



การใช้ต้นแคราภาชีตรวจติดตามฝุ่นละอองรอบโรงแยกก๊าซ  
Using of *Tillandsia usneoides* L. as Biomonitor of Dust around  
Gas Separation Factory

นฤพร ดวงจันทร์  
Naruephon Duangchan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Degree of Master of Science in Environmental Management  
Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์      การใช้ต้นเครื่องเทศตรวจติดตามฝุ่นละอองรอบโรงแยกก๊าซ  
 ผู้เขียน                นางสาวนฤพร ดวงจันทร์  
 สาขาวิชา              การจัดการสิ่งแวดล้อม

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

**คณะกรรมการสอบ**

.....  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

.....ประธานกรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจน์จรรย์ ด้านสวัสดิ์)

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

.....กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิยา เกาศล)

.....  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐธยาน์ ฟาน เบล)

.....กรรมการ  
 (ดร.ธงชัย ขนบแก้ว)

.....กรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

.....กรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐธยาน์ ฟาน เบล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
 เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ  
 สิ่งแวดล้อม

.....  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐธยาน์ ฟาน เบม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....

(นางสาวนฤพร ดวงจันทร์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ  
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นางสาวนฤพร ดวงจันทร์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้ต้นแคราภาซีตรวจติดตามฝุ่นละอองรอบโรงแยกก๊าซ
ผู้วิจัยเขียน	นางสาวนฤพร ดวงจันทร์
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2559

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้ต้นแคราภาซี (*Tillandsia usneoides* L.: *T. usneoides* L.) เป็นตัวตรวจวัดทางชีวภาพ เพื่อตรวจสอบฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP โดยทำการทดลองในบริเวณโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา แล้ววิเคราะห์ด้วยเครื่อง LS Particle Size Analyzer ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ (%) ของฝุ่นละออง (ขนาด 0.040-2000 ไมครอน) และศึกษาลักษณะทางกายภาพและขนาดของฝุ่นละอองที่ติดอยู่ที่ต้นพืชด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ทำการทดลองโดยวางพืชในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) และในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูแล้ง) แบ่งการเก็บข้อมูลเป็นรายเดือนและแบบสองเดือน ผลการศึกษาแบบรายเดือนคือ ในเดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 และเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 พบว่า ฝุ่นละออง PM0.1 ทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซมีค่าเท่ากับ 0.005%, 0.005%, 0.0025% และ 0.0025% ตามลำดับ ฝุ่นละออง PM2.5 มีค่าเท่ากับ 1.13%, 1.33%, 2.91% และ 3.67% ตามลำดับ ส่วน PM10 มีค่าเท่ากับ 4.95%, 5.52%, 3.59% และ 8.82% ตามลำดับ และ TSP มีค่าเท่ากับ 25.1%, 33.3%, 38.1% และ 61.7% ตามลำดับ ส่วนผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองแบบสองเดือน คือ เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 พบว่า ฝุ่นละออง PM0.1 มีค่าเท่ากับ 0.005% และ 0.0025% ตามลำดับ ฝุ่นละออง PM2.5 มีค่าเท่ากับ 2.48% และ 1.56% ตามลำดับ ส่วนฝุ่นละออง PM10 มีค่าเท่ากับ 3.21% และ 5.11% ตามลำดับ และ TSP มีค่าเท่ากับ 27.2% และ 39.2% ตามลำดับ สรุปได้ว่า ปริมาณของฝุ่นละออง TSP มีปริมาณฝุ่นละอองมากกว่า PM10, PM2.5, PM0.1 ตามลำดับ และพบปริมาณฝุ่นละอองในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน เนื่องจากในฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 4.8 มิลลิเมตร ฝนจึงทำการชะล้างฝุ่นละอองที่เกาะอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราภาซีได้ดี ส่วนฤดูแล้ง ไม่มีฝนตก ในระยะเวลาการสะสมของฝุ่นละอองเก็บแบบรายเดือนและแบบสองเดือนมีการเก็บสะสมของฝุ่นละอองที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการฟุ้งกระจายของอนุภาคฝุ่นละออง คือ ทิศทางลม และการดำเนินกิจกรรมของโรงแยกก๊าซ ผู้ประกอบการควรเพิ่มแนวต้นไม้ในบริเวณด้านหน้าทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตกของโรงแยกก๊าซ เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศ เนื่องจากบริเวณทิศทางด้านกล่าวมีการดำเนินกิจกรรมมีการติดต่อประสานงาน การขนส่งและการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังเป็นทิศทางลมที่พัดผ่านเป็นประจำ และในการศึกษาลักษณะทางกายภาพด้วยกล้อง SEM ทำให้ทราบว่าฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จะเกาะติดบริเวณตรงกลางของ (Dome cell) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กจะเกาะติดตรงบริเวณ (Wing cell) ของต้นแคราภาซี

<b>Thesis Title</b>	Using of <i>Tillandsia usneoides</i> L. as Biomonitor of Dust around Gas Separation Factory
<b>Author</b>	Miss. Naruephon Duangchan
<b>Major Field</b>	Environmental Management
<b>Academic Year</b>	2016

### ABSTRACT

This research mainly studies using of (*Tillandsia usneoides* L.: *T. usneoides* L.) as Biomonitor to check the dust at the size of PM0.1, PM2.5, PM10 and TSP. The experiment was done in natural gas separation plant at Trans Thai-Malaysia (Thailand) Limited, Chana District, Songkhla Province. LS Particle Size Analyzer was used to determine the dust size in percentage from 0.040 to 2000 Micron. Also the physical and size studies of the dust stucked to plants with Scanning Electron Microscope (SEM) were done. The experiment was started from May to June of 2014 (rainy season), and February to March of 2015 (summer season). The data collecting process was divided into 2 sections, which are 1 month and 2 months. The result of the experiment showed that data collecting process performed in May and June, 2014 and February and March, 2015. It was found out that the average volume of PM0.1 in 4 directions in the Gas Separation plants were 0.005%, 0.005%, 0.0025%, and 0.0025% respectively. The PM2.5 dust were 1.13%, 1.33%, 2.91% and 3.67% respectively. The result of PM10 were 4.95%, 5.52%, 3.59% and 8.82% respectively and the TSP were 25.1%, 33.3%, 38.1% and 61.7% respectively. The result from the two months studies, during May – June 2014 and February – March 2015, showed that the amount of PM0.1 was 0.005% and 0.0025%, PM2.5 was 2.48% and 1.56% PM10 was 3.21% and 5.11% and TSP was 27.2% and 39.2%, respectively. Conclusion, the amount of TSP was higher than PM10, PM2.5 and PM0.1, respectively. The amount of dust in summer was also higher than in rainy season. The average rainfall in rainy season (4.8 mm of rain) was able to rinse the dust covering the surface of *T. usneoides* L. While there was no rain in summer. The retention period of the data collecting sections, one month and two months, did not have significant different. Wind direction was the main factor of dust diffusion and the activities in gas separation plant. Interestingly, the entrepreneur should plant the colonnade tree in the North, North East, East and West side of the gas separation plant as to block the dust diffusion in the atmosphere. With the reason, there were many activities, such as coordinating, transportation and product unloading. Moreover, the direction of the

wind was one of the factors. The physical study using SEM demonstrated that larger dust particles normally cling on the middle of the Dome cell while the smaller dust particles cling around Wing cell of the *T. usneoides* L.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ด้านสิ่งแวดล้อมฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐธยาน์ ฟานเบม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ให้แนวความคิด ให้ความรู้ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ทางวิชาการตลอดจนแนวความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนบุคลากร เจ้าหน้าที่และพี่ๆ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกด้านเอกสารแบบฟอร์มทั้งในด้านวิชาการ การใช้อุปกรณ์เครื่องมือ และสารเคมีในการทำการทดลอง

ขอขอบพระคุณโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา และคุณธรรมศักดิ์ ศรีสุกใส ผู้จัดการฝ่ายภาพลักษณ์องค์กร ผู้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ในการทำการทดลอง ขอขอบพระคุณทุนบัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่) และทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ที่สนับสนุนเงินทุนตลอดการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

ประโยชน์และคุณค่าจากงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา-มารดา และครู-อาจารย์ที่มีส่วนให้ชีวิตและปัญญาแก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จ

นฤพร ดวงจันทร์



## สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อไทย	(5)
บทคัดย่ออังกฤษ	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(8)
สารบัญ	(9)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญตารางภาคผนวก	(12)
สารบัญภาพประกอบ	(14)
สารบัญภาพประกอบภาคผนวก	(16)
อธิบายคำศัพท์	(17)
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
<b>บทที่ 2 การตรวจเอกสาร</b>	
2.1 การเกิดฝุ่น	3
2.2 ค่ามาตรฐานของฝุ่นละออง	4
2.3 การตรวจวัดโลหะหนักและ PAH ที่ปะปนมากับฝุ่นละออง	4
2.4 ผลของฝุ่นละอองที่มีต่อสุขภาพ	9
2.4.1 ผลกระทบที่มีต่อสุขภาพ จากฝุ่นทั่วไป	9
2.5 อุตุสัทธรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง	10
2.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง	13
2.7 การติดตามตรวจสอบฝุ่นละออง	16
2.7.1 ตัวติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ	16
2.7.2 ดัชนีทางชีวภาพ	18
2.7.3 ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	18
2.8 ลักษณะทางกายภาพของต้นคราตาเซีย	18
<b>บทที่ 3 วิธีการวิจัย</b>	
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	21
3.2 สารเคมี	21
3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	22
3.3.1 การคัดเลือกพันธุ์พืช	22

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 วิธีเตรียมพีช	22
3.3.3 ขั้นตอนการวางพีช	22
3.3.4 การเก็บตัวอย่าง	22
3.3.5 ขั้นตอนการทดลอง	23
3.4 ขอบเขตการวิจัย	25
<b>บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย</b>	
4.1 ผลการทดลองในการตรวจวัดปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP	29
4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	51
4.3 ลักษณะทางกายภาพของฝุ่นละอองและต้นคราตาซี	56
<b>บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 บทสรุป	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	67
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก ข้อมูลทั่วไปของโรงแยกก๊าซ	73
ภาคผนวก ข ข้อมูลการวิจัย	84
ประวัติผู้วิจัย	137

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2-1 ค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ	4
2-2 ปริมาณการปล่อยฝุ่นจากเหมืองหิน เส้นทางลำเลียงขนส่ง และโรงโม่หิน (กรณีไม่มีการควบคุมฝุ่น)	12
2-3 ปริมาณการปล่อยฝุ่นจากเหมืองหิน เส้นทางลำเลียงขนส่ง และโรงโม่หิน (กรณีมีการควบคุมฝุ่น)	13
4-1 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบ รายเดือนและแบบสองเดือน ในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน)	29
4-2 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557	31
4-3 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557	34
4-4 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557	37
4-5 ปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบราย เดือนและแบบสองเดือน ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน)	39
4-6 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	41
4-7 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558	44
4-8 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	47
4-9 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP รวม ทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ แบบรายเดือนของเดือนพฤษภาคม เดือน มิถุนายน พ.ศ.2557 เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 และแบบ สองเดือนจากพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ.2557 และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	49
4-10 ปริมาณฝุ่นละอองที่ปลดปล่อยจากปล่องเผาไหม้ภายในโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่มีการเผาไหม้ทำให้เกิดฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ ดังรูปที่ 4-10	55

