

# การใช้ลิกไนต์และเชื้อเพลิงผสมระหว่างลิกไนต์กับกะลาปาล์ม ในหม้อไอน้ำ

## Using Lignite and Mixture of Lignite and Palm Shell as Fuels in a Steam Boiler

วรัญญู ปัตตประกร

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

### บทคัดย่อ

โรงงานหลายแห่งได้นำชีวมวลมาผสมกับถ่านหินเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่าย โดยใช้ระบบการเผาไหม้และระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่มีอยู่เดิม เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนลิกไนต์มีค่าความร้อนสูงกว่ากะลาปาล์ม กรณีที่นำเชื้อเพลิงทั้งสองมาผสมกัน สามารถประมาณค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมได้ด้วยสมการเส้นตรง จากองค์ประกอบของถ่านหินไปหาแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling โดยใช้สมการ Alkaki Index (AI) และ Bed Agglomeration Index (BAI) พบว่าทั้งลิกไนต์และกะลาปาล์มมีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling ทั้งนี้ผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องระบายอากาศเสียพบว่าเมื่อใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง ค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างลิกไนต์และกะลาปาล์ม (80:20) ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองเกินมาตรฐาน จากแบบจำลอง METI-LIS (Ministry of Economy, Trade and Industry Low Rise Industrial Source Dispersion Model) พบว่าในกรณีใช้เชื้อเพลิงผสมจะมีการกระจายตัวของฝุ่นละอองกว้างกว่าการใช้เชื้อเพลิงลิกไนต์อย่างเดียว ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ทางการเกษตรทำให้มีผลกระทบต่อชุมชนไม่มากนัก ทั้งนี้ถ้าทางโรงงานจะใช้เชื้อเพลิงผสมต่อเนื่องควรที่จะเพิ่มประสิทธิภาพหรือติดตั้งระบบบำบัดฝุ่นละอองเพิ่มเติม เพื่อให้ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองอยู่ในระดับมาตรฐาน

**คำสำคัญ:** กะลาปาล์ม, Slagging, Fouling, ฝุ่นละออง, METI-LIS

## Abstract

Many industries have been using a mixture of biomass and coal directly without any modifications of their combustion systems and pollution control devices. The heating value of lignite is slightly higher than that of palm-oil shell while the heating value of the mixed fuel could be predicted by using a linear equation. The oxide compositions of ash were analyzed and used to evaluate slagging and fouling propensity by empirical equations including alkali index (AI) and bed agglomeration index (BAI). It was found that the use of both lignite and palm-oil shell had a tendency to cause slagging and fouling problems. From the stack sampling, the concentration of particulate matter, sulfur dioxide and oxides of nitrogen met the emission standard when lignite was used as a fuel. However, the concentration of particulate matter exceeded the emission standard when the fuel used was the mixture of lignite and palm-oil shell with the ratio of 80 to 20 by weight. METI-LIS Model (Ministry of Economy, Trade and Industry Low Rise Industrial Source Dispersion Model) was used to evaluate the dispersion of emissions, especially particulate matter. Particulate matters from using lignite as a fuel spread wider than that from using the mixed fuel. However, the dispersion area was the agricultural site which might have lower impact to the nearby community. If the industry would like to use this mixed fuel, pollution control devices should be modified or new devices for particulate removal should be installed in order to meet the emission standard.

**Keywords:** Palm-oil Shell, Slagging, Fouling, Particulate Matters, METI-LIS

## 1. บทนำ

ประเทศไทยซึ่งมีผลิตผลทางการเกษตรมากมายหลายชนิด ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวหรือป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมแล้วจะมีเศษหรือวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตรอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งชีวมวลเหล่านี้มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหมุนเวียนให้กับเตาเผาเพื่อผลิตไอน้ำหรือผลิตกระแสไฟฟ้า ในส่วนของภาครัฐเองก็มีนโยบายสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนซึ่งชีวมวลเป็นส่วนหนึ่งได้รับความสนใจ โดยภาครัฐตั้งเป้าว่าจะต้องมีการใช้พลังงานหมุนเวียนจาก 4% ในปี พ.ศ. 2549 เป็น 8% ในปี พ.ศ.2554 [1] ทั้งนี้การนำชีวมวลซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากภาคเกษตรมาใช้ก็ยังคงมี

