกษา ได้แก่การปรับรายได้ ขนาดพื้นที่ จำนวนประชากร อธิบายเชิงพรรณนาในระดับการศึกษาของประชากร (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) ปรับมูลค่าตามผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด (GPP)

1. แปลงมูลค่าต้นทุนของสุขภาพอนามัยให้เป็นสัดส่วน (เปอร์เซ็นต์) ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด (GPP) เป็นการคิดสัดส่วนว่าค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของรายได้ประชาชาติในระดับจังหวัด

2. ปรับค่าสัดส่วนต่อ GPP เพื่อเป็นมูลค่าต้นทุนของสุขภาพอนามัยสำหรับประชาชนในพื้นที่จังหวัดสงขลา

ข) ปรับมูลค่าตามขนาดประชากรที่เป็นจริงในพื้นที่จังหวัดสงขลา

เมื่อทำการปรับมูลค่าตามผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด (GPP) และขนาดประชากรเป็นค่าของจังหวัดสงขลา จะได้มูลค่าต้นทุนของสุขภาพอนามัยของจังหวัดสงขลา ซึ่งวิธีการนี้จะมีความแม่นยำกว่าการนำค่าที่คำนวณไว้ในสถานที่อื่นมาใช้กับสถานที่ที่กำลังศึกษาโดยตรง

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยจะคำนวณค่าต่อหน่วยเวลา

- ค่าที่คำนวณได้นำมาคูณจำนวนคนที่ได้รับผลกระทบ

ขั้นที่ 4 คำนวณมูลค่าคิดลด

- คำนวณมูลค่าคิดลดทั้งหมด
- คำนวณมูลค่าคิดลดของความเสียหายและผลประโยชน์ด้วยการใช้อัตราคิดลดที่เหมาะสม ตามระยะเวลาในการวิเคราะห์โครงการ 20 ปี

ดังนั้นสภาพพื้นที่ของสถานที่ตั้งโรงเตาเผาเทศบาลนครภูเก็ต จึงมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ในงานวิจัยอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของผลกระทบวงนอกจากระบบกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนอรายละเอียดสภาพพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งของโรงเตาเผาเทศบาลนครภูเก็ต ดังนี้

โรงเตาเผามูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ต สถานที่ตั้ง คือหมู่ 1 บ้านนาบอนใต้ ถนนรัตนโกสินทร์ 200 ปี ตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต มีพื้นที่ภายในโรงเตาเผาทั้งหมด 43, 000 ตารางเมตร แสดงดังภาพประกอบ 3-1

ภาพประกอบ 3-1 สถานที่ตั้งระบบกำจัดมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ต
ที่มา: www.phuketcity.go.th/html/incinerator/pm_inc01.html (2006)

ปัจจุบัน ตำบลวิชิตแบ่งเป็น 9 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 1 บ้านนาบอนใต้ หมู่ที่ 2 บ้านแหลมชั่น หมู่ที่ 3 บ้านตีนเขา หมู่ที่ 4 บ้านระแงง หมู่ที่ 5 บ้านชิดเชี่ยว หมู่ที่ 6 บ้านบ่อแร่ หมู่ที่ 7 บ้านอ่าวมะขาม หมู่ที่ 8 บ้านแหลมพันวา และหมู่ที่ 9 บ้านท่าแครงบน

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยคือ ครัวเรือนที่ได้รับมลพิษจากเตาเผามูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต ที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เพื่อจะนำไปประเมินมูลค่าผลกระทบวงนอก ประเด็นสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยผู้วิจัยได้หาระยะความเข้มข้นของมลสารที่ถูกปล่อยออกมาจากเตาเผา คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยหลักการของ GUSSIAN DISTRIBUTION ซึ่งสามารถจะนำมาศึกษาเพื่อคาดคะเนการกระจายตัวของมลสารได้ การพิจารณาขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ เพื่อกำหนดกลุ่มประชากร มีขั้นตอนในการศึกษา ดังนี้

การพิจารณาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศที่เกิดจากเตาเผามูลฝอย ซึ่งมลพิษจากเตาเผาถูกปล่อยออกมาทางปล่องควัน โดยปล่องควันอยู่เหนือระดับพื้นดิน เป็นลักษณะการปล่อยออกมาแบบต่อเนื่องในรูปของพลูม (Plume) (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543) คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยหลักการของ GUSSIAN DISTRIBUTION สามารถจะนำมาศึกษาเพื่อคาดคะเนการกระจายตัวของมลสารได้ (ธนาคม วิรุฬห์สุนทรกุลม, 2533) แสดงดังสมการ 3-1

$$X(x, y, z, H)=\frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z U}\times[e^{(-\frac{y^2}{2\sigma_y{}^2})}]\times[e^{(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z{}^2})}+e^{(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z{}^2})}] \quad \text{..... 3-1}$$

$[e^{(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z{}^2})}]$ เทอมแรกในวงเล็บก้ามปูที่ 2 แทนการกระจายของมลสารจากปล่องควันโดยตรง ส่วนเทอมท้ายแทนการกระจายซึ่งเกิดจากการสะท้อนกลับของมลสารจากพื้นดิน

X คือ ค่าความเข้มข้น ณ จุดใด ๆ หน่วยเป็น กรัมต่อลบ.ม.

x คือ ระยะทางตามทิศทางลม จากแหล่งต้นกำเนิดมลสารไปยังแหล่งรองรับมลสาร หน่วยเป็นเมตร

y คือ ระยะทางที่แหล่งรองรับมลสารในแนวราบและตั้งฉากกับทิศทางลม หน่วยเป็นเมตร

z คือ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของแหล่งรองรับมลสาร หน่วยเป็นเมตร

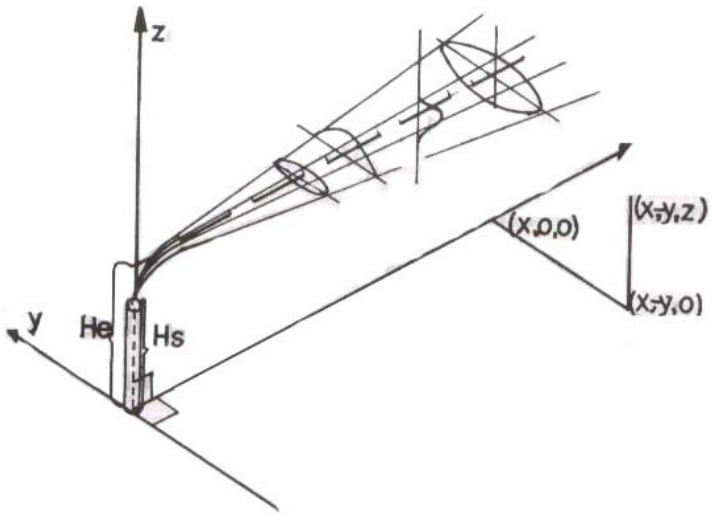
H คือ ความสูงของปล่องควัน หน่วยเป็นเมตร

Q คือ อัตราการปล่อยมลสาร หน่วยเป็นกรัม/วินาที

U คือ ความเร็วลมที่ระดับยอดปล่องควันโรงเตาเผา หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

σ_y, σ_z คือ สัมประสิทธิ์การกระจายในแกน y และ z หน่วยเป็นเมตร

ในกรณีของพลูม ความเข้มข้นของมลสารจะขึ้นอยู่กับการกระจายในทิศทางขวางลม การพาในทิศทางตามลม และความเข้มข้นของมลสารที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด ดังนั้นจะเห็นว่าการกระจายตัวของพลูมในทิศทางขวางลมเป็นแบบเกาส์เสียน สามารถจำลองพลูมเป็นเกาส์เสียนฟังก์ชัน ทั้งทางแนวดิ่ง z และแนวนอน y ดังแสดงในภาพประกอบ 3-2



ภาพประกอบ 3-2 ระบบโคออร์ดิเนทแสดงการกระจายแบบเกาส์เสียน ในแนวนอนและแนวดิ่ง
ที่มา: Briggs (1969)

ก่อนที่จะได้ตัวแปรที่จะนำมาใช้งานในสูตร จำเป็นต้องทราบข้อมูลประกอบต่างๆ ดังนี้

(1) อัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากข้อมูลของเทศบาลนครภูเก็ต (2548) ที่ตรวจวัด SO_2 จากปล่องควัน มีค่า 2 ppm. แต่ผู้วิจัยต้องใช้ค่าอัตราการปล่อยมลสาร ที่มีหน่วยเป็นกรัมต่อวินาที ดังนั้นจึงต้องหาความหนาแน่น จากนั้นนำค่าความหนาแน่นที่ได้คูณกับอัตราการไหล หน่วยเป็นกรัมต่อวินาที จึงได้ค่าอัตราการปล่อยมลสารหน่วยเป็นกรัมต่อวินาที แสดงการคำนวณ ดังนี้

การเปลี่ยนหน่วย ppm. เป็น $\mu g / m^3$ โดยใช้สูตร (Seinfeld, 1975)

$$\text{conc. in } \mu g / m^3 = \frac{\text{molecular weight}}{0.0245} \text{ [conc. in ppm.]}$$

$$SO_2 \ (\mu g / m^3) = \frac{64}{0.0245} * 2$$

$$= 5{,}224.489 \ \mu g / m^3$$

ความเข้มข้นของ SO_2 เท่ากับ 5,224.489 $\mu g / m^3$

อัตราการไหล = ความเร็วของอากาศในปล่องควัน*พื้นที่ปากปล่องควัน

= 5.21 m/s* $\pi(0.56)^2$ m^2

= 5.21 m^3/s

ฉะนั้น อัตราการปล่อยมลสาร = 5,224.489 $\mu g / m^3$ *5.21 m^3/s

= 27,219.56 $\mu g / s$

ดังนั้น อัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เท่ากับ 27,219.56 $\mu g / s$