## สารบัญตารางภาคผนวก

ตาราง	หน้า
ก-1 รายละเอียดแผนการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม โครงการโรงแยกก๊าซ ธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย	81
ข-1 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557	88
ข-2 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557	91
ข-3 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	94
ข-4 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558	97
ข-5 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557	100
ข-6 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	103
ข-7 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557	106
ข-8 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557	108
ข-9 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	109
ข-10 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558	110
ข-11 อธิบายความหมายของสัญลักษณ์และตัวย่อของทิศทางลม	111
ข-12 ปริมาณของฝุ่นละออง PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในการทดลองแบบ รายเดือน และทดลองแบบสองเดือน (ฤดูฝน)	113
ข-13 ปริมาณของฝุ่นละออง PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในการทดลองแบบ รายเดือน และทดลองแบบสองเดือน (ฤดูร้อน)	113
ข-14 ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซ ฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบรายเดือนของเดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 และแบบสองเดือน จากเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 และจากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	113
ข-15 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557	115
ข-16 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557	116
ข-17 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2557	118
ข-18 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	120
ข-19 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558	122
ข-20 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม พ.ศ. 2558	124
ข-21 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557	127

### สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ข-22 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557	128
ข-23 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	129
ข-24 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558	130
ข-25 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557	131
ข-26 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557	132
ข-27 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	133
ข-28 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558	134
ข-29 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557	135
ข-30 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	136

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2-1 ขนาดของฝุ่นละอองที่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ	10
2-2 ทิศทางของลมมรสุมของประเทศไทย	14
2-3 ทิศทางของลมทะเล (กลางวัน)	15
2-4 ทิศทางของลมบก (กลางคืน)	15
2-5 ลักษณะโดยทั่วไปของต้นแคราจาซี	19
2-6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นแคราจาซี	20
3-1 สรุปรวิธีการทดลอง	24
3-2 การจัดวางพืชตัวอย่าง (ต้นแคราจาซี) ในโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา	25
3-3 แผนที่ทางดาวเทียมบอที่ตั้งของโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา	26
3-4 แผนผังโดยรอบของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา	27
4-1 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM01, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557	30
4-2 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM01, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557	33
4-3 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM01, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557	36
4-4 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM01, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	40
4-5 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM01, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558	43
4-6 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM01, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	46
4-7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM01, PM2.5, PM10 และ TSP ทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา	50
4-8 ทิศทางลมมรสุมของประเทศไทย	52
4-9 แผนผังการดำเนินกิจกรรมภายในและรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา	53
4-10 แผนที่ภายในโดยรอบพื้นที่โรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา	54

### สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-11 ลักษณะทางกายภาพของต้นแคราถาษี ขยายที่ 200 ไมโครเมตร บันทึกด้วยกล้อง SEM	56
4-12 ลักษณะทางกายภาพของต้นแคราถาษี ขยายที่ 100 ไมโครเมตร ที่ผ่านการล้างก่อนนำไปทำการทดลอง	57
4-13 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาษี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาษีที่จุดที่ 1 ทิศตะวันออกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ	58
4-14 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาษี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาษีที่จุดที่ 2 ทิศใต้ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ	58
4-15 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาษี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาษีที่จุดที่ 3 ทิศตะวันตกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ	59
4-16 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาษี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาษีที่จุดที่ 4 ทิศเหนือของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ	59

## สารบัญภาพประกอบภาคผนวก

ภาพประกอบ	หน้า
ก-1 ที่ตั้งโครงการโรงแยกก๊าซ และท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย	77
ก-2 ผังกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย	78
ข-1 อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นของลำแสงเลเซอร์ ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนแบบฟรอนโฮเฟอร์ (Fraunhofer diffraction)	85
ข-2 เครื่อง Scanning Electron Microscope: SEM	86
ข-3 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง Scanning Electron Microscope: SEM	87



## อธิบายคำศัพท์

### โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (PAHs)

โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (PAHs) หรือ PAH เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยวงเบนซีนตั้งแต่ 2 วง ขึ้นไป จัดเรียงเป็นเส้นตรง เป็นมุม หรือวงกลม โดยอะตอมของไฮโดรเจนและคาร์บอนส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ มีจุดเดือดระหว่าง 150-325 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลวระหว่าง 101-438 องศาเซลเซียส ในสิ่งแวดล้อมมักเกาะกับอนุภาคฮิวมิสในดิน หรือสะสมในสิ่งมีชีวิต PAHs สามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติ จากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์ รวมทั้งควันจากท่อไอเสียรถยนต์และควันบุหรี่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม การกลั่นน้ำมันดิบ อุตสาหกรรมไม้ ซึ่งใช้สารเคลือบทาเนื้อไม้ เพื่อป้องกันแมลง โดยทั่วไป PAHs เป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำ ในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงจะพบความเป็นพิษเรื้อรังทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย และอาการไม่รุนแรง แต่สามารถก่อให้เกิดมะเร็งในอวัยวะหลายส่วนของร่างกาย

### ต้นเคราฤาษี หรือ เคราแป๊ะ (*Tillandsia usneoides* L.: *T. usneoides* L.)

ต้นเคราฤาษี หรือ เคราแป๊ะ *Tillandsia usneoides* L. เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์ของ Bromeliaceae มีแหล่งกำเนิดจากภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกาและภาคกลางของประเทศอาร์เจนตินา ซึ่งมีการซื้อขายกันอย่างแพร่หลายทั้งในอเมริกากลางและอเมริกาใต้ พืชชนิดนี้เป็นพืชอากาศมีรากช่วยดูดซึมน้ำและอาหาร มีลักษณะเป็นสายห้อยยาวตามแรงโน้มถ่วงของโลก แพร่พันธุ์โดยเมล็ดและชิ้นส่วนกิ่งก้านที่ถูกลมพัดไปอาศัยอยู่กับต้นไม้อื่นแต่ไม่ยึดเกาะ ต้นเคราฤาษีมีใบสีเขียว มีขนสีขาวเล็กๆ (Trichome) ปกคลุม ซึ่งขนสีขาวเล็กๆ มีลักษณะพิเศษเป็นเกล็ด (Scale leaf) ปลายใบแหลมประกอบด้วย Dome cell ด้านบนเคลือบด้วยชั้นสาร (Cutin) ทำหน้าที่ลดการคายน้ำ และมี Wing cell ทำหน้าที่ดูดซับน้ำและสารอาหารต่างๆ แต่เมื่อต้นเคราฤาษีได้รับแสงแดดจัด ใบที่มีสีเขียวมักจะเปลี่ยนเป็นสีขาว ต้นเคราฤาษีเป็นพืชโตช้า ทนแล้ง สังเคราะห์ด้วยแสงแบบ Crassulacean Acid Metabolism (CAM) ต้องการน้ำเพียงเล็กน้อย มีระบบลำเลียงสารแบบ Passive Transport ผ่านท่อที่เชื่อมต่อกันระหว่าง Wing cell และ Shield cell ไปยัง Mesophyll ของชั้นใบ นอกจากนี้ต้นเคราฤาษียังเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ง่าย ไม่ต้องดูแลเอาใจใส่มากเมื่อเทียบกับไม้ประดับชนิดอื่น มีอัตราการตายน้อย สามารถทนต่อสภาวะขาดน้ำและที่มีความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศได้

### ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate: TSP)

ฝุ่นรวม (TSP) คือฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมา การเกิดฝุ่นแบ่งออกได้ 2 ประเภท ประเภทที่ 1 คือ ฝุ่นที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเป็นเศษดินทราย อินทรีย์วัตถุจากพืช และอนุภาคกัมมันตรังสีที่เกิดจากการสลายตัวของแร่ธาตุในเปลือกโลกและจากนอกโลก ประเภทที่ 2 คือ ฝุ่นจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การประกอบอาชีพ และฝุ่นไอพิษจากปฏิกิริยาเคมี ฝุ่นละอองส่งผลต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตหลาย

ด้านด้วยกัน ด้านสุขภาพอนามัยก่อให้เกิดโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม สร้างความเสียหายแก่อาคารบ้านเรือน เป็นอุปสรรคในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นสาเหตุของอุบัติเหตุ และด้านเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว สร้างความเสียหายให้กับพืชผลการเกษตร บทบ่งที่ศนียภาพที่สวยงาม

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 บทนำต้นเรื่อง

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา เพื่อตอบสนองความต้องการ สร้างความสะดวกสบายและการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ ให้ทัดเทียมกับนานาประเทศ ดังนั้นจึงมีอุตสาหกรรมต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย อุตสาหกรรมเกือบทุกประเภทรวมถึงการขนส่งและการคมนาคม มีกระบวนการที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เช่น ของเสีย ก๊าซและควันพิษ และอีกหนึ่งมลพิษที่สำคัญคือ ปัญหาฝุ่นละออง (ขนาดตั้งแต่ 2.5 ไมครอน ลงมาเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมาก ขนาดตั้งแต่ 2.6-10 ไมครอน เป็นฝุ่นละอองขนาดปานกลาง และฝุ่นรวมมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมา) (พัชรวดี สุวรรณธาดา, 2556) ฝุ่นละอองเหล่านี้มีแหล่งที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ อาคาร บ้านเรือนที่พัก เต่าเผาขยะ การเผาเพื่อทำไร่นา การเผาถ่าน เครื่องยนต์และเครื่องจักรที่ใช้น้ำมัน เชื้อเพลิง การก่อสร้าง การทุบตี การทำเหมืองแร่ แม้กระทั่งโรงแยกก๊าซธรรมชาติที่ได้ดำเนินการกิจกรรมในกระบวนการแยกก๊าซมีการเผาไหม้ มีการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ มีกระบวนการขนส่งคมนาคม ในกระบวนการเหล่านี้จึงทำให้เกิดฝุ่นละออง ซึ่งฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมากสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลหลายพันกิโลเมตร โดยอาศัยลมในการเคลื่อนที่ อีกทั้งยังสามารถแขวงลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานเป็นปี (Grantza *et al*, 2003)

ผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคปอด โรคภูมิแพ้ หอบหืดและระบบไหลเวียนโลหิต ส่งผลการแข็งตัวของเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาล หากอนุภาคปนเปื้อนกับอาหารก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพเช่นกัน เพราะสิ่งที่ติดมากับอนุภาคนั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย เช่น โลหะหนัก แบคทีเรีย ไซยาไนด์ และอนุภาคอื่นๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าฝุ่นคือพาหะนำโรคได้เช่นกัน ในด้านเศรษฐกิจและสังคมฝุ่นได้สร้างความเสียหายให้กับอาคารบ้านเรือนสถาปัตยกรรม โดยทำให้วัสดุต่างๆ เสื่อมคุณภาพเร็วกว่าที่ควร อีกทั้ง ฝุ่นละอองที่เกาะปกคลุมใบพืชทำให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ พืชจึงตายหรือเจริญเติบโตช้า ลำต้นและใบไม่สมบูรณ์ ติดโรคง่าย มีภูมิต้านทานต่ำ ผลผลิตไม่เป็นที่ต้องการของท้องตลาดและผู้บริโภค ปริมาณของพืชผลการเกษตรลดลง เกิดปัญหาการขาดแคลนในท้องตลาด ทำให้ราคาสูงขึ้น นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจการท่องเที่ยว เนื่องจากอนุภาคของฝุ่นละอองไปบดบังทัศนียภาพที่สวยงาม ซึ่งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและการดำรงชีวิตของคนในบริเวณนั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

จากปัญหาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ปัญหาฝุ่นละอองนับได้ว่าเป็นปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นทั่วโลกและส่งผลกระทบต่อครอบคลุมทุกด้าน งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ซึ่งการตรวจวัดคุณภาพอากาศสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องมือในการตรวจวัดที่มีทั้งแบบติดตั้งและพกพา เนื่องจากมีความถูกต้องแม่นยำสูง แต่เนื่องจากเครื่องมือตรวจวัด

มีราคาสูง ต้องดูแลบำรุงรักษาและต้องตรวจเช็คโดยผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งชาวบ้านไม่สามารถทำได้ เนื่องจากมีขั้นตอนที่ซับซ้อน ดังนั้น การศึกษาหาแนวทางการตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยนำพืชมาใช้เป็นตัวตรวจวัด จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศแถบนิคมอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาหาองค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละออง โดยพืชที่นิยมใช้เป็นตัวตรวจวัด (Biomonitor) คือ ต้นเคราฤาษี (*Tillandsia usneoides* L.) เนื่องจากต้นเคราฤาษีเป็นพืชที่ปลูกง่าย ไม่ใช้ดินในการปลูก และขยายพันธุ์ง่าย (Husk, 1999) มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อย เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดอื่น มีขั้นตอนในการดำเนินการติดตั้งไม่ยุ่งยาก และข้อดีที่สำคัญที่อุปกรณ์ตรวจวัดไม่มี คือ ต้นเคราฤาษีเป็นพืชที่ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยการดูดซึมน้ำจากอากาศมาสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา ทำให้อากาศบริเวณโดยรอบสดชื่น และยังเป็น การเพิ่มความร่มรื่นสวยงามให้กับตัวอาคารสถานที่อีกด้วย การตรวจวัดคุณภาพอากาศเบื้องต้นด้วยวิธีนี้สามารถใช้ตรวจวัดขนาดอนุภาคของฝุ่นละอองได้ และทำให้ทราบระยะเวลาในการสะสมของอนุภาคฝุ่นละอองบนพื้นผิวต้นเคราฤาษีได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาการใช้ต้นเคราฤาษีเป็นตัวตรวจวัดทางกายภาพในการหาปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP และระยะเวลาในการกักเก็บฝุ่นละออง

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถประยุกต์ใช้ต้นเคราฤาษีเป็นตัวตรวจวัดทางชีวภาพ เพื่อใช้เป็นแนวป้องกันและลดปริมาณฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการออกแบบวิธีการกำจัดฝุ่นละอองด้วยต้นเคราฤาษีในระยะเวลาที่เหมาะสมได้

## 1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 เก็บตัวอย่างต้นเคราฤาษีแบบที่ 1 เก็บแบบรายเดือน รวม 4 เดือน ได้แก่ เดือน พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 โดยจะเก็บตัวอย่างเดือนละหนึ่งครั้ง การเก็บตัวอย่างต้นเคราฤาษีแบบที่ 2 เก็บแบบสองเดือน ได้แก่ เดือน พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) โดยเก็บตัวอย่างสองเดือนต่อครั้ง

1.4.2 ทำการทดลองหาปริมาณฝุ่นละอองบริเวณโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา โดยการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยรอบทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ได้แก่ ทิศเหนือ, ทิศตะวันออก, ทิศใต้ และทิศตะวันตก

## บทที่ 2

### ตรวจสอบเอกสาร

#### 2.1 การเกิดฝุ่น

การเกิดฝุ่นแบ่งออกได้ 2 ประเภท ประเภทที่ 1 คือ ฝุ่นที่เกิดตามธรรมชาติเป็นเศษดินทราย อินทรีย์วัตถุจากพืช และอนุภาคกัมมันตรังสีที่เกิดจากการสลายตัวของแร่ธาตุในเปลือกโลก และจากนอกโลก ประเภทที่ 2 คือ ฝุ่นจากกิจกรรมของมนุษย์ส่วนใหญ่ เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การประกอบอาชีพ และฝุ่นไอพิษจากปฏิกิริยาเคมี (สมชัย บวรกิตติ, 2554)

หมอกควันเป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากธรรมชาติและเกิดจากการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ หมอกควันจัดเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพ หมอกควันจัดเป็นมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ มีสารมลพิษทางอากาศที่ปะปนอยู่หรือติดมากับอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก เมื่อสูดเข้าไปในปอดแล้ว ร่างกายไม่สามารถขับออกมาได้ ความแตกต่างระหว่างหมอกกับควันคือ หมอก (Fog) มีอนุภาคเล็กๆ ของน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก หมอกเกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำเมื่ออากาศหนาวเย็น พบบริเวณที่มีอากาศเย็น ท้องฟ้าแจ่มใสไม่มีลม มักเกิดในช่วงเวลากลางคืน หรือตอนเช้า เป็นมลภาวะทางทัศนียภาพของผู้ที่ขับขี่ยานพาหนะ ส่วนควัน (Smoke) เป็นการผสมระหว่างเขม่า ควัน และวัสดุต่างๆ ที่เกิดมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ รวมทั้งก๊าซพิษเขม่าต่างๆ เมื่อหมอกกับควันมารวมกัน เรียกว่า หมอกควัน (Smog) (มาจากคำว่า Smoke + Fog) หมายถึง การสะสมของควันหรือฝุ่นในอากาศส่วนใหญ่ ที่เกิดจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และไฟฟ้า หมอกควันจัดเป็นมลพิษทางอากาศอย่างหนึ่งที่ลอยปะปนในชั้นบรรยากาศ ได้แก่ SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO และ Pb เป็นต้น (ทิพวรรณ ประภามณฑล และคณะ, 2554) ฝุ่นละอองมีหลายชนิดเรียกต่างกันตามขนาดของฝุ่น โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ 4 ประเภท ดังนี้

อนุภาคฝุ่น PM0.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.1 ไมครอน

อนุภาคฝุ่น PM2.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.1 ถึง 2.5 ไมครอน

อนุภาคฝุ่น PM10 เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2.5 ถึง 10 ไมครอน

อนุภาคฝุ่น TSP ฝุ่นรวมมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา

จากการตรวจวัดปริมาณ PM10 โดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ในปี 2550-2553 พบว่า สถานีใน 8 จังหวัด ของภาคเหนือในตอนบน ประกอบด้วยจังหวัด เชียงราย พะเยา ลำปาง แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน น่านและแพร่ ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนของทุกปีจะเกิดการเผาในที่โล่งทั้งการเผาป่า การเผาเศษเหลือใช้จากการเกษตร การเผาขยะมูลฝอยและเศษใบไม้ในพื้นที่ชุมชน รวมทั้งผลกระทบจากการเผาในพื้นที่ประเทศเพื่อนบ้านในกลุ่มภูมิภาคลุ่มน้ำโขง มีปริมาณ PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานที่ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยตรวจวัดที่จังหวัดเชียงใหม่ในปี 2550 มีค่าสูงสุด 383 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดเชียงราย ปี 2552 มีค่า 280 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี 2553 มีค่าสูง 518.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินค่ามาตรฐานกว่า 4 เท่า (วิจารย์ สิมาฉายา, 2554)

## 2.2 ค่ามาตรฐานของฝุ่นละออง

กรมควบคุมมลพิษ โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดค่ามาตรฐานว่าด้วยฝุ่นละอองซึ่งจะต้องมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ

ขนาดของฝุ่นละออง	ค่ามาตรฐาน	
	ค่าใน 24 ชั่วโมง (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	ค่าใน 1 ปี (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	ต้องไม่เกิน 0.05	ต้องไม่เกิน 0.025
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	ต้องไม่เกิน 0.12	ต้องไม่เกิน 0.05
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	ต้องไม่เกิน 0.33	ต้องไม่เกิน 0.10

ที่มา: คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2553, 2538 และ 2547

## 2.3 การตรวจวัดโลหะหนักและ PAH ที่ปะปนมากับฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่มีการกระจายอยู่ในบรรยากาศ ประกอบด้วยสารประกอบโลหะหนักและแร่ธาตุมากมายที่ปะปนอยู่ การตรวจวัดฝุ่นละอองสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการใช้เครื่องมือหรือใช้พืชเป็นตัวตรวจวัดอาทิ งานวิจัยของ (Nelzair, 2010) พบการสะสมของ Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) และธาตุอื่นอีกหลายตัว เช่น Br, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, และ Pb มีค่าความเข้มข้นสูงสุด จากการตรวจวัดการจราจรของพื้นที่เมืองและชนบทหลายแห่งของประเทศเยอรมนี โดยใช้ *Tillandsia capillaris* L. เป็น Bioindicator (Wannaz et al., 2013) โลหะหนักโดยมีการตรวจวัดอนุภาค PM10 ในชั้นบรรยากาศในเมืองริโอเดอจาเนโร (Rio Tercero) และเมืองซัลวาดอร์ (Salvador) ในประเทศอาร์เจนตินา โดยใช้พืช *Tillandsia usneoides* L. เป็น Biomonitor โดยวัดจากแหล่งที่มาในเมือง เช่น ไอเสียรถยนต์ อุตสาหกรรมต่างๆ การเผาขยะ การรื้อถอนการก่อสร้าง เป็นต้น ซึ่งพบโลหะหนักที่มีปริมาณมากที่สุดจากไอเสียรถยนต์ คือ Zn, Cu, Pb, Cr และ Cd ตามลำดับ

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่วิเคราะห์ปริมาณระดับปรอทในสิ่งแวดล้อม ในประเทศบราซิล วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometry (AAS) โดยใช้ *T. usneoides* L. เป็น Biomonitor พบว่า ความเข้มข้นของปรอทในอากาศที่สัมผัสกับ *T. usneoides* L. ไม่ควรทำการทดลองการประเมินความเข้มข้นของปรอทในสภาวะที่ไม่ควบคุมปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เนื่องจากอนุภาคที่แขวนลอยอาจมีผลต่อการดูแล *T. usneoides* L. ทำให้ความเข้มข้นของ