ปัญหา เช่น ปริมาณชีวมวลบางประเภทขึ้นกับฤดูกาล ต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บเป็นบริเวณกว้าง มีผลกระทบต่อห้องเผาไหม้หรือระบบแลกเปลี่ยนความร้อน รวมไปถึงมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ เป็นต้น ทำให้มีงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบจากการใช้ชีวมวลประเภทต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิด Slagging และ Fouling เช่น Jenkins และคณะ (1998) ศึกษาถึงผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงที่หลากหลายต่อการเผาไหม้ พบว่าองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ในเชื้อเพลิงมีผลต่อการเกิด Slagging และ Fouling โดยประมาณการเกิด Slagging และ Fouling จาก Alkali Index (AI) และ

Base to Acid Ratio ( $R_{b/a}$ ) นอกจากนี้การชะล้างสารอนินทรีย์ด้วยน้ำจะช่วยปรับปรุงอุณหภูมิของการหลอมตัวของเถ้าได้ [2] D. Vamula และ D. Zografos (2004) ได้ทำการศึกษาลักษณะของเถ้าชีวมวลที่เกิดขึ้น โดยอาศัยดัชนีชี้วัดการเกิด Slagging และ Fouling คือ ค่า AI,  $R_{b/a}$  และ Bed Agglomeration Index (BAI) และ รวมทั้งหาค่าความร้อนของชีวมวลชนิดต่าง ๆ เช่น เปลือกผลโอลีฟ ไม้ต้นโอลีฟ ไม้ซีดริส เป็นต้น โดยพบว่าชีวมวลเหล่านี้มีค่าความร้อนสูงแต่มีองค์ประกอบในเถ้าที่สามารถละลายน้ำได้ง่าย [3] นอกจากนี้ชีวมวลจากผลโอลีฟและเปลือกไม้ต้นโอลีฟ ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อห้องเผาไหม้ คือทำให้เถ้าจับตัวเป็นก้อน ซึ่งใช้ค่า BAI เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีในการศึกษาของ Vamvuka และคณะ (2007) [4] สำหรับตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ Higashino และคณะ (2007) ได้ทำนายการแพร่กระจายของ 1,3-butadiene ในอากาศบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมในจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศญี่ปุ่น โดยใช้แบบจำลอง METI-LIS จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ของจังหวัด Yokkaichi มีความเข้มข้น 1,3-butadiene ตลอดปีเท่ากับ 1.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าจังหวัด Ichihara, Kawasaki และ Shunan ซึ่งเป็นแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมเหมือนกัน [5] ในงานวิจัยนี้จะศึกษาผลจากการใช้ถิกไนต์และเชื้อเพลิงผสมระหว่างถิกไนต์และกลาปาล์ม ทั้งในด้านการให้ความร้อน ผลกระทบต่อการทำงานของหม้อไอน้ำมลพิษทางอากาศที่ปล่อยจากโรงงานและการแพร่กระจายมลพิษไปยังชุมชน

## 2. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยจะทำการศึกษาทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและรวบรวมข้อมูลจากโรงงานรวมทั้งชุมชนโดยรอบ โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ

### ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

#### 2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเชื้อเพลิง

องค์ประกอบที่วิเคราะห์ ได้แก่ ร้อยละความชื้น วิเคราะห์ตามวิธี ASTM D 3173 ร้อยละเถ้า วิเคราะห์ตามวิธี ASTM D 3174 โดยทำการเผาที่อุณหภูมิ  $750^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 2 ชั่วโมงหรือจนมวลคงที่ ร้อยละสารระเหย วิเคราะห์ตามวิธี ASTM D 3175 โดยทำการเผาที่อุณหภูมิ  $950^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 6-7 นาที (ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง) ร้อยละคาร์บอนคงตัวหาโดยการนำร้อยละของความชื้น เถ้า และสารระเหยหักออกจากค่า 100 สำหรับค่าความร้อนของเชื้อเพลิงใช้เครื่อง Bomb Calorimeter วิเคราะห์ตามวิธี ASTM D 2015 และวิเคราะห์องค์ประกอบในเถ้าของเชื้อเพลิง โดยใช้เครื่อง XRF (X-Ray Fluorescence Analyzer)