หรือ 27.22*10^{-3} g / s

(2) ความเร็วลมที่ระดับยอดปล่องควันโรงเตาเผา ในปี พ.ศ. 2548 จังหวัดภูเก็ต มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5 เมตรต่อวินาที ที่ความสูง 50 เมตร (กองพัฒนาพลังลมและแสงอาทิตย์, 2548) และความสูงของปล่องควันของโรงเตาเผา เทศบาลนครภูเก็ต สูงเท่ากับ 59 เมตร ซึ่งความเร็วลมเฉลี่ยที่ความสูงของปล่องควัน คำนวณด้วยสูตร แสดงดังสมการ 3-2

$$\bar{\mu}_H = \bar{\mu}_0 \left(\frac{H}{Z_0} \right)^n \qquad \text{..... 3-2}$$

โดยที่ $\bar{\mu}_H$ คือ ความเร็วลมเฉลี่ยที่ความสูงของปล่องควัน H หน่วยเป็น m/s

$\bar{\mu}_0$ คือ ความเร็วลมเฉลี่ยที่ความสูง Z_o ที่วัดได้ หน่วยเป็น m/s

n คือ เลขยกกำลังแสดงสภาพของบรรยากาศ (n=0.25 สำหรับบรรยากาศแบบไม่คงตัว)

หาความเร็วลม ณ ปล่องควัน ที่สูง 59 เมตร

$$\bar{\mu}_{59} = 5\left(\frac{59}{50} \right)^{0.25}$$

$$\bar{\mu}_{59} = 5.21 \text{ m/s}$$

หาความเร็วลมที่ 10 เมตร

$$\bar{\mu}_H = \bar{\mu}_0 \left(\frac{H}{Z_0} \right)^n$$

$$5.21 = \bar{\mu}_0 \left(\frac{59}{10_0} \right)^{0.25}$$

$$\bar{\mu}_0 = 3.34$$

ดังนั้น ความเร็วลมที่ความสูง 10 เมตร เท่ากับ 3.34 เมตร/วินาที

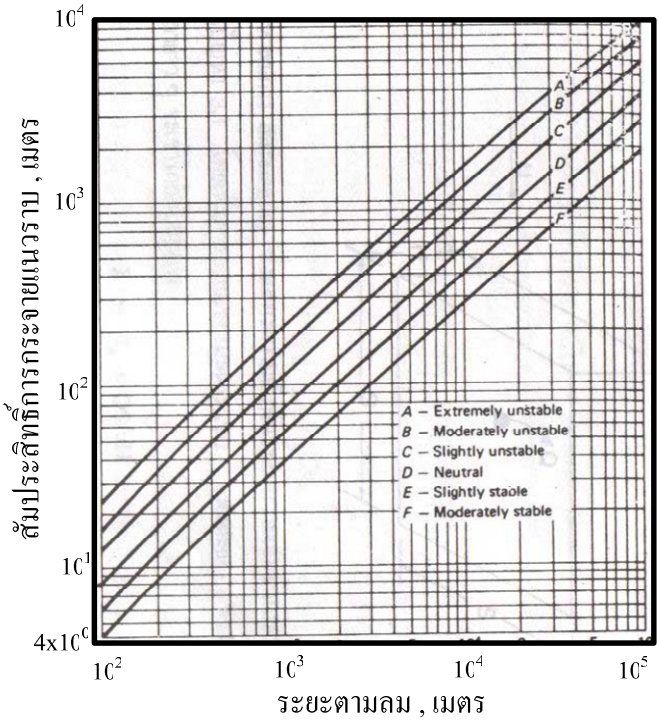
พิจารณาความเร็วลม 3.34 เมตรต่อวินาที ที่ความสูง10 เมตร โดยดูค่าดังแสดงในตาราง 3-1 เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z

ตาราง 3-1 การแบ่งชนิดการคงตัว (stability) ของบรรยากาศ

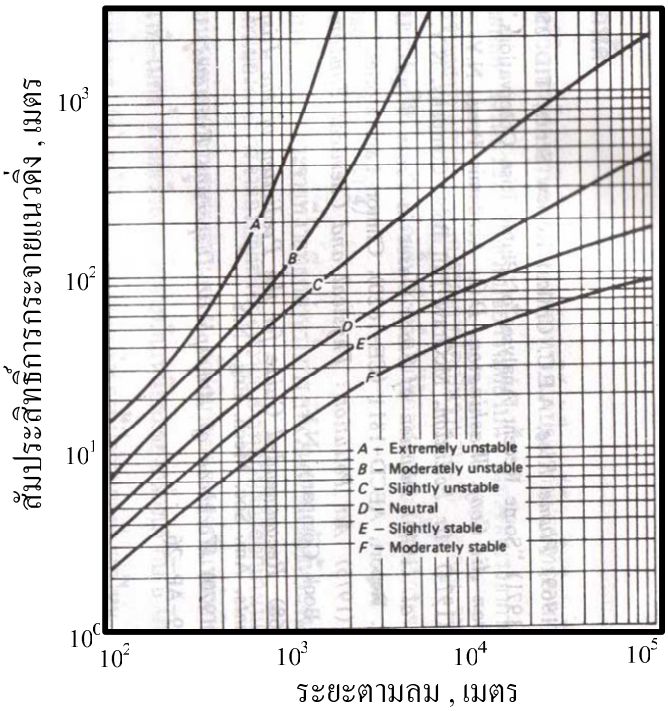
ความเร็วลมที่ความสูง 10 เมตร (เมตร/วินาที)	**กลางวัน การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์**			**กลางคืน**	
	แรง	**ปานกลาง**	**น้อย**	**เมฆมากหรือเมฆระดับต่ำ 4/8**	**เมฆ 3/8**
<2	A	A – B	B	-	-
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

ที่มา: วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ (2543)

(3) ขั้นตอนการคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z ในการที่จะหาสัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z จะต้องทราบข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยและการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ของจังหวัดภูเก็ต เพื่อที่จะหาการแบ่งชนิดการคงตัว (stability) ของบรรยากาศ ซึ่งในปี พ.ศ. 2548 จังหวัดภูเก็ตมีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5 เมตรต่อวินาที ที่ความสูง 50 เมตร (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2548) คำนวณได้เป็นความเร็วลม 3.34 เมตรต่อวินาที ที่ความสูง 10 เมตร เมื่อพิจารณาตาราง 3-1 พบว่า มีค่าความเร็วลมที่ความสูง 10 เมตร ตกอยู่ในช่วง 3-5 การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เมื่อพิจารณาจังหวัดภูเก็ตมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีสูง มีช่วงท้องฟ้าโปร่งทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์สามารถส่องลงมาได้มาก (ปราโมทย์ โศจิศุภร และศุภิชัย ตั้งใจตรง, 2547) การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ผู้วิจัยจึงพิจาณากรณี stability class เป็นแบบ B ดังนั้นจึงหาสัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z โดยการใช้สัมประสิทธิ์การกระจาย แสดงดังภาพประกอบ 3-3 และภาพประกอบ 3-4



ภาพประกอบ 3-3 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การกระจายแนวราบกับระยะทางตามลมจากแหล่งกำเนิด
ที่มา: Turner (1970)



ภาพประกอบ 3-4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การกระจายแนวดิ่งกับระยะทางตามลมจากแหล่งกำเนิด
ที่มา: Turner (1970)

ผู้วิจัยพิจารณาระยะทางจากปล่องควันตั้งแต่ 0.1 ถึง 5 กิโลเมตร ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z ดังแสดงในตาราง 3-2 พิจารณาการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ กรณี stability class เป็นแบบ B

ตาราง 3-2 สัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z

ระยะ (ม.)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
σ_y	19	36	52	68	82	98	112	130	140
σ_z	11	20	30	40	50	62	74	84	100

ระยะ (ม.)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
σ_y	160	230	290	360	430	490	560	620	660
σ_z	110	170	220	300	360	440	500	590	650

ที่มา: จากการคำนวณ (2549)

(4) การลอยขึ้นของพลูม ระยะที่พลูมลอยขึ้นทางแนวดิ่ง เรียกว่า พลูมไรส์ (Plume rise) ในการคำนวณหาความเข้มข้นในการกระจายของมลสาร สมมติว่าการกระจายเริ่มต้นที่จุดเหนือปล่องไฟที่ความสูงประสิทธิ์ของปล่องไฟหรือผลรวมของความสูงของปล่องไฟไฟกับระยะลอยขึ้นของพลูม แสดงดังสมการ 3-3

$$He = H_s + \Delta H \qquad \text{..... 3-3}$$

โดยที่ He คือ ความสูงประสิทธิ์ของปล่องไฟ

H_s คือ ความสูงของปล่องไฟ หน่วยเป็นเมตร

ΔH คือ ระยะลอยขึ้นของพลูม

สำหรับเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ต มีระยะลอยขึ้นของพลูมเนื่องจากแรงลอยตัว สภาพบรรยากาศมีสภาพไม่คงตัวของสะเทิน ดังนั้นระยะลอยขึ้นของพลูม แสดงดังสมการ 3-4

$$\Delta H = 150\frac{F_b}{u^3} \qquad \text{..... 3-4}$$

โดยที่ F_b คือ แรงลอยตัว

u คือ ความเร็วลมที่บรรยากาศ สำหรับพื้นที่ที่มีอากาศร้อน

ความเร็วลมปานกลางจะมีค่าประมาณ 5-7 m/s ในที่นี้กำหนดเป็น 6 m/s

$$F_b = g * u_s * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * \frac{T_s - T_a}{Ta}$$

โดยที่ g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก เท่ากับ 9.8 m/s^2

u_s คือ ความเร็วของอากาศเสียที่ปล่องควัน เท่ากับ 5.21 m/s

D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของปล่องควันเท่ากับ 1.12 m.