ปรอทในชั้นบรรยากาศแปรปรวน (Fonseca et al., 2007) อีกหนึ่งงานวิจัยที่วิเคราะห์การสะสมปรอทใน *T. usneoides* L. (พืชตระกูลเดียวกับสับปะรดสี) เมื่อ *T. usneoides* L. ที่สัมผัสกับปรอทที่มีการปนเปื้อนในอากาศในพื้นที่ เป็นเวลา 15 วัน หลังจากทีระบบได้รับปรอทแล้ว พืชจะถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM และเครื่อง X-ray พบค่าความเข้มข้นของปรอทที่พืชสัมผัสได้เท่ากับ  $2702 \pm 318$  ไมครอน แสดงให้เห็นว่าอนุภาคบางส่วนของปรอทในบรรยากาศเกาะติดอยู่บนพื้นผิวของพืช โดยดูดซึมทางเกล็ดได้ดี บริเวณก้านและใบเซลล์ Epidermal ของ *T. usneoides* L. ดูดซึมได้น้อย และจากการตรวจสอบไม่พบปรอทในเซลล์ Mesophyll หรือในเซลล์ระบบลำเลียง (Amado et al., 2002) ในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปรอทในอากาศและในมอสสเปน *T. usneoides* L. การวัดไอปรอทเป็นสิ่งสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ และเมื่อมันกระจายตัวออกไปก็สามารถเปลี่ยนเป็น Methyl mercury ที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาท การศึกษาได้ดำเนินการในภาคตะวันออกเฉียงใต้และภาคเหนือของจอร์เจีย ฟลอริดา สหรัฐอเมริกา เพื่อตรวจสอบว่า มอสสเปนมีความสามารถในการสะสมสารปรอทในเนื้อเยื่อของมันหลังจากการได้รับสาร มอสสเปนที่สัมผัสกับความเข้มข้นของสารไอปรอท 10 เท่า และ 100 เท่า ความเข้มข้นในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นเท่ากับ  $13.7 \pm 11\%$  และ  $74.1 \pm 17\%$  ตามลำดับ และหลังจากนั้น 2 สัปดาห์ ปรอทที่ถูกสะสมอยู่จะถูกกำจัดออกจากแหล่งที่มา จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของปรอทในมอสสเปนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของปรอทในอากาศเพิ่มขึ้นในเมืองที่มีประชากรท้องถิ่นอาศัยอยู่ ในชนบท พื้นที่ชายฝั่งทะเลและอุตสาหกรรม การปลูกมอสสเปนในพื้นที่อุตสาหกรรมปนเปื้อนปรอทมีความเข้มข้นเท่ากับ  $164.8 \pm 8.7\%$  หลังจาก 2 สัปดาห์ และความเข้มข้นของปรอทในมอสสเปนที่ปลูกในพื้นที่ชนบทมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจาก 2 สัปดาห์ ในขณะที่เดียวกันการปลูกพืชในพื้นที่ชายฝั่งทะเลความเข้มข้นของปรอทมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีตัวแปรมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า มอสสเปนมีลักษณะที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพของสารปรอทในอากาศ และสามารถดัดแปลงเป็นเครื่องมือสำหรับบูรณาการข้อมูลของปรอทในบรรยากาศ และเพื่อเพิ่มข้อมูลในโปรแกรมการตรวจวัดปรอทในบรรยากาศ (Sutton et al., 2014)

นอกจากนี้ยังมีการนำพืชในตระกูลสับปะรดสี *T. usneoides* L. มาศึกษาเกี่ยวกับความเหมาะสมในการใช้เป็น Biomonitor ประเมินองค์ประกอบของธาตุในอากาศในพื้นที่เขตเมืองของทะเลเมดิเตอร์เรเนียน โดยศึกษาใน 5 พื้นที่ของเมืองปิสซา ซึ่งแตกต่างกันที่การใช้ประโยชน์ของที่ดินและกิจกรรมของมนุษย์ หรืออยู่ใกล้กับแหล่งปล่อยก๊าซมลพิษ องค์ประกอบของธาตุที่ตรวจสอบได้คือ Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Ma, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Sr, V และ Zn โดยตัวอย่างพืชที่ไม่ล้างน้ำและพืชที่ล้างน้ำ ที่เก็บหลังจาก 36 วัน ของการสัมผัสสาร ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน 2011 วิเคราะห์โดย ICP-MS ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากการสุ่มตัวอย่างบองค์ประกอบหลายองค์ประกอบคือ Al, Ba, Bi, Cd, Co, Cu, Pb, Sb และ Zn มีค่าสูงที่สุดในพื้นที่การจราจรในเขตเมือง และพื้นที่จราจรแถบชานเมือง องค์ประกอบบางตัวได้แก่ Ba, Cu, Sb และ Zn ถูกพิจารณาว่าเป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับเขตพื้นที่การจราจร ส่วนในพื้นที่อุตสาหกรรมบองค์ประกอบคือ Mg, Sr และ Zn และพบ Iron, Mn, Na และ V เข้มข้นสูงในพื้นที่ห่างไกลชนบท แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อ *T. usneoides* L. คือ ความต้านทานสูง ความทนทานต่อพิษของโลหะหนัก ความจำเพาะเจาะจง ความสามารถในการเป็นตัวแทนของ

พื้นที่ชุ่มตัวอย่าง การตอบสนองเชิงปริมาณ เมื่อสัมผัสมลพิษ จากผลการวิจัยพบว่า *T. usneoides* L. สะท้อนให้เห็นถึงลักษณะที่สำคัญที่แท้จริงของพื้นที่การชุ่มตัวอย่างในแต่ละครั้ง และช่วยในการติดตามกลับของแหล่งที่มามลพิษที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์ปัจจัย (Elisa et al., 2014) และมีการนำ *T. usneoides* L. มาใช้เป็นตัวตรวจวัดในการประเมินผลโลหะหนักในบรรยากาศ ในเมืองหลวงของเซาเปาโล ประเทศบราซิล โดยมีการทดลอง 5 การทดลองปลูกติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้ดำเนินการใน 10 พื้นที่ของเมืองที่เป็นแหล่งที่มาของมลพิษทางอากาศที่แตกต่างกัน (อุตสาหกรรม ยานพาหนะ) โดยใช้พืชที่ไม่ปนเปื้อนมลพิษ หลังจากนั้นนำพืชที่สัมผัสกับโลหะหนักในบรรยากาศมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA) พบองค์ประกอบของโลหะหนัก Zn และ Ba มีค่าสูงมีแหล่งที่มาจากการจราจร (รถยนต์, รถโดยสารและรถบรรทุก) ส่วนองค์ประกอบของโลหะหนัก Zn และ Co มีค่าสูงมีแหล่งที่มาจากอุตสาหกรรม และพบองค์ประกอบของ Fe และ Rb ที่พบได้ยากในอนุภาคของดิน (Figueiredo et al., 2007) ต่อมาทีมงานวิจัยที่นำเอามอสสเปน *T. usneoides* L. เป็นดัชนีทางชีวภาพการปนเปื้อนของธาตุโลหะ เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นพืชชั้นสูงในตระกูล (สับประรดหนาม) เพื่อแก้ไขปัญหาความเข้มข้นของสารละลาย Sr ที่ต่างกัน ตั้งแต่ 0.1 ถึง 100 มิลลิโมล/ลิตร ผลการศึกษาพบว่า พืชมีความสามารถที่จะทนทานต่อ Sr เป็นระยะเวลาค่อนข้างยาวนาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า *T. usneoides* L. สามารถที่จะต้านทานต่อองค์ประกอบที่เป็นพิษนี้ *T. usneoides* L. มีอัตราการดูดซึม Sr สูงสุด เท่ากับ  $(82.21 \pm 0.12\%)$  เมื่อพืชได้สัมผัสกับสารละลาย Sr ที่มีความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมล/ลิตร จะเห็นได้ว่า Sr มีปริมาณเพิ่มขึ้นใน *T. usneoides* L. อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโลหะ Sr ปริมาณต่ำจะช่วยกระตุ้นการกักตัวของสารคลอโรฟิลล์ แต่ Sr ในปริมาณสูง ปริมาณของสารคลอโรฟิลล์จะลดลงและไม่แสดงผลกระทบในชีวมวลรวมใน *T. usneoides* L. (Zheng et al., 2016)

งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของ PAH ในอนุภาคแขวนลอยของ PM<sub>10</sub> เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการควบคุมพฤติกรรมของ PAH พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 มีค่าของ PAH เกินกว่าค่ามาตรฐานสากล UK-EPAQS ที่กำหนดไว้ 0.25 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 2-3 เท่า และพบว่ามีความสูงในช่วงเช้า (06.00-09.00 น.) และช่วงหลังเที่ยงคืน (00.00-03.00 น.) ซึ่งมีสาเหตุมาจากไอเสียของยานพาหนะ (ศิวัช พงษ์เพียจันทร์ และสุรัตน์ บัวเลิศ, 2009) และยังมีการวิเคราะห์สารประกอบ PAH ใน PM<sub>10</sub> ในช่วงการเกิดหมอกควันของจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่เก็บตัวอย่างฝุ่น 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า PM<sub>10</sub> และฝุ่นเถ้าจากแหล่งกำเนิดปัญหาหมอกควัน จังหวัดเชียงรายเก็บตัวอย่างฝุ่น 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน PM<sub>2.5</sub> ในเชียงใหม่พบว่า PM<sub>10</sub> ในบรรยากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย เมื่อนำมาประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ พบว่าไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับโลหะหนักพบว่ามี Al, Ca, K, Si, Fe และ Mg มีความเข้มข้นสูง ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากเถ้าของไฟฟ้า ส่วนในเชียงรายพบว่า PM<sub>2.5</sub> มีความเข้มข้นสูงในเดือนมีนาคม 2556 เมื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพพบว่ามีความเสี่ยง เมื่อวิเคราะห์โลหะหนักใน PM<sub>2.5</sub> พบ K, Fe, และ Mg สูง และพบสาร BaP เข้มข้นสูงด้วยเช่นกัน (ปาจารย์ ทองสนิท และคณะ, 2555) ซึ่งสาร PAH ที่พบใน PM<sub>10</sub> เป็นสารที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์และพบได้ในสิ่งแวดล้อม เช่น ควันบุหรี่ ควันไฟ ไอเสียจากเครื่องยนต์ ในอาหารปิ้งย่างที่ไหม้เกรียม สาร PAH เป็นกลุ่มสารที่มีมากมาย