#### 2.2 การประเมินการเกิด Slagging และ Fouling

ในการประเมินการเกิด Slagging และ Fouling จะใช้ดัชนี Alkali Index (AI) และ Bed Agglomeration Index (BAI) ในการประเมินแนวโน้มการเกิด Slagging และ Fouling เพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อเพลิงหรือเชื้อเพลิงผสมที่ให้ความร้อนในการเผาไหม้ในปริมาณที่เท่ากัน และพิจารณาการหลอมรวมกันของเถ้า ดังสมการ (1) และ (2)

$$AI = \frac{kg(K_2O + Na_2O)}{GJ} \quad (1)$$

ถ้าค่า AI อยู่ในช่วง 0.17 - 0.34 kg/GJ

อาจจะมีการเกิด Slagging และ Fouling

ถ้าค่า AI มากกว่า 0.34 kg/GJ มีแนวโน้มใน

การเกิด Slagging และ Fouling แน่แน่นอน [3]

$$BAI = \frac{\%(Fe_2O_3)}{\%(K_2O + Na_2O)} \quad (2)$$

ถ้าค่า BAI น้อยกว่า 0.15 เบนสามารถจับตัว

เป็นก้อน [3]

ทั้งนี้ในการประเมินแนวโน้มการเกิด

Slagging และ Fouling มีดัชนีที่ใช้อีกหลากหลายเช่น

Base to Acid Ratio ( $R_{b/a}$ ), Silica/Alumina Ratio,

Slagging Index, Fouling Index และ Active Alkaline

เป็นต้น

## ส่วนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลจากโรงงานและชุมชนโดยรอบ

โรงงานที่ศึกษาเป็นโรงงานฟอกย้อมยีนส์และเสื้อผ้า ในเขตจังหวัดปทุมธานี โดยจัดเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก มีหม้อไอน้ำขนาด 10 ตันไอน้ำ สำหรับผลิตไอน้ำเพื่อป้อนให้กับกระบวนการผลิต โดยหม้อไอน้ำจะประกอบสองส่วนหลัก คือ ส่วนการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งเชื้อเพลิงหลัก คือ ลิกไนต์ซึ่งนำเข้าจากประเทศอินโดนีเซีย นอกจากนี้ได้มีการนำกะลาปาล์มจากภายในประเทศมาผสมในสัดส่วน ลิกไนต์ 80% กับกะลาปาล์ม 20% โดยน้ำหนัก เพื่อลดค่าใช้จ่าย อีกส่วนหนึ่งคือระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนจากการเผาไหม้เพื่อนำความร้อนมาถ่ายเทให้กับน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำสำหรับป้อนให้กับหน่วยผลิต ซึ่งเถ้าหนักจากการเผาไหม้จะถูกแยกออกทางด้านล่างของห้องเผาไหม้ สำหรับเถ้าลอยและ

ถ้าจากการเผาไหม้จะผ่านสู่ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่ทางโรงงานติดตั้งไว้ ตามลำดับดังนี้ อากาศเสียจากห้องเผาไหม้จะถูกกำจัดฝุ่นละอองขนาดใหญ่โดยชุดไซโคลนจากนั้นผ่านถึงน้ำเพื่อกำจัดฝุ่นละอองที่มาจากโรงเผาไหม้เป็นครั้งที่สอง สำหรับพื้นที่โดยรอบ โรงงานยังคงมีพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ มีโรงงานและชุมชนกระจายตัวอยู่บ้าง ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพถ่ายจากมุมบนแสดงพื้นที่โดยรอบโรงงานที่ทำการศึกษา