T_a คือ อุณหภูมิของก๊าซที่ปากปล่องควัน เท่ากับ 135^0 C

T_s คือ อุณหภูมิของก๊าซที่ปากปล่องควัน เท่ากับ 30^0 C

แทนค่าในสมการ $F_b = g * u_s * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * \frac{T_s - T_a}{Ta}$

จะได้ $F_b = 9.81 * 5.12 * \left(\frac{1.12}{2}\right)^2 * \frac{408 - 303}{303}$

$F_b = 833.15$

หาค่า ΔH จากสมการ $\Delta H = 150\frac{F_b}{u^3}$

จะได้ $\Delta H = 150\frac{833.15}{6^3}$

$\Delta H = 3.86$

หาค่า *He* แทนค่าในสูตร $He = H_s + \Delta H$

จะได้ $He = 59 + 3.86$

$He = 62.86$ m

(5) หาความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ระยะทางต่างๆ ได้โดยการแทนค่าลงในสมการ GUSSIAN DISTRIBUTION โดยที่

Q มีค่าเท่ากับ $27.22*10^{-3}$ g/s

σ_y, σ_z ดูค่าตามตาราง 3-2

x = ระยะทางจากต้นกำเนิดมลพิษ ถึงแหล่งรองรับมลพิษ (กม.) Z = 1.5 เมตร

$\bar{u}_H$ = 5.21 เมตรต่อวินาที

แยกเป็นกรณี ดังนี้

A1. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 100 เมตร

$$X(100,0,1.5,62.86)=\frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(19)(11)(5.21)}e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{19}\right)^2\right]}\left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{11}\right)^2\right)}+e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{11}\right)^2\right)}\right)\right]$$

$$=8.43*10^{-13}\ g/m^3$$

A2. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 200 เมตร

$$X(200,0,1.5,62.86)=\frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(36)(20)(5.21)}e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{36}\right)^2\right]}\left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{20}\right)^2\right)}+e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{20}\right)^2\right)}\right)\right]$$

$$=1.7*10^{-8}\ g/m^3$$

A3. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 300 เมตร

$$X(300,0,1.5,62.86)=\frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(52)(30)(5.21)}e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{52}\right)^2\right]}\left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{30}\right)^2\right)}+e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{30}\right)^2\right)}\right)\right]$$

$$=1.19*10^{-7}\ g/m^3$$

A4. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 400 เมตร

$$X(400,0,1.5,62.86)=\frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(68)(40)(5.21)}e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{68}\right)^2\right]}\left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{60}\right)^2\right)}+e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{60}\right)^2\right)}\right)\right]$$

$$=1.78*10^{-7}\ g/m^3$$

A5. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 500

เม $X(500,0,1.5,62.86)=\frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(82)(50)(5.21)}e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{82}\right)^2\right]}\left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{50}\right)^2\right)}+e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{50}\right)^2\right)}\right)\right]$

$$=1.84*10^{-7}\ g/m^3$$

.....

.....

.....

A13. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 2.5 กิโลเมตร

$$X(2{,}500, 0, 1.5, 62.86) = \frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(360)(300)(5.21)} e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{360}\right)^2\right]} \left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{300}\right)^2\right)} + e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{300}\right)^2\right)}\right) \right]$$

$$= 1.5*10^{-8} \ g/m^3$$

A14. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 3 กิโลเมตร

$$X(3{,}000, 0, 1.5, 62.86) = \frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(430)(360)(5.21)} e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{430}\right)^2\right]} \left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{360}\right)^2\right)} + e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{360}\right)^2\right)}\right) \right]$$

$$= 1.1*10^{-8} \ g/m^3$$

A15. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 3.5 กิโลเมตร

$$X(3{,}500, 0, 1.5, 62.86) = \frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(490)(440)(5.21)} e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{490}\right)^2\right]} \left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{440}\right)^2\right)} + e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{440}\right)^2\right)}\right) \right]$$

$$= 7.64*10^{-9} \ g/m^3$$

A16. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 4 กิโลเมตร

$$X(4{,}000, 0, 1.5, 62.86) = \frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(560)(500)(5.21)} e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{560}\right)^2\right]} \left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{500}\right)^2\right)} + e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{500}\right)^2\right)}\right) \right]$$

$$= 5.89*10^{-9} \ g/m^3$$

A17. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 4.5 กิโลเมตร

$$X(4{,}500, 0, 1.5, 62.86) = \frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(620)(590)(5.21)} e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{620}\right)^2\right]} \left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{590}\right)^2\right)} + e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{590}\right)^2\right)}\right) \right]$$

$$= 4.52*10^{-9} \ g/m^3$$

A18. ระยะห่างจากบ่อฝังกลบ 5 กิโลเมตร

$$X(5{,}000, 0, 1.5, 62.86) = \frac{27.22*10^{-3}}{2\pi(660)(650)(5.21)} e^{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{0}{660}\right)^2\right]} \left[\left(e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5-62.86}{650}\right)^2\right)} + e^{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{1.5+62.86}{650}\right)^2\right)}\right) \right]$$

$$= 3.86*10^{-9} \ g/m^3$$

ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งผู้วิจัยได้คำนวณตั้งแต่ระยะทาง 1 เมตรถึง 5 กิโลเมตร จากโรงเตาเผามูลฝอย มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 3-3

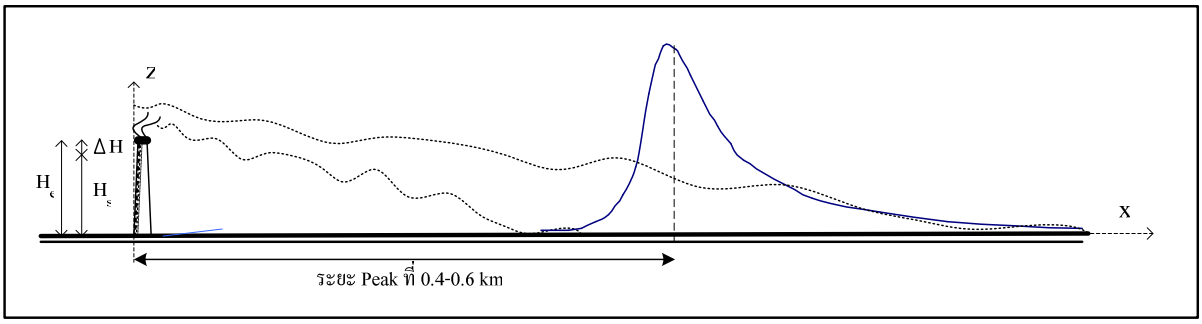
ตาราง 3-3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ระยะจากโรงเตาเผา (กม.)	**ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ก./ลบ.ม.) Stability class แบบ B**
5.0	$3.86*10^{-9}$
4.5	$4.52*10^{-9}$
4.0	$5.89*10^{-9}$
3.5	$7.64*10^{-9}$
3.0	$1.1*10^{-8}$
2.5	$1.5*10^{-8}$
2.0	$2.5*10^{-8}$
1.5	$3.9*10^{-8}$
1.0	$8.0*10^{-8}$
0.9	$9.7*10^{-8}$
0.8	$1.15*10^{-7}$
0.7	$1.39*10^{-7}$
0.6	$1.64*10^{-7}$
0.5	$1.84*10^{-7}$
0.4	$1.78*10^{-7}$
0.3	$1.19*10^{-7}$
0.2	$1.7*10^{-8}$
0.1	$8.43*10^{-13}$

ที่มา: จากการคำนวณ (2549)

จากมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2524) พบว่าค่ามาตรฐานของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ $3.0*10^{-4}$ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณาระยะทางจากเตาเผา พบว่าทุกระยะทางที่คำนวณภายในระยะ 1 – 5 กิโลเมตร ไม่มีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลไฟด์ไดออกไซด์ที่เกินมาตรฐานกำหนด

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของมลสารที่ปล่อยจากเตาเผา พบว่า 300 เมตรถึง 3 กิโลเมตร เป็นช่วงที่มีความเข้มข้นของมลสารสูง แสดงดังภาพประกอบ 3-5 แต่เพื่อให้การประเมินมีความครอบคลุมมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้กำหนดพื้นที่ที่จะสำรวจเพื่อประเมินผลกระทบวงนอกต่อสุขภาพจากมลสารที่เกิดจากเตาเผาตั้งแต่ต้นกำเนิดมลพิษจนถึง 3 กิโลเมตรหรือภายในรัศมี 3 กิโลเมตร รอบๆ เตาเผา



ภาพประกอบ 3-5 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
ที่มา: จากการวิจัย (2549)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดพื้นที่ศึกษาของการวิจัยนี้ โดยหมู่บ้านที่อยู่ในบริเวณรัศมี 3 กิโลเมตร รอบๆ โรงเตาเผา ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านนาบอนใต้ หมู่ที่ 6 บ้านแร่ หมู่ที่ 9 บ้านท่าแครงบน ตำบลวิชิต และบางส่วนตำบลตลาดเหนือ แสดงดังภาพประกอบ 3-6

ภาพประกอบ 3-6 พื้นที่หมู่บ้านรัศมี 3 กิโลเมตร รอบๆ โรงเตาเผาที่ได้รับผลกระทบ
ที่มา: www.googleearth.com (2006)

โดยหมู่บ้านที่อยู่ในบริเวณรัศมี 3 กิโลเมตรรอบๆ โรงเตาเผา ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านนาบอนใต้ หมู่ที่ 6 บ้านแร่ หมู่ที่ 9 บ้านท่าแครงบน ตำบลวิชิต และตำบลตลาดเหนือ จังหวัดภูเก็ต จำนวน 2,445 ครัวเรือน (สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดภูเก็ต, 2548) จำนวนครัวเรือนที่อาศัยในพื้นที่หมู่ที่ 1, 6, 9 ตำบลวิชิต และตำบลตลาดเหนือบางส่วน ดังแสดงในตาราง 3-4

ตาราง 3-4 จำนวนครัวเรือนที่อาศัยในพื้นที่หมู่ที่ 1, 6, 9 ตำบลวิชิต และตำบลตลาดเหนือบางส่วน

หมู่บ้าน	จำนวนประชากร (ครัวเรือน)
หมู่ที่ 1 ต.วิชิต	1,047
หมู่ที่ 6 ต.วิชิต	304
หมู่ที่ 9 ต.วิชิต	218
ตำบลตลาดเหนือ	876
รวม	**2,445**

ที่มา : สำนักงานพัฒนาสังคมและสวัสดิการจังหวัดภูเก็ต (2548)

3.2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างจากประชากร คำนวณโดยใช้สูตรของ Taro Yamane (อ้างถึงใน บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2543)

สูตร $n = \frac{N}{1 + Ne^2}$

โดยที่ e แทน ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน ขนาดของประชากร

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยกำหนดให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 5 หรือ 0.05

และการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวคิดของ Taro Yamane ควรพิจารณาถึงปัจจัยเหล่านี้ คือ (ชัยสิทธิ์ เฉลิมมีประเสริฐ, ม.ป.ป.)