หลายชนิด ส่วนใหญ่ที่มีการนำมาศึกษาจะมี 16 ชนิด ตาม Environmental Protection Agency ประเทศสหรัฐอเมริกา (USEPA) ประกอบด้วย Naphthalene, Acenaphthylene, Acenaphthene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo (a) anthracene, Chrysene, Benzo (b) fluoranthene, Benzo (k) fluoranthene, Benzo (a) pyrene, Indeno (1,2,3-cd) pyrene, Dibenzo (a,h) anthracene, Benzo (g,h,i) perylene และใน 16 ชนิดนี้มี 7 ชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็งได้ (ATSDR, 1995)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณของโลหะหนักหรือสิ่งแปลกปลอมในบรรยากาศสามารถตรวจวัดได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การวิเคราะห์หา PAH ในฝุ่น PM10 ในเมืองพิษณุโลก โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง High Volume Air Sampler จำนวน 4 จุด จากบริเวณริมถนน ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก วัดราชบูรณะ ถนนบรมไตรโลกนารถ และสถานีตำรวจภูธรพิษณุโลก พบว่า ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM10 ในบรรยากาศทั่วไปมีค่า 54 และ 171 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลกและสถานีตำรวจภูธรพิษณุโลก ตามลำดับ ซึ่งเป็นฤดูหนาว จะเห็นได้ว่าปริมาณฝุ่นสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่ง PM10 ค่าจะต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ชูชัย หล่อนิมิตดี, 2548 และปจจริย ทองสนิท, 2548) การวิเคราะห์ PAH ใน PM10 เก็บตัวอย่างด้วยเครื่อง High Volume Air Sampler จากแหล่งกำเนิด 14 แหล่ง ในจังหวัดสงขลา สรุปได้ว่า PAH ในอากาศของกลุ่มภูมิหลัง (หน้าคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ริมทะเลสาบสงขลาตอนนอกและบนเขาคอหงส์) มีความสัมพันธ์กับกลุ่มการจราจร (สถานีขนส่งหาดใหญ่ หน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ริมถนนเพชรเกษม) จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็งของแหล่งกำเนิดแต่ละแห่ง พบว่าปริมาณ PAH ในกลุ่มภูมิหลังเท่านั้นที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ WHO และ UK-EPAQS โดยแหล่งกำเนิดที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ การเผาไหม้ไม้ยาง ไม้พุ่ม ฟางข้าว และเตาเผาขยะ (จิตรลดา มุประ สิทธิ์, 2553) และการใช้เครื่อง High Volume Air Sampler ที่ใช้ในการวัดปริมาณฝุ่นละออง ยังมีเครื่องมืออีกหลายชนิดที่ใช้ในการหาปริมาณฝุ่นรวม (TSP) และปริมาณ PM10 ในช่วงระยะการก่อสร้างโครงการภูเก็ตวิสาหกิจ สวนหลวง-เจ้าฟ้า ตำบลวิชิต อำเภอเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ได้ทำการตรวจวัด TSP และ PM10 ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นในบรรยากาศแบบปริมาตรสูง เครื่อง Ecotech Hivol 3000 บริเวณสวนสาธารณะ ผลการตรวจวัดฝุ่นในบรรยากาศค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน พบว่าปริมาณ TSP มีค่าอยู่ในช่วง 0.040-0.070 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ PM10 มีค่าอยู่ในช่วง 0.50-0.83 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547 และผลการตรวจวัดปริมาณ TSP และ PM10 ในบรรยากาศของการทำงานภายในอาคารด้วยเครื่องวัดฝุ่นแบบพกพา รุ่น pDR-100 ยี่ห้อ Thermo Science ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง (TWA) ปริมาณ TSP มีค่าอยู่ใน ช่วง 0.065-0.311 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ PM10 มีค่าอยู่ในช่วง 0.058-0.132 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 (จระวีพร ปุ่นอุดม, 2553) เครื่อง High Volume Air Sampler เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นอย่างง่ายเป็นเครื่องมือที่ใช้เตือนให้ตระหนักถึงฝุ่นละอองที่แพร่กระจายอยู่ในบรรยากาศแวดล้อม เป็นการเฝ้าระวังแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองโดยรอบ ให้กับชุมชนเพิ่มอีกทางหนึ่งด้วย และยังสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในเรื่องมลพิษทางอากาศให้กับนักเรียน ผู้ที่สนใจและประชาชนทั่วไป ด้วยการตรวจวัด

ฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไป ด้วยเครื่อง High Volume Air Sampler โดยการดูดอากาศเข้าผ่าน กระจาดกรอง ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในอากาศจะถูกดูดเข้าในเครื่องและติดอยู่บนกระจาดกรอง จากนั้นนำไปหาน้ำหนักฝุ่นโดยการชั่งกระจาดกรองก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง ซึ่งต้องทำในห้อง ปฏิบัติการด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

เครื่องเก็บฝุ่น หรือเครื่องชั่งมีราคาสูง การตรวจวัดฝุ่นละอองจึงอาจใช้วิธีหาค่าความ ทึบแสงของฝุ่นละออง โดยใช้หลักการหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองสัมพันธ์กับค่าความทึบแสง เช่น การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยวิธี Beta-ray Attenuation ใช้หลักการส่งแสงไปบน กระจาดกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่น ถ้าแสงส่องผ่านได้น้อยแสดงว่ามีค่าความทึบแสงมากเช่นเดียวกัน กับความเข้มข้นของฝุ่นละออง หรือสามารถนำไปใช้กับการอ่านค่าความทึบแสงของควีนที่ระบายออก จากปล่องโดยเทียบกับแผนภูมิเขมาควีน (Ringlemann Chart) ซึ่งเป็นแผ่นเทียบความดำแสดงผล ระดับความดำเป็นเปอร์เซ็นต์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

เครื่องมือที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการวัดฝุ่นละออง นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเครื่องมือ ในการตรวจวัดปริมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศอย่างง่าย เพื่อให้ชาวบ้าน สามารถมีเครื่องตรวจวัดไว้ใช้ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่ส่งผลกระทบต่อคนภายในชุมชน เครื่องมือที่สร้างขึ้นสำหรับใช้ตรวจวัดนั้นเรียกว่าสติกเกอร์กระจาด ทำหน้าที่เป็นตัวจับฝุ่นและอ่านค่าความ ดำของฝุ่นที่ติดบนสติกเกอร์ โดยเทียบกับดัชนีความดำที่วัดได้จากในพื้นที่ 3 แห่ง ที่มีลักษณะการใช้ ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน ได้แก่ บริเวณเขตเมืองที่มีตึกและอาคารหนาแน่น (ภายในมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) บริเวณย่านพักอาศัยภายในหมู่บ้านย่านชานเมืองและบริเวณ ภาคอุตสาหกรรม โดยแบ่งระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง 3 รอบ รอบละ 1 เดือนและนำมาเทียบค่า ความดำของฝุ่นกับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศที่เก็บตัวอย่าง ด้วยเครื่องมือ มาตรฐาน High Volume Air Sampler โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ทุกๆ 3 วัน เป็น ระยะเวลา 3 เดือน ในพื้นที่และระยะเวลาเดียวกัน ผลการศึกษาค่าความดำของฝุ่นจากสติกเกอร์ตรวจวัด ฝุ่นอย่างง่าย พบว่าบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่เขตเมืองและพื้นที่พักอาศัยชานเมืองมีค่าความดำ ของฝุ่นสูงสุด 25%, 20%, และ 10% ตามลำดับ การเปรียบเทียบค่าความดำของฝุ่นกับค่าเฉลี่ยความ เข้มข้นของฝุ่นรวมในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พบว่า เดือนที่ 1 ค่าความดำ 15% เทียบได้กับค่า เฉลี่ย ความเข้มข้นของฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เดือนที่ 2 ค่าความดำ 15% เทียบได้กับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 67 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเดือนที่ 3 ค่า ความดำ 20% เทียบได้กับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 96 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการทดลองแสดงว่าอุปกรณ์อย่างง่ายสามารถแสดงค่าให้เห็นความ แตกต่างของค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศได้และสามารถดำเนินการโดยบุคคลทั่วไปที่ ได้รับการฝึกหัดเพียงเล็กน้อย (พรรณวดี สุวัฒิกะ, 2554)

## 2.4 ผลของฝุ่นละอองที่มีต่อสุขภาพ

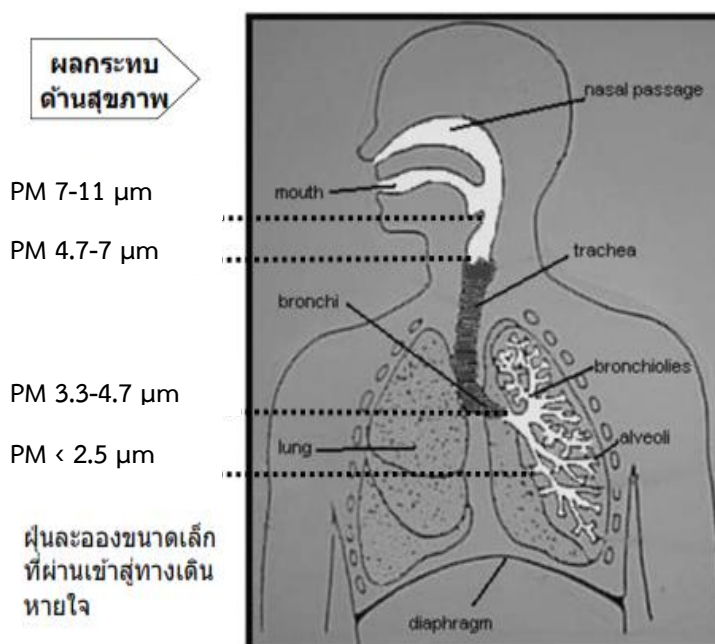
อนุภาคของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมากจะแขวนลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานเป็นปี ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สามารถสูดดมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้โดยง่าย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ทำให้เกิดโรคต่างๆ ฝุ่นละอองเหล่านี้เมื่อถูกลมพัดจะเคลื่อนที่ได้ไกลหลายพันกิโลเมตร จากแหล่งกำเนิดเดิมที่ปลดปล่อยฝุ่นละอองออกมา (Grantza et al., 2003) แหล่งมลพิษทางอากาศที่ก่อให้เกิดปัญหาส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นในเขตพื้นที่เมือง โดยเฉพาะเมืองที่มีรูปแบบการใช้ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซมลพิษต่างๆ มลพิษทางอากาศเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ไม่ว่าจะเป็นด้านกลิ่น ความรำคาญ ตลอดจนผลกระทบต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ ปอด และระบบหัวใจ (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2545) ปัญหาอากาศเป็นพิษที่เกิดขึ้นทั้งในเขตชุมชนที่เกิดจากยานพาหนะที่เพิ่มจำนวนขึ้น การจราจรที่ติดขัด และในเขตอุตสาหกรรม หรือโรงงาน โดยเฉพาะเขตอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยควันจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดสภาวะอากาศเป็นพิษเรียกว่า สมอก (Smog) ส่งผลให้อากาศในบริเวณนั้นมีลักษณะมัวไม่แจ่มใส เนื่องจากก๊าซมลพิษต่างๆ และฝุ่นละอองเกิดการสะสมในบรรยากาศเป็นปริมาณมาก โดยมีความร้อนจากแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดอาการแสบตา ระคายเคืองตา ระบบหายใจติดขัด เกิดการอักเสบ ไอ เจ็บที่หน้าอก เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดฝนกรด โดยเฉพาะเมื่อก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำฝน เกิดเป็นกรดซัลฟูริก ทำให้ทรัพย์สินและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เกิดการสึกกร่อนเสียหาย และยังเป็นอันตรายต่อต้นไม้พืชพรรณและสิ่งมีชีวิต (ปราณี พันธุมสินชัย, 2542)