## 2.3 การตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องระบายอากาศเสีย

การตรวจวัดความเข้มข้นมลพิษทางอากาศจากปล่องระบายอากาศเสีย ได้แก่ ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โดยใช้วิธีการตรวจวัดตามที่กรมควบคุมมลพิษเสนอ [6] โดยสรุปวิธีการตรวจวัดแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องตามวิธีที่เสนอแนะโดยกรมควบคุมมลพิษ

| ดัชนี                                   | วิธีการตรวจวัด                             |
|---|--|
| ฝุ่นละออง (Total Suspended Particulate) | Isokinetic Sampling/<br>Gravimetric Method |

**ตารางที่ 1** วิธีการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องตามวิธีที่เสนอแนะโดยกรมควบคุมมลพิษ (ต่อ)

| ดัชนี   | วิธีการตรวจวัด  |
|---|---|
| ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> )                | Impinger Absorption/<br>Barium-Thorin Titration<br>method |
| ออกไซด์ของไนโตรเจน(NO <sub>x</sub> as NO <sub>2</sub> ) | Vacuum Flask/<br>Phenoldisulfonic Acid<br>Method          |

#### 2.4 การประเมินมลพิษทางอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ METI-LIS Model (Ministry of Economy, Trade and Industry Low Rise Industrial Source Dispersion Model) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาจากสมการ Gaussian Plume และให้ความสำคัญผลกระทบอันเนื่องมาจากอาคารที่อยู่โดยรอบจุดปล่อยมลพิษ [7]

**ตารางที่ 2** องค์ประกอบพื้นฐานของลิแกนด์และกะลาปาล์ม

| ชนิดเชื้อเพลิง | องค์ประกอบของเชื้อเพลิง, ร้อยละโดยน้ำหนัก |      |          |              | ค่าความร้อน (kcal/kg) |
|----------------|---|------|----------|--------------|-----------------------|
|                | ความชื้น                                  | เถ้า | สารระเหย | คาร์บอนคงตัว |                       |
| ลิแกนด์        | 6.6                                       | 5.8  | 44.4     | 43.2         | 2,366                 |
| กะลาปาล์ม      | 5.8                                       | 3.0  | 70.8     | 20.4         | 1,944                 |

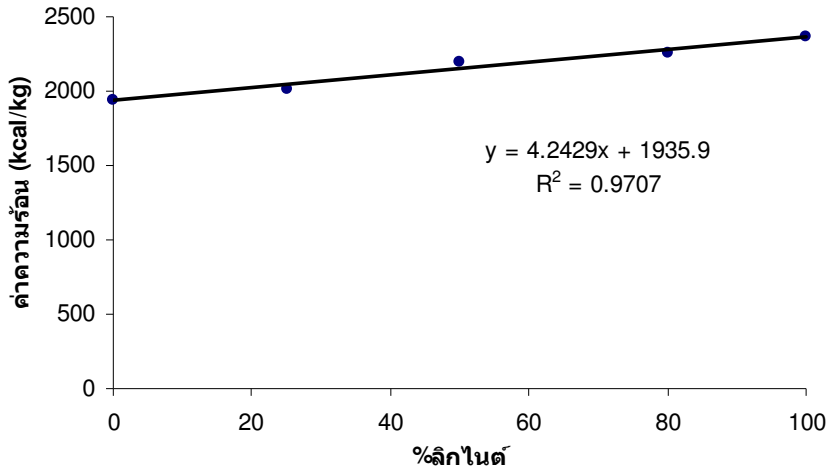
### 3. ผลการศึกษา

#### 3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชื้อเพลิง

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของลิแกนด์เทียบกับกะลาปาล์มดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 2 จะพบว่า ลิแกนด์จะมีคาร์บอนคงตัวสูงกว่าชีวมวล ในขณะที่กะลาปาล์มจะมีปริมาณสารระเหยสูงกว่า ทำให้ชีวมวลติดไฟง่ายและจะเผาไหม้ได้รวดเร็วกว่า สำหรับค่าความร้อนที่ให้ต่อหน่วยน้ำหนักของลิแกนด์จะมีค่าสูงกว่ากะลาปาล์มเล็กน้อย สำหรับเชื้อเพลิงผสมระหว่างลิแกนด์และกะลาปาล์มเมื่อสัดส่วนของกะลาปาล์มเพิ่มขึ้นค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมต่อหน่วยน้ำหนักมีค่าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้ความสัมพันธ์ของค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมสามารถประมาณได้โดยใช้สมการเส้นตรง