- พิจารณาว่าจะให้ความเชื่อมั่นเป็นร้อยละ 95 หรือร้อยละ 99
- ต้องสามารถประมาณขนาดของประชากร (N) ได้
- กำหนดความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยยอมรับได้

3.2.2 การหาสัดส่วนกลุ่มตัวอย่าง สามารถหาได้ดังนี้

ถ้าขนาดประชากร 2,445 ครัวเรือน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 182 ครัวเรือน

ถ้าขนาดประชากร 100 ครัวเรือน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง $= \frac{182*100}{2,445} = 7.464$

ดังนั้น ขนาดกลุ่มตัวอย่างของครัวเรือนในพื้นที่หมู่ที่ 1, 6, 9 และตำบลตลาดเหนือบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 7.464 ตามสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละหมู่บ้านจากการคำนวณโดยเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างสามารถแสดงขนาดกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนตามหมู่บ้านได้ ดังแสดงในตาราง 3-5

ตาราง 3-5 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างพื้นที่หมู่ที่ 1, 6, 9 ตำบลวิชิต และตำบลตลาดเหนือ

หมู่บ้าน	จำนวนประชากร (ครัวเรือน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (ครัวเรือน)
หมู่ที่ 1 ต.วิชิต	1,047	78
หมู่ที่ 6 ต.วิชิต	304	23
หมู่ที่ 9 ต.วิชิต	218	16
ตำบลตลาดเหนือ	876	65
รวม	**2,445**	**182**

ที่มา: สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดภูเก็ต (2548) และจากการคำนวณ

3.2.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างที่อาศัยความน่าจะเป็น โดยใช้การสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic random sampling) หาช่วงห่างของการสุ่มโดยนำเอาจำนวนของประชากรหารด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดจุดเริ่มต้น (random start) โดยการสุ่มอย่างง่ายในหน่วยแรก และหน่วยตัวอย่างถัดไปจะบวกเพิ่มขึ้นเท่ากับช่วงห่างของการสุ่มไปเรื่อยๆ จนครบจำนวนที่ต้องการได้กลุ่มตัวอย่างของประชาชนในพื้นที่หมู่ที่ 1, 6, 9 และตำบลตลาดเหนือบางส่วนจนครบ 182 ครัวเรือน แต่จะมีการเก็บแบบสอบถามสำรองไว้ ร้อยละ 10 ของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตาราง 3-6 เมื่อเก็บรวบรวมแบบสอบถามครบแล้วก็จะคัดให้เหลือสำหรับครัวเรือน 182 ชุด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ตาราง 3-6 จำนวนแบบสอบถามที่เก็บ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	สำรองร้อยละ	รวม
ประชาชนในหมู่ที่ 1, 6, 9 ตำบลวิชิต	117	12	129
ตำบลตลาดเหนือ	65	7	72
รวม	**182**	**18**	**201**

ที่มา: จากการคำนวณ (2549)

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ วิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ให้ปรากฏในรูปตัวเงินโดยรวมผลกระทบวงนอกต่อสังคมด้วย ดังนั้นจึงต้องทำการรวบรวมข้อมูลทางด้านค่าใช้จ่าย รายรับและผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้จากการตรวจเอกสาร สำรวจ สังเกต สอบถามและสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้มีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลด้านเทคนิคเกี่ยวกับคุณสมบัติของมูลฝอย โดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.3.1 การศึกษาทางด้านเทคนิค ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการตรวจเอกสาร สำรวจ สังเกต และสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการ ดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลคุณสมบัติ องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของมูลฝอย
2) รวบรวมข้อมูลค่าความร้อน (Calorific value) ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผามูลฝอยและแปลงค่าความร้อนที่ได้เป็นหน่วยทางการเงิน

3.3.2 การศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

1) การประเมินต้นทุนและผลตอบแทนทั้งหมดของโครงการ รวมทั้งต้นทุนทางสังคม ผลประโยชน์ทางสังคม และผลกระทบวงนอกที่เกิดขึ้น ทั้งทางด้านบวกและด้านลบ ดังแสดงในตาราง 3-7
2) ทำการกลั่นกรองผลกระทบวงนอก โดยใช้หลักเกณฑ์การกลั่นกรองของกองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540) และได้ผลการกลั่นกรองดังแสดงในตาราง 3-8 และตาราง 3-9

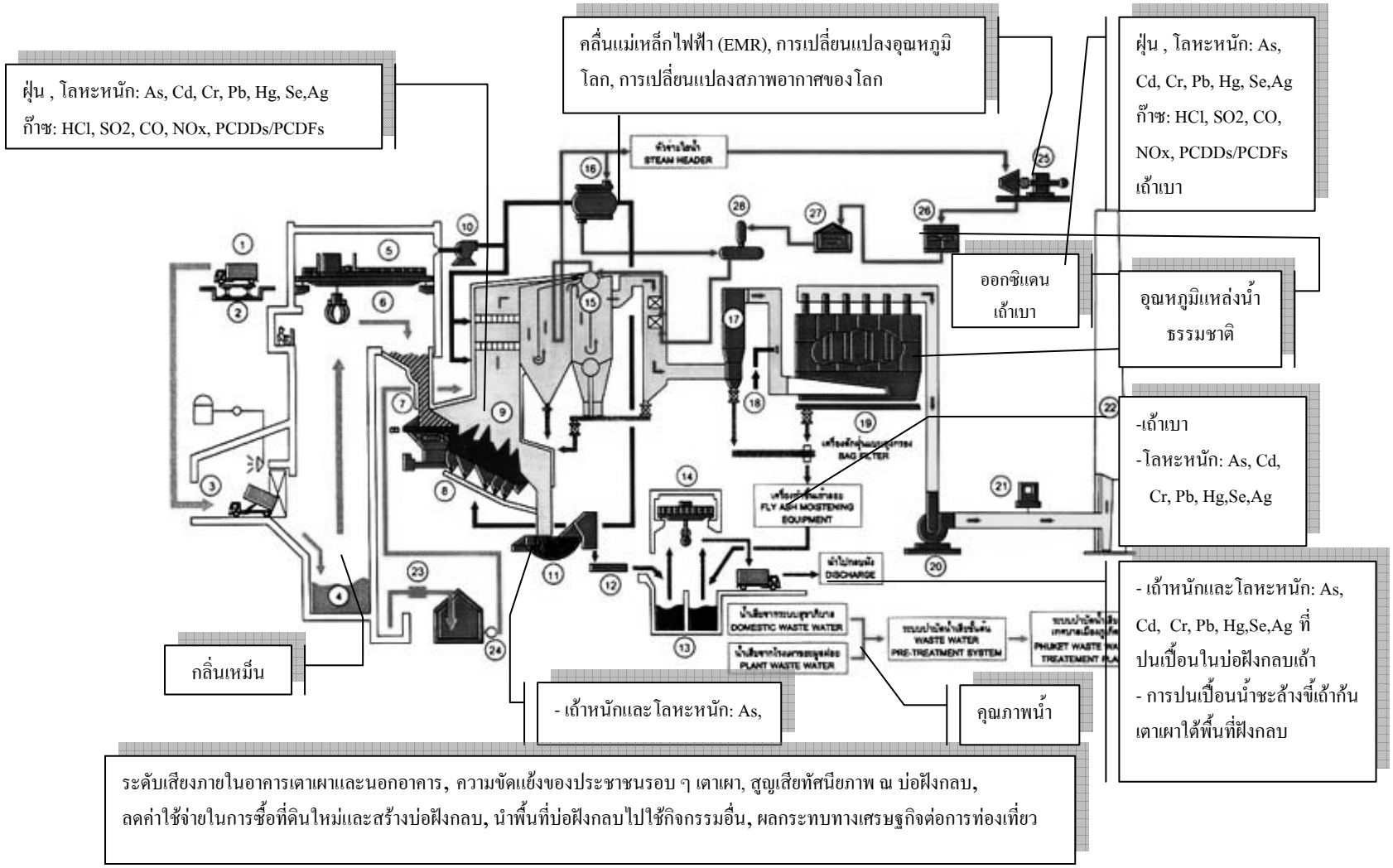
3.3.3 สร้างแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.4 ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการกลั่นกรอง ดังแสดงในตาราง 3-10

ตาราง 3-7 รายการต้นทุนและผลประโยชน์ทั้งหมดของโครงการ

รายการต้นทุนทั้งหมดของโครงการ	**รายการผลประโยชน์ทั้งหมดของโครงการ**
1.ต้นทุนคงที่ (ดูภาคผนวก ฉ) - อาคารเตาเผามูลฝอย - บ่อรับมูลฝอย - ระบบเตาเผามูลฝอย - ระบบควบคุมอัตโนมัติ - ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า เทอร์ไบน์ผลิตกระแสไฟฟ้า หม้อไอน้ำ - อุปกรณ์กำจัดฝุ่น/มลสาร อุปกรณ์บำบัดน้ำเสีย - ห้องเก็บ/รวบรวมเถ้า - ห้องเครื่องจักรกล - ห้องทำงาน/ควบคุม ห้องทดลอง/วิเคราะห์ ระบบควบคุมเสียง 2. ต้นทุนผันแปร (ดูภาคผนวก ฉ) - ค่าจ้างบุคลากร - ค่าใช้สอย เช่น วัสดุสำนักงาน ค่าพาหนะ - วัสดุซ่อมบำรุง เช่น อะไหล่เครื่องยนต์ - ค่าบำรุงรักษา 3. ต้นทุนทางสังคม (ดูตาราง 3-11) - จะทำการกลั่นกรองผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต้นทุนทางสังคม	1. ผลตอบแทนโครงการ (ดูภาคผนวก ฉ) - ผลตอบแทนโดยตรงจากการขายกระแสไฟฟ้า - ค่ากำจัดมูลฝอย - ผลตอบแทนจากการขายเศษเถ้าทำเป็นวัสดุใช้งานต่อเนื่อง - ผลตอบแทนจากการขายวัสดุรีไซเคิล 2. ผลประโยชน์ทางสังคม (ดูตาราง 3-11) - จะทำการกลั่นกรองผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านผลประโยชน์ทางสังคม