### 2.4.1 ผลกระทบที่มีผลต่อสุขภาพ จากฝุ่นทั่วไป

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในบรรยากาศนั้นสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์ฝุ่นละอองสามารถเข้าไปทำอันตรายต่ออวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมาจากหลายแหล่ง และส่งผลกระทบต่ออวัยวะที่แตกต่างกัน

- ฝุ่นละอองจากพืช เช่น ละอองเกสรดอกไม้ ดอกหญ้า และสปอร์จากเห็ดราที่เกิดในแต่ละฤดูกาลจะก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้ โรคหืดและอาการจับหืด
- ฝุ่นละอองที่เป็นจุลชีพก่อให้เกิดโรค เช่น เชื้อไวรัสไข้หวัด ไวรัสไข้หวัดใหญ่ และฝุ่นไรบ้านเป็นตัวก่อโรคที่พบได้บ่อย โดยเฉพาะโรคภูมิแพ้
- ฝุ่นกัมมันตรังสีที่มีศักยภาพก่อให้เกิดโรค เช่น รังสีเหนื่อม่วง เรดอน รังสีคอสมิก
- ฝุ่นควันไฟป่า ก่อโรคระบบทางเดินหายใจจากการระคายเคือง และอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็ก PM2.5 อาจเป็นตัวกระตุ้นในการกลายสภาพเซลล์ทำให้เป็นมะเร็ง
- ฝุ่นจากการจราจรของยานพาหนะในเมืองใหญ่ ซึ่งปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาใหญ่ที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากมีการปลดปล่อยสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ มีทั้งอนุภาคของแข็งและอนุภาคของเหลว เช่น ไดออกซิน, ไตเบนโซฟลูแรน และโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับดวงตา และโรคผิวหนังจากการสัมผัสโดยตรง เกิดโรคภูมิแพ้ และมะเร็งชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่มีผลอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานราบเรียบ เช่น สารตะกั่วเตตระเมทิล, เมทิลเทอร์เทียรีบิวทิลอีเธอร์ (MTBE) สามารถไปทำลายสุขภาพมนุษย์ได้ตั้งแต่ยังเยาว์วัยการพัฒนาของร่างกาย เป็นการ

ส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและสติปัญญา รวมถึงเป็นสารก่อมะเร็ง (สมชัย บวรกิตติ, 2554) เป็นที่ทราบ กันดีว่าฝุ่นละอองนอกจากจะสามารถก่อให้เกิดผลกระทบที่มีต่อสุขภาพอนามัย เช่น ในเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีอาการโรคทางเดินหายใจอยู่แล้ว ฝุ่นขนาดเล็กจะยิ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยมากกว่าฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ เพราะสามารถแทรกซึมเข้าถึงทางเดินหายใจภายในได้ หลักฐานทางระบาดวิทยาในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กมีผลกระทบที่รุนแรงมากกว่าฝุ่นละอองหยาบ และฝุ่นที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ถือว่าเป็น Respirable dust ขนาดของอนุภาคฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ดังรูปที่ 2-1 และยิ่งสร้างความเสียหายต่ออาคาร สถาปัตยกรรม บ้านเรือน สร้างความเดือดร้อนรำคาญ ทำให้เกิดปัญหาต่อการมองเห็นทัศนวิสัยเป็นอุปสรรคในการคมนาคม อีกทั้ง ยังมีผลกระทบต่อสุขภาพโดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง (พัชราวดี สุวรรณธาดา, 2556)



รูปที่ 2-1 ขนาดของฝุ่นละอองที่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ  
ที่มา : พัทธราวี สุวรรณธาดา, 2556

## 2.5 อุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองถือเป็นมลพิษทางอากาศ ซึ่งปัจจุบันนี้มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเพิ่มขึ้นในปริมาณมาก สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการดำเนินการของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเพิ่มปริมาณเป็นจำนวนมากตามความต้องการ เพื่ออำนวยความสะดวกและสร้างความเจริญก้าวหน้าให้แก่เทคโนโลยี และการพัฒนาของสังคมเมือง ทำให้เกิดเป็นนิคมอุตสาหกรรมยังในจังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้กับกรุงเทพมหานคร เป็นจังหวัดที่เข้าร่วมอยู่ในโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ทำให้มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นรวมทั้งในจังหวัดชลบุรีที่มีการเพิ่มจำนวนของนิคมอุตสาหกรรมที่มีการกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ของแต่ละจังหวัด เช่น นิคมอุตสาหกรรมอมตะ นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง ฯลฯ จากการเพิ่มจำนวน

ของนิคมอุตสาหกรรม ทำให้มีประชากรหลั่งไหลเข้ามาทำงานในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นจำนวนมาก มีการเติบโตทั้งทางด้านเศรษฐกิจและการขนส่งการคมนาคม จนทำให้ในปัจจุบันปริมาณรถยนต์ที่สัญจรไปมาในจังหวัดชลบุรีมีจำนวนเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี ซึ่งมีทั้งรถยนต์ที่มีการจดทะเบียนในพื้นที่และรถยนต์ที่เดินทางมาจากนอกพื้นที่อื่นๆ นอกจากนี้จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีการมาเยือนของนักท่องเที่ยวตามแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงามและมีชื่อเสียง ทำให้ช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ในแต่ละสัปดาห์จะมีนักท่องเที่ยวจากต่างจังหวัดเดินทางเข้ามาพักผ่อนในเขตจังหวัดชลบุรีเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดปัญหาการจราจรคับคั่งและติดขัด เป็นผลให้ก๊าซมลพิษที่ถูกปลดปล่อยจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ เป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี ทำให้ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่และประชาชนในพื้นที่ใกล้เคียงได้รับผลกระทบอย่างมากทางด้านสุขภาพอนามัย นอกจากนี้ก๊าซมลพิษที่เกิดขึ้นยังส่งผลกระทบต่อสภาพสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในบริเวณพื้นที่นี้อีกด้วย (วนิดา จินศาสตร์, 2551)

ในบางอุตสาหกรรมยังมีการปลดปล่อยปริมาณของกลุ่มอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนมีอยู่ในตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศ ฝุ่นละอองขนาดเล็กอาจมีสารในกลุ่มนี้มากถึงร้อยละ 40 ในเขตเมืองและพื้นที่อุตสาหกรรม อนุภาคของสารคาร์บอนในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นตามกิจกรรมของมนุษย์มีผลกระทบกับการถ่ายทอดพลังงานของรังสีจากดวงอาทิตย์ (Jacobson, 2001; IPCC, 2001) การวิเคราะห์ด้านมลพิษทางอากาศหาปริมาณของกลุ่มคาร์บอนอินทรีย์ (OC) และกลุ่มธาตุคาร์บอน (EC) ที่มีอยู่ในตัวอย่างฝุ่นตามวิธีขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาและนักวิจัยในต่างประเทศ ซึ่งต้องการวิเคราะห์หาสารอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนในฝุ่นละออง สำหรับการศึกษาด้านคุณภาพอากาศในประเทศไทยกำลังได้รับการดำเนินการเพิ่มขึ้น และปัญหาปริมาณฝุ่นขนาดเล็กเกินมาตรฐานไม่จำกัดเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพฯ อีกต่อไป เมืองหลักในต่างจังหวัด เช่น นครราชสีมา เชียงใหม่ พิษณุโลก กำลังเกิดปัญหาฝุ่นขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐานเช่นกัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อประชาชนในพื้นที่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) วิธีการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของสารกลุ่มอินทรีย์และธาตุคาร์บอนในฝุ่นขนาดเล็ก PM<sub>10</sub> ในบรรยากาศด้วยเครื่องอิลิเมนทอล อนุไลเซอร์ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กจากพื้นที่กรุงเทพฯ ถูกใช้เป็นตัวอย่งสำหรับพื้นที่ที่มีมลพิษอากาศ เนื่องจากมีปริมาณฝุ่นละอองสูง ตัวอย่างจากพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาใช้สำหรับพื้นที่ที่มีระดับของฝุ่นละอองปานกลาง โดยฝุ่นละอองจะถูกดูดเข้าตัวเครื่อง ผ่านกระดาษกรองควอทซ์ชนิด Pallflex Tissuequartz 2500QAT-UP ที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>10</sub> และตัวอย่างถูกแบ่งเป็นสองส่วนสำหรับวิเคราะห์โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์และการใช้พื้นที่เป็นเกณฑ์ ทั้งนี้ สารคาร์บอนมาตรฐานที่มีปริมาณต่ำจะถูกนำมาเพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการเปรียบเทียบปริมาณของคาร์บอนที่วิเคราะห์ได้ ซึ่งเครื่องอิลิเมนทอล อนุไลเซอร์เหมาะสมกับการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีปริมาณคาร์บอนค่อนข้างสูง (กรุงเทพฯ) เพราะลักษณะของเครื่องมือที่นิยมใช้กับตัวอย่างที่มีความเข้มข้นในระดับที่สูงกว่าการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ระดับคาร์บอนในฝุ่นละอองที่ทำกรวิเคราะห์มีปริมาณคาร์บอนทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 4 ของตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างจากพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 1.5 ของตัวอย่าง จากความสัมพันธ์ของวิธีวิเคราะห์สำหรับหาปริมาณธาตุคาร์บอนอยู่ในระดับดีมากสำหรับตัวอย่างจากสองพื้นที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คาร์บอนมีความคงตัว (ธาตุคาร์บอน) เหมาะกับการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง อิลิเมนทอล อนุไลเซอร์มากกว่าอินทรีย์คาร์บอน ที่กระบวนการวิเคราะห์ต้อง

ผ่านการให้ความร้อนกับตัวอย่างในระดับประมาณ 350 องศาเซลเซียส ในตู้ให้ความร้อนก่อนที่จะนำเข้าเครื่องวิเคราะห์ ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ถูกกำจัดออกก่อนได้ง่าย (นเรศ เชื้อสุวรรณ, 2552)

เนื่องจากฝุ่นละอองก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ อุตสาหกรรมบางประเภทจึงคิดหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา เช่น โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษจากฝุ่นในพื้นที่ท่าเหมืองหินและโรงโม่หินบริเวณตำบลหน้าพระลาน และบริเวณใกล้เคียงจังหวัดสระบุรี พื้นที่แหล่งผลิตหินก่อสร้างของบริเวณพื้นที่กลุ่มตำบลหน้าพระลานรวมตัวกันเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ มีแหล่งผลิตหินและที่ตั้งโรงโม่หินอยู่ในบริเวณ เขาพุดอก เขาใหญ่ เขาอิมด เขามะขามเฒ่า และเขายอดเอียง ครอบคลุมพื้นที่ของตำบลหน้าพระลานในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ตำบลพุกร่าง และตำบลเขาวง อำเภอพระพุทธบาท ประกอบด้วย ผู้ประกอบการระเบิดและย่อยหิน ประมาณ 108 ราย โรงโม่หินเพื่อก่อสร้าง 50 โรง โรงโม่หินเกล็ดและอื่นๆ 15 โรง มีความต้องการใช้หินเพื่อนำมาป้อนโรงโม่ปีละประมาณ 20 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือ 50 ล้านตัน ปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นก็จะปัญหาของฝุ่นละอองที่มีต่อประชาชนและคนงาน จะเห็นได้ว่า คุณภาพอากาศในบรรยากาศมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้สูงถึง 1,721 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศ 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณการปล่อยฝุ่นจากเหมืองหินก่อนดำเนินโครงการและหลังจากการดำเนินโครงการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษสามารถดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 2-2 และ 2-3 (กรมทรัพยากรธรณี, 2543)