$$Y = 4.24X + 19356 \quad (3)$$

เมื่อ Y = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสม ในหน่วย kcal/kg และ X = เปอร์เซ็นต์ลิแกนด์ในเชื้อเพลิงผสมระหว่างลิแกนด์และกะลาปาล์ม

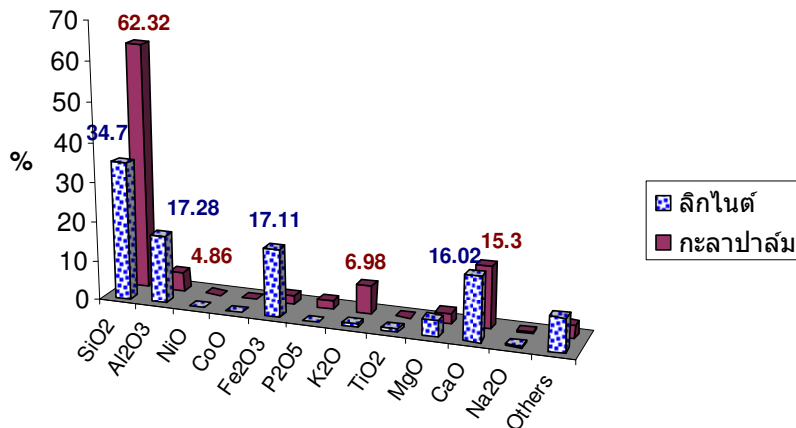


รูปที่ 2 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมระหว่างลิกไนต์และกะลาปาล์ม

### 3.2 ผลการประเมินการเกิด Slagging และ Fouling

เมื่อนำเถ้าของลิกไนต์และชีวมวลมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบออกไซด์ด้วยเครื่อง XRF ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 3 จะพบว่า ลิกไนต์และกะลาปาล์มจะมี SiO<sub>2</sub> อยู่ในสัดส่วนที่สูงสุด แต่ในกะลาปาล์มจะมีอยู่สูงกว่า คือ 62.32% ขณะที่ลิกไนต์จะมี 34.70% สำหรับลิกไนต์องค์ประกอบหลักในลำดับรองลงมา ประกอบด้วย Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ CaO ซึ่งจะมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 16-17% สำหรับกะลาปาล์มองค์ประกอบรองลงมา ได้แก่ CaO, K<sub>2</sub>O และ

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ซึ่งจะมีค่าที่แตกต่างกันตามลำดับ จากออกไซด์ของเถ้าจะนำไปประเมินการเกิด Slagging และ Fouling โดยใช้ สมการ (1) และ (2) ผลแสดงในตารางที่ 3 จากค่า AI พบว่าลิกไนต์และกะลาปาล์มมีแนวโน้มในการเกิด Slagging และ Fouling แต่ลิกไนต์มีแนวโน้มในการเกิดมากกว่า สำหรับค่า BAI กะลาปาล์มอาจจะทำให้เบดจับตัวเป็นก้อนได้ ทั้งนี้ผลจากการประเมินคำนวณมาจากปริมาณออกไซด์ที่อยู่ในเถ้าของเชื้อเพลิงทั้งสองที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3 องค์ประกอบของสารอนินทรีย์ในเถ้าของลิกไนต์และกะลาปาล์ม