การกลั่นกรองผลกระทบวงนอกสำหรับการกำจัดมูลฝอยโดยระบบเตาเผามูลฝอย จำเป็นต้องทราบกระบวนการทำงานของเตาเผาก่อน ซึ่งระบบเตาเผาขั้นตอนหลายขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทำงานของเตาเผาย่อมก่อให้เกิดของเสียเกิดขึ้น เช่น ลานเข้าเทมูลฝอย ห้องเผามูลฝอย เครื่องทำความร้อนโดยใช้ไอน้ำ หัวจ่ายไอน้ำ หรือเครื่องดักฝุ่นแบบถุงกรอง เป็นต้น และของเสียจะถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นก๊าซ สารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ สารละลายที่เป็นพิษ และอื่นๆ อีกมากมาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาจุดต่างๆ ของระบบเตาเผาที่อาจก่อให้กำเนิดปัญหามลพิษและผลกระทบวงนอกจากเตาเผามูลฝอย แสดงดังภาพประกอบ 3-7 พบว่ามีจุดที่ก่อให้เกิดมลพิษดังนี้



ภาพประกอบ 3-7 จุดกำเนิดปัญหามลพิษและผลกระทบวงนอกจากเตาเผามูลฝอย

ที่มา: ดัดแปลงจากเทศบาลนครภูเก็ต (2548)

จุดที่ 3, 4 ลานเทเข้ามูลฝอยและบ่อรับมูลฝอย เป็นพื้นที่สำหรับรถทำการถ่ายเทมูลฝอยมีบ่อรับมูลฝอย ดังนั้นมูลฝอยปริมาณมากที่เก็บรวบรวมและพักไว้ในบ่อพักมูลฝอยชั่วคราวก่อนที่จะถูกลำเลียงเข้าไปยังเตาเผาอาจก่อให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็นเน่า

จุดที่ 9, 10 ห้องเผามูลฝอยและพัดลมอัดอากาศ จะมีมลพิษที่ปล่อยออกมาเกิดจากการเผาไหม้ไม่หมด มลพิษที่เกิดขึ้น ได้แก่

- ฝุ่น เป็นปริมาณสารอนินทรีย์ซึ่งเผาไหม้ไม่หมดในเตาเผา ขนาดตั้งแต่ต่ำกว่า 1 ไมครอนจนไปถึงหลายร้อยไมครอน

-โลหะ มักจะมีสภาพเป็นอนุภาคเล็กๆ ปะปนมากับฝุ่น เช่น อาซินิค (As) แคดเมี่ยม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) โลหะบางชนิดระบายออกมาจากเตาเผาในรูปของไอปรอท (Hg)

- ก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรด ได้แก่ ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

- คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของคาร์บอน

- ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เกิดขึ้นจากการสันดาปในเตาเผาของไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศและจากองค์ประกอบมูลฝอย

- ก๊าซอินทรีย์ ได้แก่ ไดออกซิน/ฟิวแรน (PCDDs/PCDFs)

จุดที่ 11 เครื่องรับและระบายเถ้า เกิดเถ้าหนักที่เหลือจากการเผาไหม้ มีปริมาตรประมาณ 10% และน้ำหนักประมาณ 25-30% ของมูลฝอยที่ส่งเข้าเตาเผา อาจมีการปนเปื้อนของโลหะร่วมอยู่ด้วยจากการเผาที่ไม่สามารถกำจัดส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ แบเรียม ตะกั่ว โครเมียม เซลีเนียม และแคดเมียม โดยโลหะหนักเหล่านี้สามารถที่จะรวมตัวเป็นสารประกอบอยู่ในขี้เถ้าก้นเตาเผาและอาจมีความเข้มข้นในระดับที่เป็นอันตรายได้ (ธนชิต โสดสิงห์, 2542)

จุดที่ 16, 17 เครื่องทำความร้อนโดยใช้ไอน้ำและหัวจ่ายไอน้ำ โดยเครื่องทำความร้อนโดยใช้ ไอน้ำจะใช้ความร้อนจากการเผามูลฝอย ความร้อนจากเตาเผาจะถ่ายเทให้ชุดหม้อไอน้ำ เพื่อผลิต ไอน้ำ (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, 2541) และส่งไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป ด้วยอุณหภูมิของไอน้ำจากความร้อนจากการเผาไหม้ที่สูงมาก อาจก่อให้เกิดปัญหาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก

จุดที่ 18, 19 เครื่องดักฝุ่นแบบถุงกรอง ไอเสียที่ลดอุณหภูมิต่ำลงแล้วต้องถูกกำจัดมลพิษต่างๆ ก่อนที่จะระบายออกจากปล่องสู่บรรยากาศภายนอก (อดิศักดิ์ ทองไข่มุก, 2541) ก่อให้เกิดปัญหาออกซิแดนจากการกำจัด NO_x ที่ไม่สมบูรณ์และเกิดเถ้าลอยจากเครื่องดักฝุ่นแบบถุงกรองที่ระบบกำจัดก๊าซจากการเผาไหม้ โดยการพ่นสารเคมี ($Ca(OH)_2$) เข้าไปจับกับก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ 2 ตัว (So_x, NO_x) ออกจากก๊าซจากการเผาไหม้ สารที่เกิดจากการทำปฏิกิริยามีลักษณะเป็นฝุ่นเล็กๆ ก็จะถูกจับแยกจากก๊าซโดยถุงกรองรวมอยู่กับเถ้าลอย (เทศบาลนครภูเก็ต, 2547)

จุดที่ 25, 26 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบกังหันไอน้ำ ในกระบวนการนำความร้อนจากไอเสียไปทำให้น้ำร้อนหรือติดตั้งหม้อต้มน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า (อดิศักดิ์ ทองไข่มุก, 2541) กรณีที่โรงงานมีกำลังการผลิตไฟฟ้ามาก ต้องมีการติดตั้งสายไฟฟ้าขนาดใหญ่จากสายส่งของโรงงานไปยังสายไฟฟ้าของการไฟฟ้าที่โรงงานจะจำหน่าย อาจก่อให้เกิดปัญหาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก

จุดที่ 26 เครื่องทำให้อากาศเย็น ไอเสียจากการเผาไหม้มูลฝอยจะมีอุณหภูมิประมาณ 700-950 C ก่อนจะผ่านไปยังระบบกำจัดไอเสีย จะต้องทำให้เย็นลงอีกถึง 250-300 C โดยอาจใช้วิธีการพ่นน้ำโดยตรงไปยังท่อไอเสีย จะสามารถลดอุณหภูมิลงได้ตามต้องการ (อดิศักดิ์ ทองไข่มุก, 2541) ดังนั้นหากมีการปล่อยน้ำจากส่วนนี้ อาจส่งผลกระทบกับอุณหภูมิของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ปล่อยลงไปได้

จุดน้ำเสียจากโรงเผามูลฝอย น้ำเสียที่เกิดในโรงงานเตาเผา เกิดจากการล้างพื้น น้ำชะมูลฝอย ระบบกำจัดเถ้า น้ำหมุนเวียนในระบบกำจัดไอเสีย เป็นต้น

จุดเครื่องทำชิ้นเถ้าลอย เกิดเถ้าลอย ซึ่งมีขนาดเล็กและเบา กระจายออกไปพร้อมกับไอเสีย ถูกกำจัดโดยอุปกรณ์กำจัดฝุ่น และเก็บรวบรวมไว้รอกำจัดต่อไป หากอุปกรณ์กำจัดได้ไม่หมดจะก่อให้เกิดปัญหาเถ้าบินที่ฟุ้งกระจาย

จุดการนำเถ้าหนักไปฝังกลบ เถ้าหนักที่เหลือจากการเผาไหม้จะต้องมีการนำไปฝังกลบยังบ่อฝังกลบเถ้า เมื่อเถ้าหนักฝังกลบ อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในเถ้าก้นเตาออกมาสู่สิ่งแวดล้อมโดยการปนเปื้อนน้ำชะล้างได้ (พัชรินทร์ ราโช, 2544)

นอกจากนี้ยังเกิดผลกระทบจากเตาเผา ได้แก่ ระดับเสียงภายในอาคารเตาเผาและนอกอาคาร ความขัดแย้งของประชาชนรอบๆ เตาเผา การสูญเสียทัศนียภาพ ณ บ่อฝังกลบ การลดค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดินใหม่และสร้างบ่อฝังกลบ การนำพื้นที่บ่อฝังกลบไปใช้กิจกรรมอื่นและการผลกระทบทางเศรษฐกิจต่อการท่องเที่ยว

จากนั้นทำการกลั่นกรองผลกระทบวงนอก โดยใช้หลักเกณฑ์การกลั่นกรองของกองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540) ดังแสดงในตาราง 3-8 ผลการประเมินผลกระทบวงนอก (ประเมินเชิงปริมาณ) ดังแสดงในตาราง 3-9 และสรุปผลกระทบวงนอกที่จะทำการประเมินมูลค่าและวิธีการประเมิน ดังแสดงในตาราง 3-10

ตาราง 3-8 ต้นทุนวงนอกและผลประโยชน์วงนอกในระบบการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา

C/B object	ผลกระทบ
1. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	(-)
2. ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)	(-)
3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	(-)
4. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)	(-)
5. ออกซิแดน :Oxidants (ozone)	(-)
6. ไดออกซิน/ฟิวแรน(PCDDs/PCDFs)	(-)
7. เถ้าหนัก/ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ As, Cd, Cr, Pb, Hg, Se, Ag	(-)
8. ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน (PM10)	(-)
9. ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) หรือฝุ่นรวม (Total Suspended	(-)
Matter, TSP)	(-)
10. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR)	(-)
11. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลก	(-)
12. การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก	(-)
13. กลิ่นเหม็นจากอาคารเตาเผา	(-)
14. ระดับเสียงภายในอาคารเตาเผาและนอกอาคารตามแนวเขตบริเวณโรงงาน	(-)
15. อุณหภูมิแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณใกล้เคียง	(-)
16. การปนเปื้อนโลหะหนักในเถ้าก้นเตาจากบ่อฝังกลบเถ้าหนักต่อน้ำใต้ดิน	(-)
17. ความขัดแย้งของประชาชน รอบ ๆ เตาเผามูลฝอย	(-)
18. สูญเสียทัศนียภาพ ณ บ่อฝังกลบ	(-)
19. ลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินใหม่และการสร้างบ่อฝังกลบใหม่	(+)
20. นำพื้นที่บ่อฝังกลบไปดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมอื่น	(+)
21. ลดข้อขัดแย้งในการจัดหาที่ฝังกลบ	(+)
22. ลดผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุน	(+)