**ตารางที่ 2-2** ปริมาณการปล่อยฝุ่นจากเหมืองหิน เส้นทางลำเลียงขนส่ง และโรงโม่หิน (กรณีไม่มีการควบคุมฝุ่น)

แหล่งปล่อย	ปริมาณการปล่อยฝุ่น			
	กก./ชม.		เปอร์เซ็นต์	
	TSP	PM10	TSP	PM10
1.เหมืองหิน	75	38	2	2
2.ถนนลูกรัง	1,856	655	38	35
3.ถนนลาดยาง	372	71	8	4
4.ถนนภายในโรงโม่หิน	601	214	12	11
5.โรงโม่หิน	1,943	992	40	48
<b>รวม</b>	<b>4,847</b>	<b>1,910</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี, 2543

ตารางที่ 2-3 ปริมาณการปล่อยฝุ่นจากเหมืองหิน เส้นทางลำเลียงขนส่ง และโรงโม่หิน (กรณีมีการควบคุมฝุ่น)

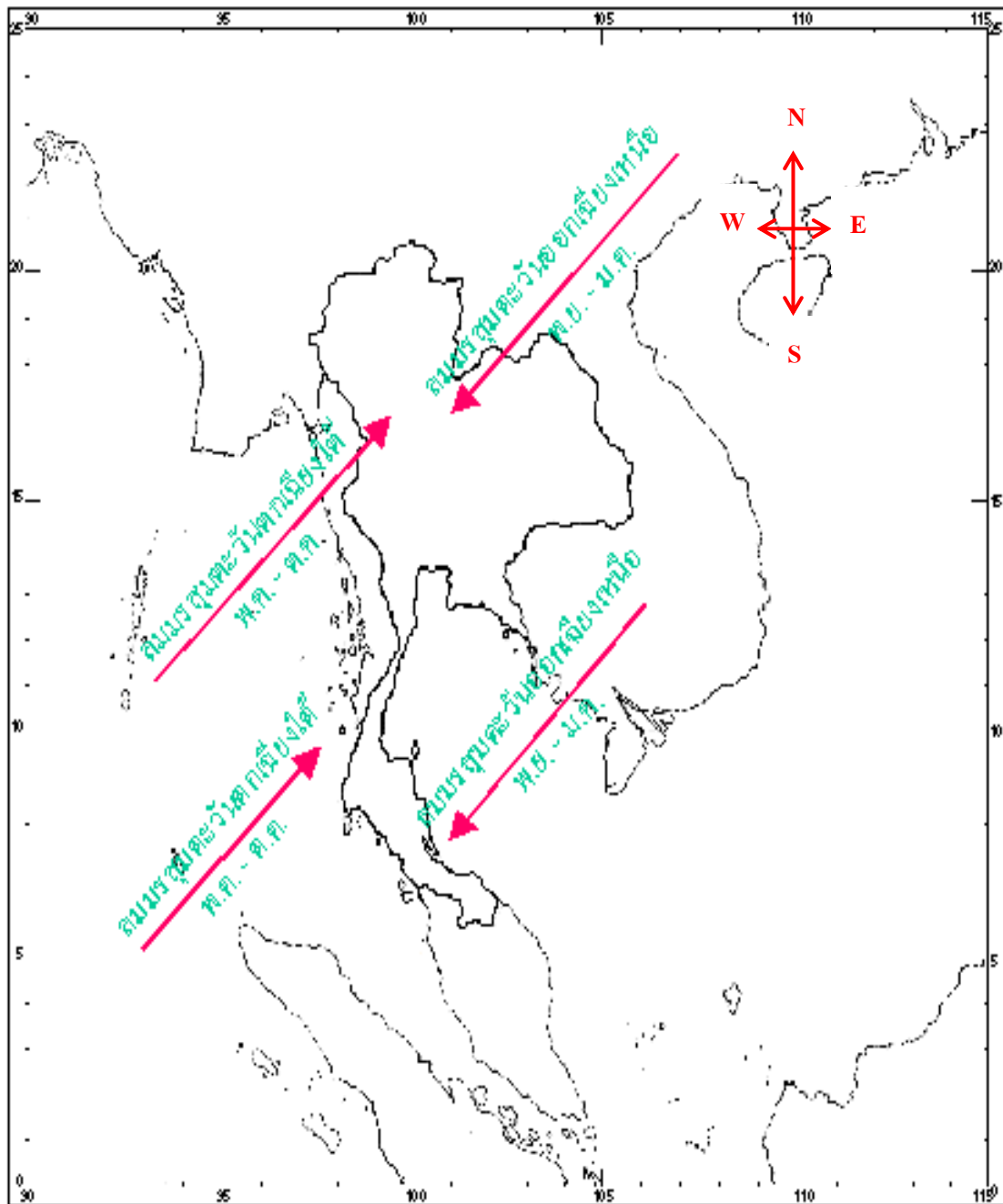
แหล่งปล่อย	ปริมาณการปล่อยฝุ่น			
	กก./ชม.		เปอร์เซ็นต์	
	TSP	PM10	TSP	PM10
1.เหมืองหิน	75	38	7	12
2.ถนนลูกรัง	520	106	45	35
3.ถนนลาดยาง	186	36	16	12
4.ถนนภายในโรงโม่หิน	168	34	15	11
5.โรงโม่หิน	194	92	17	30
<b>รวม</b>	<b>1,143</b>	<b>306</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี, 2543

จากการเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรมในแต่ละปี จึงทำให้มีงานวิจัยเกี่ยวกับฝุ่นละอองอย่างต่อเนื่องมีการตรวจพบค่าปริมาณของ TSP และ PM10 ในบรรยากาศทั่วไป บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี ซึ่งที่ตั้งของชุมชนอยู่ในพื้นที่เขตโรงงานอุตสาหกรรม และอยู่ในตำแหน่งใต้ทิศทางลม พื้นที่โดยรอบหมู่บ้านปลูกพืชไร่ย่อยและพืชสวน ซึ่งได้รับผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละอองของโรงงานอุตสาหกรรมและการเผาไหม้พื้นที่การเกษตร จึงมีการทำการศึกษาปริมาณของ TSP และ PM10 โดยเฉพาะช่วงที่มีการผลิตของโรงงานปริมาณฝุ่นละอองทั้ง 2 ชนิดมีค่าสูงกว่าช่วงที่ไม่มีการผลิต เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ฝุ่นละอองยังมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ พื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรม (พื้นที่ศึกษา) พบ TSP และ PM10 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมกราคม เท่ากับ  $387.76 \pm 39.2$  ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และ  $136.57 \pm 9.8$  ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ TSP และ PM10 พบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษามีค่าเฉลี่ย TSP สูงกว่า 2.52 เท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 7.08 ของชุมชน เมื่อเทียบกับค่าฝุ่นละอองที่ไม่เกินมาตรฐาน และปริมาณ PM10 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 1.35 เท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 3.83 ของชุมชน เมื่อเทียบกับค่าฝุ่นละอองที่ไม่เกินมาตรฐาน (รัชนิกร กระจงกลาง และกาญจนา นาคะพินธุ, 2555)

## 2.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง

ทิศทางการเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการแพร่กระจายของฝุ่นละออง (รูปที่ 2-2) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น การแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศของฝุ่นละออง และระยะทางในการตกของฝุ่นละออง รวมถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 2-2 ทิศทางของลมมรสุมของประเทศไทย  
 ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา <http://www.sattmet.tmd.go.th>  
<http://www.songkhla.tmd.go.th/satellite/satellite.html>





รูปที่ 2-4 ทิศทางของลมทะเล (กลางวัน)  
ที่มา : [www.google.earth.com](http://www.google.earth.com)



รูปที่ 2-5 ทิศทางของลมบก (กลางคืน)  
ที่มา : [www.google.earth.com](http://www.google.earth.com)

**ลมทะเล** ในเวลากลางวันพื้นดินรับความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ ทำให้อากาศเหนือพื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นน้ำมีความกดอากาศสูงกว่าเหนือพื้นดิน เป็นผลให้อากาศเหนือพื้นน้ำมีความกดอากาศสูงกว่าเคลื่อนที่เข้าหาบริเวณพื้นดินที่มีความกดอากาศต่ำกว่าหรือเกิดลมพัดจากทะเลเข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน

**ลมบก** ในเวลากลางคืนพื้นดินคลายความร้อนกว่าพื้นน้ำ ทำให้อากาศเหนือพื้นดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ หรืออากาศเหนือพื้นดินมีความกดอากาศสูงกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ เป็นผลให้อากาศเหนือพื้นดินที่มีความกดอากาศสูงกว่า หรือลมพัดจากบกสู่ทะเลในเวลากลางคืน

## 2.7 การติดตามตรวจสอบฝุ่นละออง

การติดตามตรวจสอบฝุ่นละอองส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องวัดอนุภาคฝุ่น ซึ่งมีอยู่หลายตัวด้วยกัน แต่เครื่องมือที่ใช้บางตัวมีราคาสูง และการใช้งานมีความซับซ้อนต้องมีการตั้งค่าของเครื่องมือ จึงทำให้เกิดความยุ่งยากสำหรับประชาชน นักวิจัยทั้งหลายจึงมีความคิดในการนำเอาเทคโนโลยีทางชีวภาพ (Biological technology) มาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพอากาศ ซึ่งตัวติดตามตรวจสอบสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ ตัวติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ, ดัชนีทางชีวภาพ (Bioindicator) และตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker)

### 2.7.1 ตัวติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ

ตัวติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ การติดตามตรวจสอบสภาวะมลพิษ (factor monitoring) และการติดตามตรวจสอบผลที่เกิดจากมลพิษ (target monitoring)

#### 1) การติดตามตรวจสอบสภาวะมลพิษ

เป็นการวัดพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณฝุ่นทั่วไปในอากาศ การติดตามตรวจสอบแบบนี้จะทำให้สามารถประเมินว่าสิ่งมีชีวิตจะได้รับสารพิษ หรือมลพิษนั้นๆ มากเพียงใด การวัดความเสียหายจากมลพิษทำโดยเทียบปริมาณที่พบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ ดังนั้นการติดตามตรวจสอบสภาวะมลพิษ จึงต้องกำหนดวัตถุประสงค์ด้วยว่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัดอยู่เป็นสิ่งแวดล้อมแบบใด เช่น การตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป หรือคุณภาพอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากค่ามาตรฐานของ PM10 ของสภาวะสิ่งแวดล้อมทั้งสองถูกกำหนดไว้ไม่เท่ากัน