### ตารางที่ 3 การประเมินการเกิด Slagging และ Fouling โดยใช้สมการ AI และ BAI

| เชื้อเพลิง | Alkali Index (AI) | Bed Agglomeration Index (BAI) |
|------------|-------------------|-------------------------------|
| ลิกไนต์    | 0.75              | 13.37                         |
| กะลาปาล์ม  | 0.28              | 0.30                          |

### 3.3 ผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องระบายไอเสีย

ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่ปล่อยจากปล่องระบายอากาศเสียเมื่อใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง แสดงในตารางที่ 4 พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างลิกไนต์และกะลาปาล์มในสัดส่วน ลิกไนต์ 80% และกะลาปาล์ม 20% (ตารางที่ 5) ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน สำหรับค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าภายใต้สภาวะการใช้งานเหมือนกันคือผลิตไอน้ำ 10 ตันต่อชั่วโมง เมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมจะมีฝุ่นละอองที่ระบายออกจากปล่องระบายไอเสียสูงกว่าการใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงชนิดเดียว ดังนั้นถ้าโรงงานจะใช้เชื้อเพลิงผสมควรจะต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบกำจัดฝุ่นละอองที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นหรืออาจติดตั้งอุปกรณ์กำจัดฝุ่นละอองเพิ่มเติม เพื่อให้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

### ตารางที่ 4 ผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องเมื่อใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง

| ดัชนีคุณภาพอากาศ      | หน่วย     | ค่าความเข้มข้นที่ 7% O <sub>2</sub> | ค่ามาตรฐาน |
|-----------------------|-----------|-------------------------------------|------------|
| ฝุ่นละออง             | มก./ลบ.ม. | 296.8                               | 320        |
| ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ | สนล.      | 286.0                               | 700        |
| ออกไซด์ของไนโตรเจน    | สนล.      | 188.2                               | 400        |

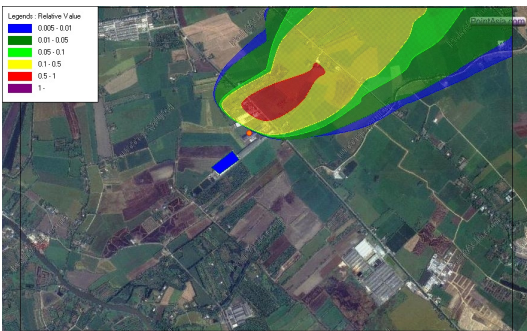
### ตารางที่ 5 ผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างถ่านหินและกะลาปาล์ม

| ดัชนีคุณภาพอากาศ      | หน่วย     | ค่าความเข้มข้นที่ 7% O <sub>2</sub> | ค่ามาตรฐาน |
|-----------------------|-----------|-------------------------------------|------------|
| ฝุ่นละออง             | มก./ลบ.ม. | 554.7                               | 320        |
| ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ | สนล.      | 43.7                                | 700        |
| ออกไซด์ของไนโตรเจน    | สนล.      | 152.7                               | 400        |

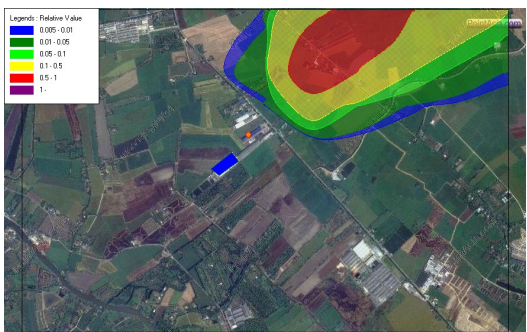
### 3.4 ผลการประเมินมลพิษทางอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับมลพิษทางอากาศ ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ MET-LIS Model และป้อนข้อมูลอุณหภูมิตามรายชั่วโมงของโรงงานรวมถึงขนาดและความสูงของอาคารต่าง ๆ