หมายเหตุ: (-) คือ ได้รับผลกระทบในด้านลบ

(+) คือ ได้รับผลกระทบในด้านบวก

ตาราง 3-9 ขั้นตอนการกลั่นกรองผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ผลกระทบวงนอก)

ผลกระทบ	ขั้นตอนการกลั่นกรอง				ผลการกลั่นกรอง (ดูรายละเอียดขั้นตอนการกลั่นกรองในหัวข้อ 2.3.2 การกลั่นกรองผลกระทบ)
	1	2	3	4	
1.ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	/	/	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยทำให้ประชาชนเจ็บป่วย ด้วยโรคทางเดินหายใจ ผลกระทบสามารถลดลงได้ โดยมีมาตรการควบคุมก๊าซที่ปล่อยจากปล่อง ปริมาณมลสารในก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องควันจะถูกควบคุมให้อยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินกว่าค่ากำหนด ตามค่ากำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2536) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง “กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศ ที่ระบายออกจากโรงงาน” มีการติดตั้งระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ และสามารถลดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยลดการใช้เชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์หรือกำมะถันและจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครภูเก็ต (2547) พบว่าค่ามลพิษปล่อยจากปล่องของโรงเผามูลฝอยมีค่า 260 มก./ลบ.ม. ส่วนค่ามาตรฐาน ไม่มีค่ากำหนดสำหรับโรงงานทั่วไป (ค่ากำหนดสำหรับโรงงานผลิตกรดซัลฟูริก ต้องไม่เกิน 1, 300 มก. ต่อลบ.ม.) ดังนั้นค่ามลพิษของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินมาตรฐาน
2.ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)	/	/	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยทำให้ประชาชนเจ็บป่วย ด้วยโรคทางเดินหายใจ ผลกระทบสามารถลดลงได้ โดยมีมาตรการควบคุมก๊าซที่ปล่อยจากปล่องควัน ปริมาณมลสารในก๊าซที่ปล่อยออกจากปล่องควัน จะถูกควบคุม ให้อยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินกว่าค่ากำหนด ตามค่ากำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2536) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง “กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศ ที่ระบายออกจากโรงงาน” มีการติดตั้งระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ สามารถลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เผาอุณหภูมิสูงและระยะเวลาเผาไหม้นาน และจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครภูเก็ต (2547) พบว่าค่ามลพิษปล่อยจากปล่องของโรงเผามูลฝอยมีค่า 450 มก./ลบ.ม. ส่วนค่ามาตรฐาน มีค่า 470 มก./ลบ.ม. ดังนั้นค่ามลพิษของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ไม่เกินมาตรฐาน
3.ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	/	/	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่รอบ ๆ เตาเผา อาจมีก๊าซพิษที่เผาไหม้ไม่หมด ซึ่งทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ (Allergic) ในระบบทางเดินหายใจ แต่ผลกระทบสามารถลดลงได้ โดยมีมาตรการควบคุมก๊าซที่ปล่อยจากปล่องควัน ต้องควบคุมให้อยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานอากาศ และสามารถลดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยเพิ่มอุณหภูมิในการเผาไหม้สูงตั้งแต่ 800 C ขึ้นไปและเพิ่มเวลาการเผาไหม้ จะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครภูเก็ต (2547) พบว่าค่ามลพิษปล่อยจากปล่อง 0.51 ppm. ส่วนค่ามาตรฐานมลพิษของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ปล่อยจากปล่องของโรงเผามูลฝอย ไม่มีค่ากำหนด (ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของ CO ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมงเท่ากับ 9 ppm.) ซึ่งเทศบาลนครภูเก็ต กล่าวว่าค่ามลพิษที่ตรวจวัดยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย (เทศบาลนครภูเก็ต, 2548)

ตาราง 3-9 (ต่อ)

ผลกระทบ	ขั้นตอนการกลั่นกรอง				ผลการกลั่นกรอง (ดูรายละเอียดขั้นตอนการกลั่นกรองในหัวข้อ 2.3.2 การกลั่นกรองผลกระทบ)
	1	2	3	4	
4. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)	/	/	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ผลของการได้รับสัมผัสสารในระยะสั้น จะกัดกร่อนทำลายเนื้อเยื่อในตา ไอของสารทำให้ ตา ผิวหนัง และทางเดินหายใจ เกิดการระคายเคือง การหายใจไอ สารนี้มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้หมดสติ ผลของการได้รับสัมผัสสารในระยะยาวตับและไตถูกกัดกร่อนทำลายอย่างรุนแรงสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข(2549) และจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครภูเก็ต (2547) พบว่าค่ามลพิษปล่อยจากปล่องของโรงเผามูลฝอย มีค่า 2 ppm. ส่วนค่ามาตรฐาน มีค่า 25 ppm. ดังนั้นค่ามลพิษของก๊าซก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ไม่เกินมาตรฐาน
5.ออกซิแดน :Oxidants (ozone)	/	×	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยสามารถวัดและตีค่าได้ ระดับโอโซนในบริเวณพื้นที่ถึงแม้ไม่ได้มีการประมาณไว้ แต่ระดับของไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่ปล่อยออกมาทำให้ระดับ ของ NO_x ในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น มีหลักฐานชี้แนะว่า ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอาจเกิดขึ้นที่ระดับของโอโซนต่ำกว่ามาตรฐาน และผลกระทบเหล่านี้สามารถหาปริมาณได้ (Rowe et al. 1994) ผลกระทบสามารถหาปริมาณและตีค่าได้ โดยพิจารณาระดับไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่ปล่อยออกมาจะส่งผลกระทบต่อประชาชนในบริเวณ 3 กิโลเมตร รอบ ๆ เตาเผา จากการคำนวณหลักการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากมลสารทางอากาศ ในพื้นที่รัศมีประมาณ 3 กิโลเมตร จะได้รับผลกระทบที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครภูเก็ต (2547) ภายในบริเวณ 3 กิโลเมตร รอบ ๆ โรงงาน ผู้วิจัยคิดว่ายังพอมีข้อมูลหรือข่าวสารอื่นพอเพียงที่จะนำมาประเมินได้มากกว่าการประเมินเชิงคุณภาพ ดังนั้นจึงต้องทำการประเมินต่อไป
6.ไดออกซิน/ฟิวแรน (PCDDs/PCDFs)	/	×	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	ผลกระทบต่อสุขภาพ โดยที่การเผามูลฝอยในเตาเผาที่มีวัสดุใน 3 สภาวะคือ มีสารพวกอินทรีย์คาร์บอน มีสารคลอรีนและมีผลิตภัณฑ์ที่มีสาร PCDDs/PCDFs ปะปนอยู่ จะสามารถผลิตหรือปลดปล่อย PCDDs/PCDFs สู่บรรยากาศได้ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เป็นสารสนับสนุนการเกิดมะเร็ง และมีความเป็นพิษต่อระบบประสาท และจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครภูเก็ต (2547) พบว่าค่ามลพิษปล่อยจากปล่องของโรงเผามูลฝอย มีค่า 2 $ngTEQ/Nm^3$ ส่วนค่ามาตรฐาน มีค่า 0.5 $ngTEQ/Nm^3$ ดังนั้นค่ามลพิษของไดออกซิน/ฟิวแรน เกินมาตรฐานกำหนด อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยต่อประชาชนในบริเวณ 3 กิโลเมตรรอบๆ เตาเผา จากจากการคำนวณหลักการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าพื้นที่รัศมีประมาณ 3 กิโลเมตร จะได้รับผลกระทบที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครภูเก็ต (2547) ภายในบริเวณ 3 กิโลเมตร รอบๆ โรงงาน และผู้วิจัยคิดว่ายังพอมีข้อมูลหรือข่าวสารอื่นพอเพียงที่จะนำมาประเมินได้มากกว่าการประเมินเชิงคุณภาพ ดังนั้นจึงต้องทำการประเมินต่อไป

ตาราง 3-9 (ต่อ)

ผลกระทบ	ขั้นตอนการกลั่นกรอง				ผลการกลั่นกรอง (ดูรายละเอียดขั้นตอนการกลั่นกรองในหัวข้อ 2.3.2 การกลั่นกรองผลกระทบ)
	1	2	3	4	
7. เถ้าหนัก (Bottom Ash) ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ As, Cd, Cr, Pb, Hg, Se, Ag	/	/	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สามารถลดลงได้ จากรายงานของเทศบาลนครภูเก็ต (2548) การนำเถ้าหนักไปฝังกลบตามข้อกำหนดต้องบดแน่น เมื่อเถ้าออกจากเตาจะนำไปเก็บไว้ในบ่อพัก เพื่อให้เย็นลงประมาณ 1 - 2 วัน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เถ้าที่นำไปทิ้ง มีไอน้ำระเหยจากเถ้าออกมา และจะถูกพัดพาไปบริเวณข้างเคียง ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายต่อประชาชน และจากการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในเถ้าหนักของเทศบาลนครภูเก็ต (2548) พบว่า ดัชนีตรวจวัดของ AS น้อยกว่า 0.01 mg/l , Cr น้อยกว่า 0.02 mg/l ,Pb น้อยกว่า 3.41 mg/l , Ag น้อยกว่า 0.01 mg/l ค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) ของ As, Cr, Pb, Ag เท่ากับ 5.0 mg/l ส่วนค่า Cd น้อยกว่า 0.01 mg/l, Se น้อยกว่า 0.01 mg/l ค่ามาตรฐาน Cd,Se เท่ากับ 1.0 mg/l และ Hg น้อยกว่า 0.001 mg/l ค่ามาตรฐาน Hg เท่ากับ 0.2 mg/l ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในเถ้าหนักแต่ละตัวพบว่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ เมื่อเถ้าเย็นลงก็จะขนไปยังพื้นที่ฝังกลบ โดยขนไปขณะที่มีทิศทางลมพัดจากพื้นที่ฝังกลบไปยังด้านที่ไม่มีบ้านเรือนอยู่ ทั้งนี้เพื่อว่าถ้าเถ้าบางส่วนที่อาจเย็นลงไม่มากนัก ถ้ามีไอน้ำระเหยออกมาก็จะถูกพัดพาไปในทิศทางที่ไม่มีชุมชน ดังนั้นผลกระทบมีมาตรการบรรเทา ผลกระทบสามารถลดลงได้
8.ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน (PM10)	/	×	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ จากปัญหาการฝุ่น เขม่าควัน เป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของเตาเผา กล่าวคือ ปัญหาการใช้งานของเตาเผาคือปัญหาเรื่องควันรบกวน แต่จากการตรวจสอบของเทศบาลนครภูเก็ต (2548) วัดฝุ่นละอองเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2543 ได้ 44.8 มิลลิกรัม/ลบ.เมตร และเป็นการตรวจวัดโดยบุคคลที่ 3 ส่วนมาตรฐานที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนด คือ 120 มิลลิกรัม/ลบ.เมตร ดังนั้นระดับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน (PM10) ไม่เกินค่ามาตรฐาน
9.ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) หรือ ฝุ่น รวม (Total Suspended Matter, TSP)	/	×	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ระดับฝุ่นทั้งหมด (TSP) ส่งผลเสียต่อสุขภาพ สามารถผ่านเข้าไปถึงทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมปอด ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจและโรคปอดได้ จากการตรวจวัดของเทศบาลนครภูเก็ต (2548) คุณภาพอากาศในบริเวณ 1 กิโลเมตร รอบ ๆ โรงเผา จากการเก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 12 ม.ค.-14 ม.ค. 2548 มีค่าเฉลี่ย 0.032 mg/m. ส่วนค่ามาตรฐานตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 วันที่ 17 เมษายน 2538 เท่ากับ 0.33 mg/m ดังนั้นระดับฝุ่นทั้งหมด (TSP) ไม่เกินค่ามาตรฐาน

ตาราง 3-9 (ต่อ)

ผลกระทบ	ขั้นตอนการกลั่นกรอง				ผลการกลั่นกรอง (ดูรายละเอียดขั้นตอนการกลั่นกรองในหัวข้อ 2.3.2 การกลั่นกรองผลกระทบ)
	1	2	3	4	
10.คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR)	×	ไม่แน่ใจ	/		ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เพิ่มอัตราความเจ็บป่วย ความเป็นอยู่ของมนุษย์ การใช้ทรัพยากร แต่ผลกระทบยังไม่แน่นอน หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีผลสรุปที่แน่ชัด ผลกระทบมีความไม่แน่นอนสูงหรือมีความอ่อนไหวต่อการวัดปริมาณ (S_3) ในเรื่องผลต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์ จากการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR) (Nair *et al* 1989, Odoenalam, USEPA 1992 ง่าย ดังนั้นจึงควรทำการประเมินผลกระทบตรงส่วนนี้ในเชิงคุณภาพ
11.การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลก	×	ไม่แน่ใจ	/		ผลกระทบไม่แน่นอน จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมไม่ได้มีการวัดปริมาณของผลกระทบ ดังนั้นจึงควรทำการประเมินผลกระทบตรงส่วนนี้ในเชิงคุณภาพ
12.การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก	×	ไม่แน่ใจ	/		ความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ผลกระทบยังไม่แน่นอน หรือมีความอ่อนไหวต่อการวัดปริมาณ แต่มีการประเมินค่าความเสียหายของประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ผลยังมีความไม่แน่นอนค่อนข้าง ดังนั้นจึงควรทำการประเมินผลกระทบตรงส่วนนี้ในเชิงคุณภาพ
13.กลิ่นเหม็นจากอาคารเตาเผา	/	×	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบสามารถลดลงได้ หลักการทำให้อากาศไหลผ่านจากภายนอกอาคารเตาเผา เข้าสู่ภายในอาคารทางเดียว โดยการติดตั้งปลายท่อดูดอากาศเพื่อป้อนเข้าสู่เตาเผา ไว้บริเวณเหนือบ่อรับมูลฝอย ซึ่งอยู่ภายในอาคาร เมื่อพัดลมดูดอากาศทำงาน อากาศจากบริเวณดังกล่าว จะถูกดูด แล้วส่งเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ซึ่งกลิ่นจะถูกทำลายด้วยความร้อนภายในเตา และจากการดำเนินโรงเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 จนถึงปัจจุบันยังไม่ได้รับการร้องเรียนจากประชาชนรอบ ๆ เตาเผามูลฝอย ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ประเมินในส่วนนี้ เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็ก
14.ระดับเสียงภายในอาคารเตาเผาและนอกอาคารตามแนวเขตบริเวณโรงงาน	/	×	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบสามารถลดลงได้ โดยมีการตั้งข้อกำหนดไว้ว่าระดับเสียงจากระบบเตาเผามูลฝอย จากการตรวจวัดของเทศบาลนครภูเก็ต (2548) พบว่าระดับเสียงดังภายในอาคาร วัด ณ จุดที่มีเครื่องจักรทำงาน เช่น motor side, Boiler House, Ash extractor ตรวจวัดตั้งแต่วันที่ 11 มี.ค.47 ถึงวันที่ 3 ก.พ.48 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 78 เดซิเบล ค่ามาตรฐานเสียงภายในโรงงานไม่เกิน 80 เดซิเบล และระดับเสียงดังนอกอาคารที่แนวเขตบริเวณโรงงานตรวจวัดตั้งแต่วันที่ 11 มี.ค.47 ถึงวันที่ 3 ก.พ.48 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 58.58 เดซิเบล ค่ามาตรฐานเสียงภายนอกโรงงานไม่เกิน 65 เดซิเบล การวัดระดับเสียงดังมีระยะห่างจากต้นกำเนิดเสียงกำหนดไว้ที่ 1 เมตร ตามมาตรฐาน ดังนั้นระดับเสียงภายในอาคารและนอกอาคารไม่เกินค่ามาตรฐานประกอบกับที่ตั้งของเตาเผามูลฝอยตั้งอยู่ห่างจากแหล่งชุมชน ผลกระทบจึงไม่รบกวนประชาชน

ตาราง 3-9 (ต่อ)

ผลกระทบ	ขั้นตอนการกลั่นกรอง				ผลการกลั่นกรอง (ดูรายละเอียดขั้นตอนการกลั่นกรองในหัวข้อ 2.3.2 การกลั่นกรองผลกระทบ)
	1	2	3	4	
15.อุณหภูมิแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณใกล้เคียง	/	×	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบจากการปล่อยน้ำเสียที่เกิดในโรงเตาเผามูลฝอย ในส่วนของน้ำหมุนเวียนในระบบกำจัดไอเสีย และไอน้ำที่ใช้ในหม้อไอน้ำ ซึ่งมีอุณหภูมิสูงมาก ประมาณ 700-950 C ก่อนที่จะผ่านไปยังระบบกำจัดไอเสีย ต้องทำให้เย็นลงอีก 250-300 C โดยวิธีการพ่นน้ำโดยตรงไปยังท่อไปเสีย สามารถลดอุณหภูมิลงได้และน้ำจะระเหยหายไป ไอเสียที่ลดอุณหภูมิแล้วจะนำไปบำบัดแล้วนำกลับไปใช้ในโรงงานอีกในส่วนของระบบการทำให้ไอเสียเย็นลงหรือในขบวนการกำจัดเถ้า ดังนั้นจะเห็นว่าน้ำที่บำบัดแล้วมักจะนำกลับไปใช้ในโรงงานอีกและส่วนหนึ่งจะส่งไปยังบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน จะเห็นว่าโดยไม่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2541)
16.การปนเปื้อนโลหะหนักในเถ้าก้นเตาจากบ่อฝังกลบเถ้าหนักต่อน้ำใต้ดิน	/	×	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์จากการเผา ไม่สามารถที่จะกำจัดส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ได้ ได้แก่ โลหะหนักต่าง ๆ สามารถจะรวมตัวเป็นสารประกอบอยู่ในขี้เถ้าก้นเตาเผาและอาจมีความเข้มข้นในระดับที่เป็นอันตรายได้ ธนชิต โสดสิงห์ (2542) ศึกษาความเป็นพิษของโลหะหนักในน้ำชะล้างเถ้าก้นเตา เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของโลหะหนักจากน้ำชะล้างของเสียอันตรายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แบเรียม ตะกั่ว โครเมียม เซลีเนียม และ แคดเมียม มีค่า 0.0026, 0.0011, 0.0005, 0.00039 และ 0.000013 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามาตรฐานแต่ละตัวไม่มากกว่า 1.0, 0.2, 0.75, 0.02 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนปริมาณโลหะหนักที่พบน้อยในอนุภาคเถ้าได้แก่ ปรอท 0.00147 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามาตรฐานปรอท (Mercury) ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นค่าการตรวจวัดโลหะหนักในเถ้าก้นเตาเผาจากบ่อฝังกลบเถ้าไม่มีค่าใดสูงกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด
17.ความขัดแย้งของประชาชน รอบๆ เตาเผามูลฝอย	×	×	/		ความขัดแย้งของประชาชนรอบ ๆ บริเวณโรงเผามูลฝอย ยังไม่ได้นับรวมไว้ในส่วนของต้นทุนของการสร้างโรงเผามูลฝอย และความขัดแย้งตรงส่วนนี้ก็ไม่ได้มีขนาดเล็ก และผู้วิจัยเห็นว่าปัญหาความขัดแย้งของประชาชนรอบ ๆ โรงเผามูลฝอย เป็นปัญหาความขัดแย้งระหว่างประชาชนมีความอ่อนไหวง่าย และยังไม่มีวิธีการประเมินปัญหาความขัดแย้ง ดังนั้นจึงควรประเมินผลกระทบตรงส่วนนี้ในเชิงคุณภาพ
18.สูญเสียทัศนียภาพ ณ บ่อฝังกลบ	/	×	ไม่ต้องประเมินต่อ		ผลกระทบจากการสูญเสียทัศนียภาพ ณ บริเวณโรงเผามูลฝอย เนื่องจากโรงเผามูลฝอยที่จะเกิดขึ้น มีที่ตั้งบริเวณเดียวกันกับระบบกำจัดมูลฝอยเทศบาลนครสงขลา ดังนั้นเมื่อจะเกิดโครงการเตาเผามูลฝอยขึ้นในบริเวณเดียวกันจะไม่ส่งผลกระทบต่อการสูญเสียทัศนียภาพ ผลกระทบที่เกิดค่อนข้างน้อย