ภายในโรงงาน จากผลที่ได้จะพบว่าการกระจายของฝุ่นละอองจากโรงงานเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างลิกไนต์กับกะลาปาล์ม (รูปที่ 5) จะมีบริเวณกว้างกว่าการกระจายของฝุ่นละอองจากโรงงานเมื่อใช้เชื้อเพลิงลิกไนต์ชนิดเดียว (รูปที่ 4) โดยเฉพาะในส่วนของฝุ่นละอองมีความเข้มข้นสูง (พื้นที่สีแดง หรือพื้นที่แสดทางด้านในสุด) สำหรับทิศทางในการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือของโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนมากจะเป็นบริเวณพื้นที่ทางการเกษตร ดังนั้นทำให้มีผู้ได้รับผลกระทบต่อฝุ่นละอองน้อย แต่อย่างไรก็ตามถ้าในอนาคตมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยชุมชนหนาแน่นขึ้นอาจจะส่งผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณนี้ได้



รูปที่ 4 ภาพแสดงการกระจายของฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรมเมื่อใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 5 ภาพแสดงการกระจายของฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรมเมื่อใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างลิกไนต์กับกะลาปาล์ม

#### 4. สรุปผลการศึกษา

ค่าความร้อนของลิกไนต์และกะลาปาล์มไม่แตกต่างกันมาก ทั้งนี้ลิกไนต์จะมีสัดส่วนของคาร์บอนคงตัวมากกว่ากะลาปาล์ม ในขณะที่กะลาปาล์มจะมีสัดส่วนปริมาณสารระเหยสูงกว่า นอกจากนี้องค์ประกอบของสารอินทรีย์ในถ่านของลิกไนต์และกะลาปาล์มมีค่าแตกต่างกันซึ่งอาจจะส่งผลต่อการประเมิน Slagging และ Fouling

เมื่อนำกะลาปาล์มมาผสมร่วมกับลิกไนต์เพื่อลดค่าใช้จ่ายโดยที่ไม่ได้มีการปรับปรุงระบบบำบัดมลพิษเดิม อาจจะส่งผลให้ฝุ่นละอองที่ปล่อยออกสู่ปล่องระบายไอเสียเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด แต่สำหรับความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานมาก ทั้งนี้ถ้าจะมีการนำชีวมวลมาผสมกับถ่านหินเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำอาจจะต้องมีการปรับปรุงระบบการบำบัดมลพิษโดยเฉพาะฝุ่นละอองหรืออาจจะต้องเพิ่มความถี่ในการบำรุงรักษามากขึ้นในกรณีถ้าผลการประเมินการเกิด Slagging และ Fouling มีแนวโน้มในการเกิดสูง

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2550 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณกรมควบคุมมลพิษที่ให้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาสำหรับป้อนให้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับมลพิษทางอากาศ และโรงงานฟอกย้อมยีนส์และเสื้อผ้าที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมถึงผู้ที่ให้การสนับสนุนทุกท่านที่ทำงานวิจัยนี้สำเร็จจุล่ง



## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] www.eppo.go.th
- [2] Jenkins, B.M., Baxter, L.L., Miles, T.R. Jr. and Miles, T.R. Combustion Properties of Biomass, Fuel Processing Technology, Vol. 54, pp.17-46, 1998.
- [3] Vamvuka, D. and Zografos D., Predicting the Behavior of Ash from Agricultural Wastes during Combustion, Fuel Vol.83, pp. 2051-2057, 2004.
- [4] Vamvuka, D., Zografos, D. and Alevizos, G. Control Methods for Mitigating Biomass Ash-related Problems in Fluidized Beds, Bioresource Technology Vol.99, pp.3534-3544, 2007.
- [5] Higashino, H. , Mita K., Yoshikado H., Iwata M. and Nakanishi J., Exposure and Risk Assessment of 1,3-butadiene in Japan, Chemico-Biological Interactions Vol. 166, pp. 52–62, 2007.
- [6] สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, คู่มือการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสีย ฉบับที่ 1, กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ, น.101-113, 157-163, 177-184, 2549.
- [7] Research Center for Chemical Risk Management National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, User Guide for the Ministry of Economy, Trade and Industry Low Rise Industrial Source Dispersion Model (METI-LIS), Environmental Protection Agency, 2005.