ตาราง 3-9 (ต่อ)

ผลกระทบ	ขั้นตอนการกลั่นกรอง				ผลการกลั่นกรอง (ดูรายละเอียดขั้นตอนการกลั่นกรองในหัวข้อ 2.3.2 การกลั่นกรองผลกระทบ)
	1	2	3	4	
19.ลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินใหม่และการสร้างบ่อฝังกลบใหม่	×	×	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	การเตรียมที่ดินเพื่อทำเป็นบ่อฝังกลบรองรับมูลฝอยและการสร้างบ่อฝังกลบใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เป็นเรื่องที่เทศบาลซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีบทบาทหน้าที่โดยตรงในการจัดการมูลฝอย ดังนั้นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินและการสร้างบ่อฝังกลบใหม่ ยังไม่ได้รวมไว้เป็นผลประโยชน์ในโครงการ และผลประโยชน์ในส่วนนี้ก็ไม่ได้มีขนาดเล็กเนื่องจากเทศบาลต้องจัดสรรงบประมาณจำนวนมากเพื่อดำเนินการดังกล่าว ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นสามารถวัดปริมาณและตีค่าได้ และผู้วิจัยคิดว่ายังพอมีข้อมูลหรือข่าวสารอื่นพอเพียงที่จะนำมาประเมินได้มากกว่าการประเมินเชิงคุณภาพ
20.นำพื้นที่บ่อฝังกลบไปดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมอื่น	×	×	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	กรณีที่ในอนาคตไม่ต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่เพิ่มเติมสำหรับทำเป็นหลุมฝังกลบ เนื่องจากใช้วิธีการกำจัดมูลฝอยโดยการเผา ทำให้พื้นที่บริเวณนั้นสามารถที่จะนำไปใช้ให้เกิดคุณประโยชน์อีกมาก และผลประโยชน์ในส่วนนี้ก็ไม่ได้มีขนาดเล็กเนื่องจากพื้นที่สำหรับทำเป็นหลุมฝังกลบต้องใช้เนื้อที่จำนวนมาก ถ้านำไปทำโครงการหรือกิจกรรมอื่นๆ ย่อมมีประโยชน์เกิดขึ้น ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นสามารถวัดปริมาณและตีค่าได้และผู้วิจัยคิดว่ายังพอมีข้อมูลหรือข่าวสารอื่นพอเพียงที่จะนำมาประเมินได้มากกว่าการประเมินเชิงคุณภาพ
21.ลดข้อขัดแย้งในการจัดหาพื้นที่ฝังกลบ	×	×	/		การหมุนเวียนใช้พื้นที่บ่อฝังกลบที่มีอยู่เดิม โดยไม่ต้องจัดสรรพื้นที่สำหรับทำบ่อฝังกลบใหม่ จะสามารถลดข้อขัดแย้งของประชาชนที่อยู่รอบ ๆ บริเวณใกล้เคียง เนื่องจากพื้นที่ที่เป็นบ่อฝังกลบจะกลายเป็นสภาพพื้นที่ที่มีคุณค่าต่ำ ไม่เหมาะสมที่จะนำที่ดินที่เป็นบ่อฝังกลบซึ่งใช้เต็มพื้นที่เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรม ซึ่งเป็นอาชีพหลักของชาวบ้าน และผลประโยชน์ส่วนนี้ก็ไม่ได้เล็ก เนื่องจากพื้นที่บ่อฝังกลบใช้พื้นที่มากกว่า 100 ไร่ ขึ้นไป จึงมีอาณาเขตของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นบริเวณกว้าง การลดขัดแย้งในการจัดหาที่ฝังกลบมีความอ่อนไหว จึงควรประเมินผลกระทบตรงส่วนนี้ในเชิงคุณภาพ
22.ลดผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุน	×	×	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ	กรณีที่ในอนาคตไม่ต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่บ่อฝังกลบ เนื่องจากใช้วิธีการกำจัดมูลฝอยโดยการเผา ทำให้สามารถลดผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุน เช่น สุขภาพอนามัย ปัญหาน้ำใต้ดิน,กลิ่นเหม็น, การสูญเสียทัศนียภาพและคุณภาพสิ่งแวดล้อม,การเปลี่ยนแปลงในด้านการประกอบอาชีพและการใช้ประโยชน์ที่ดิน และจากงานวิจัยของ พิณทิพย์ ศรีสมัย (2548) ได้ประเมินมูลค่าของผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุน เป็นมูลค่ารวม 200,787,089.10 บาทต่อปี ผลประโยชน์มีมูลค่าที่สูงมาก ซึ่งผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นสามารถวัดปริมาณและตีค่าได้และผู้วิจัยคิดว่ายังพอมีข้อมูลหรือข่าวสารอื่นพอเพียงที่จะนำมาประเมินได้มากกว่าการประเมินเชิงคุณภาพ

ตาราง 3-10 สรุปผลกระทบวงนอกที่จะทำการประเมินมูลค่าและวิธีการประเมิน (ประเมินเชิงปริมาณ)

ผลกระทบ	วิธีประเมิน
1.ต้นทุนด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน	ประเมินโดยใช้วิธีทรัพยากรมนุษย์ (Human Capital Approach) รวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจโรคที่เกิดจากออกซิแดนและไดออกซินโดยสอบถามประชาชนที่อาศัยรอบๆ รัศมี 3 กิโลเมตรของโรงเตาเผา ว่าเคยเป็นโรคเหล่านั้นหรือไม่ ถ้าเคยเป็นก็ทำการประเมิน โดยดูค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลจากโรคเหล่านั้น และรายได้ที่ขาดหายไปจากการหยุดทำงาน เนื่องจากไม่สบายจากโรคนั้นๆ โดยใช้สูตร ต้นทุนจากสุขภาพอนามัย = [(ค่ารักษาพยาบาล + ค่าเดินทางไปรักษาพยาบาล) + (ค่าเสียโอกาสของรายได้ × จำนวนวันที่ป่วย)] × อัตราการเจ็บป่วยจากโรคต่างๆ ต่อปี (รายละเอียดในหัวข้อ 4.3.3 ต้นทุนผลกระทบวงนอก)
2.ผลประโยชน์วงนอกด้านการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินใหม่และการสร้างบ่อฝังกลบใหม่	ประเมินโดยสอบถามงบประมาณในการจัดซื้อที่ดินและการสร้างบ่อฝังกลบจากเทศบาลทั้ง 5 แห่ง เนื่องจากการเตรียมการที่ดินดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอีกประมาณ 20–25 ปี ข้างหน้า และทำการปรับในอนาคตให้เป็นมูลค่าในปัจจุบัน (รายละเอียดในหัวข้อ 4.4.3 ผลประโยชน์วงนอก) คำนวณโดยใช้สูตร $PV = \frac{F}{(1+r)^t}$ เมื่อ PV: มูลค่าในปัจจุบัน F: มูลค่าในอนาคต r: อัตราส่วนลด t: ปีต่าง ๆ โดยที่ค่า F คำนวณจากงบประมาณที่ต้องเตรียมจัดซื้อที่ดินและสร้างบ่อฝังกลบ
3.ผลประโยชน์วงนอกด้านการนำพื้นที่บ่อฝังกลบเดิมไปดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมอื่น	ประเมินโดยใช้วิธีค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) เพื่อประเมินดูค่าเสียโอกาสในการนำพื้นที่ไปใช้สร้างบ่อฝังกลบแทนที่จะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น (รายละเอียดในหัวข้อ 4.4.3 ผลประโยชน์วงนอก)
4. ผลประโยชน์วงนอกด้านการลดต้นทุนผลกระทบวงนอกจากบ่อฝังกลบ	ประเมินโดยเทคนิคการโอนประโยชน์ Benefit Transfer Approach โดยนำมูลค่าผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุนจากงานวิจัยของพิณทิพย์ ศรีสมัย (2548) ที่ได้ทำการประเมินมูลค่าของเทศบาลนครสงขลาจากบ่อฝังกลบ มาปรับใช้กับเทศบาลทั้ง 5 แห่ง (รายละเอียดในหัวข้อ 4.4.3 ผลประโยชน์วงนอก)

3.4 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามขึ้นมา 1 ชุด คือ แบบสอบถามครัวเรือนในพื้นที่หมู่ที่ 1, 6, 9 ตำบลวิชิตและตำบลตลาดเหนือ (ภาคผนวก ก) จำนวน 182 ตัวอย่าง โดยแบบสอบถามดังกล่าวประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และส่วนที่ 2 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์โดยตรงโดยใช้ระยะเวลาในการสัมภาษณ์ 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นำมาคำนวณมูลค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม ประเด็นของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ สอบถามและสัมภาษณ์ นำมาตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์รวมกับข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งอื่นๆ ด้วย โดยคำนวณค่าในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Excel และการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ (cost-benefit analysis) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Excel ในการคำนวณด้วยเช่นกัน ในการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ปัจจุบันสุทธิใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์โครงการ 20 ปี และใช้อัตราคิดลดแบบ real discount rate ร้อยละ 12 มีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity analysis) เป็นกรณีต่างๆ คือ (1) กรณีต้นทุนเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5-30% ของต้นทุนทั้งหมด และผลประโยชน์คงที่ (2) กรณีต้นทุนคงที่และผลประโยชน์เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5-30% ของผลประโยชน์ทั้งหมด (3) กรณีต้นทุนคงที่และผลประโยชน์ลดลง ตั้งแต่ 5-30% ของผลประโยชน์ทั้งหมด (4) กรณีที่ต้นทุนเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5-30% ของต้นทุนทั้งหมดและผลประโยชน์ลดลง ตั้งแต่ 5-30% ของผลประโยชน์ทั้งหมด (5) กรณีกำลังเตาเผาเป็น 150 ตันต่อวัน (6) กรณีคิดสัดส่วนของวัสดุรีไซเคิลเป็น 20 % และ 10%