การติดตามตรวจสอบสภาวะมลพิษมีข้อดี คือ

1. สามารถประเมินผลได้อย่างรวดเร็วว่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร
2. การวัดค่าต่างๆ ที่ได้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและประเมินระดับความเป็นพิษของสารในบริเวณนั้นได้อย่างรวดเร็ว
3. จากคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารจะแสดงความเป็นไปของสารได้
4. ช่วยประเมินการกระจายของสารหรือมลพิษ ซึ่งสัมพันธ์กับการจัดการและการวางแผนการป้องกันไม่ให้สารหรือมลพิษแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้

### ข้อเสียของการติดตามตรวจสอบสภาวะมลพิษ

1. ผลการติดตามตรวจสอบของสารหรือมลพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่มีความไม่แน่นอนว่าเกิดจากสารที่ตรวจพบหรือไม่เพราะสิ่งมีชีวิตอาจได้รับพิษจากสารชนิดอื่นๆ ได้ด้วย
2. ผลการติดตามตรวจสอบแสดงผลของสารต่อสิ่งมีชีวิตเมื่อได้รับในระยะเวลาสั้นๆ (short term) มากกว่าผลที่เกิดขึ้นในระยะยาว (long term)
3. ผลการติดตามตรวจสอบให้ข้อมูลของผลในระดับเจ็บป่วยเพียงเล็กน้อย แต่ไม่ตาย เช่นผลต่อความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ หรือความเสียหายและความผิดปกติของฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโต
4. ข้อมูลจากการได้รับสารพิษหลายๆ ตัวพร้อมกัน ได้ข้อมูลเพียงเล็กน้อย
5. ผลการติดตามตรวจสอบให้ข้อมูลน้อยเกี่ยวกับรูปของสารที่พบในธรรมชาติ เช่น รูปของโลหะในสิ่งแวดล้อม

### 2) การติดตามตรวจสอบผลที่เกิดจากมลพิษ

การติดตามตรวจสอบผลกระทบที่เกิดจากมลพิษ เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากสารจากมลพิษหนึ่งทำให้ทราบว่าสารหรือมลพิษมีผลโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร และช่วยในการจัดการกับมลพิษและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ดี เนื่องจากผลที่เกิดกับสิ่งมีชีวิตมักเป็นผลจากการสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตเป็นเวลานานก่อนจะมีอาการใดๆ เกิดขึ้น

การติดตามผลการตอบสนอง (response) ของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อสารพิษหรือมลพิษนั้น ข้อสรุปที่ได้มักไม่ชัดเจน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอาจได้รับผลกระทบมาจากปัจจัยอื่นๆ มากกว่าการได้รับผลกระทบจากสารพิษโดยตรง ดังนั้นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นปัจจัยในการติดตามตรวจสอบจึงมีข้อดีข้อเสียดังนี้

#### ข้อดีในการติดตามตรวจสอบผลที่เกิดจากสารพิษต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่

1. ทำให้สามารถประเมินผลของสารพิษ หรือมลพิษที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตโดยตรง ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการจัดการสิ่งแวดล้อม
2. ทำให้สามารถวัดผลอย่างต่อเนื่องเมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับสารหรือมลพิษตามระยะเวลาที่ผ่านมา
3. เป็นการวัดผลที่สามารถวัดได้เมื่อได้รับสารพิษหลายๆ ตัวไปพร้อมกัน
4. ในบางกรณีการติดตามตรวจสอบผลที่เกิดจากมลพิษจัดเป็นดัชนีที่มีความไว (sensitive indicator) สำหรับใช้ประเมินผลกระทบของมลพิษ

#### สำหรับข้อเสียของการติดตามตรวจสอบชนิดนี้ คือ

1. ใช้งบประมาณจำนวนมากและใช้ระยะเวลานานในการศึกษา
2. ขาดการวัดปริมาณที่แน่นอน
3. ข้อมูลที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ฤดูกาล ความลึก ชนิดของสารหรือมลพิษ ทำให้ไม่ทราบสาเหตุถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตและประชากรของสิ่งมีชีวิต
4. ข้อมูลหรือผลที่ได้ไม่ได้ชี้แจงถึงธรรมชาติและลักษณะของสารพิษ และในบางครั้งแหล่งที่มาของสารพิษหรือมลพิษก็ยังไม่มีความชัดเจน (มลิวรรณ บุญเสนอ, 2552)

### 2.7.2 ดัชนีทางชีวภาพ

ดัชนีทางชีวภาพคือ สิ่งมีชีวิตที่สามารถบ่งชี้สถานการณ์ของสภาพสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตจะเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต และเป็นการคัดเลือกหรือจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตที่มีความเหมาะสม เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการชี้วัดผลกระทบที่เกิดขึ้น (ยูวดี พิรพรพิศาล, 2552)

ผลดีของการใช้ดัชนีทางชีวภาพ

1. สะดวก ไม่ต้องใช้เครื่องมือหรือสารเคมีที่มีราคาแพง
2. สามารถรู้ได้ทันทีทันใด (ถ้ามีผู้เชี่ยวชาญพอ)
3. สามารถตรวจตราสภาพแวดล้อมที่ดำเนินมาก่อนวันที่ก่อนศึกษา (ซึ่งวิธีทางเคมีทำไม่ได้)

### 2.7.3 ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ

ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพคือ เครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ หรือตัวชี้วัด หรือเป็นสัญญาณของเหตุที่จะเกิดขึ้น โดยทั่วไปตัวชี้วัดทางชีวภาพ จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ตัวชี้วัดการสัมผัสทางชีวภาพ (Biomarker of exposure) ตัวชี้วัดผลกระทบทางชีวภาพ (Biomarker of effect) และตัวชี้วัดความไวรับ หรือพันธุกรรมทางชีวภาพ (Biomarker of susceptibility)

ตัวชี้วัดทางชีวภาพ โดยทั่วไปเราอาจจะได้ยินคำในภาษาอังกฤษหลายคำที่ใกล้เคียงกับคำว่าตัวชี้วัดทางชีวภาพ เช่น ตัวตรวจสอบทางชีวภาพ, ตัวติดตามทางชีวภาพ คำเหล่านี้จะมีความหมายใกล้เคียงกัน หรืออาจใช้แทนกันได้ แต่ในงานที่เกี่ยวข้องกับสารที่เกิดขึ้นในร่างกายเรามักจะใช้คำว่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (ศิริลักษณ์ วงษ์วิจิตสุข, 2552)

## 2.8 ลักษณะทางกายภาพของต้นแครกาศี

ลักษณะของต้นไม้ที่มีคุณสมบัติในการดักจับฝุ่นละออง ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศ (พรชัย ปรีชาปัญญา, 2352)

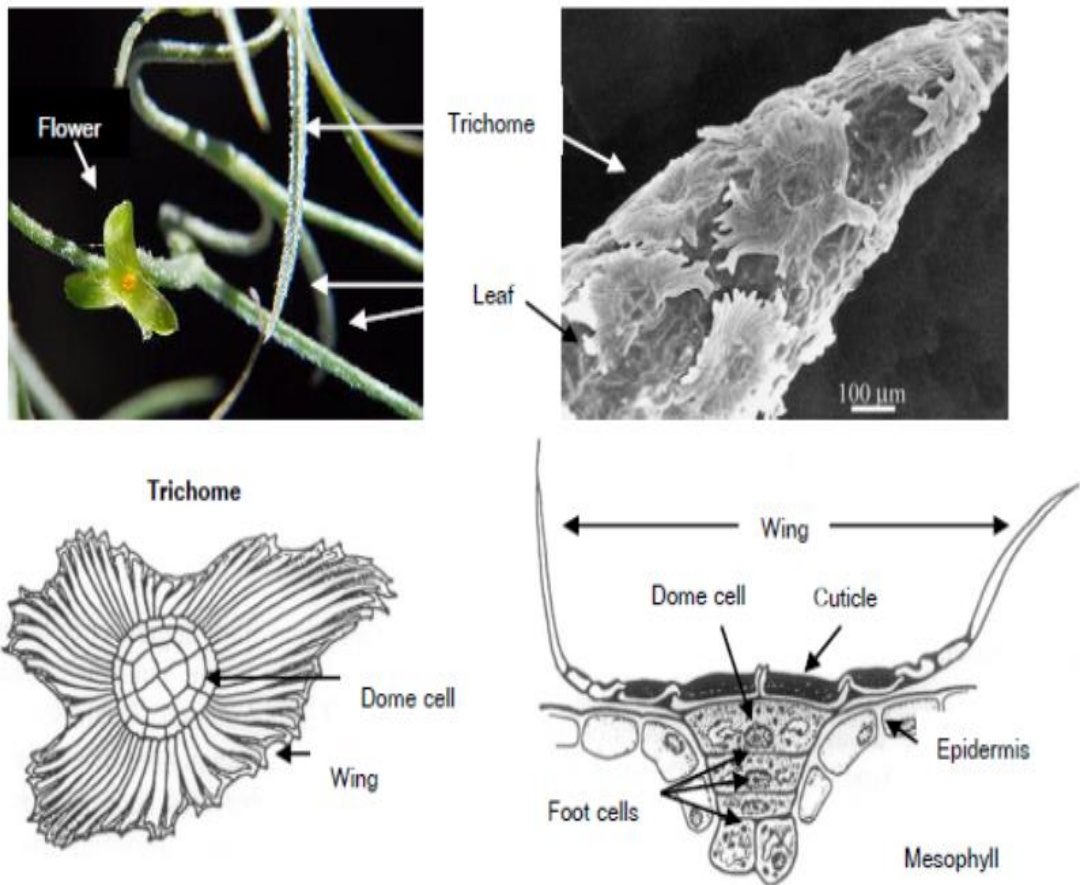
- มีใบขนาดเล็กทำให้มีพื้นที่ใบมากกว่าพืชที่มีใบขนาดใหญ่ จึงทำให้สามารถกักเก็บฝุ่นละอองได้มากกว่า
- ใบต้องมีความหนาแน่นพอสมควร ทำให้มวลอากาศที่เคลื่อนที่เข้าไปเคลื่อนไหวได้ยาก ทำให้ฝุ่นละอองไม่สามารถฟุ้งกระจายได้
- มีการผลัดใบอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีพื้นที่สำหรับรองรับฝุ่นละอองได้
- ใบมีลักษณะเป็นขนขนาดเล็กจำนวนมากทำให้สามารถกักเก็บอนุภาคของฝุ่นละอองได้มาก

จากคุณสมบัติดังกล่าวในหัวข้อที่ 2.8 ต้นไม้ที่มีคุณสมบัติในการดักจับฝุ่นละออง พบว่า ต้นแคราตาซี หรือหนวดแป๊ะมีคุณสมบัติในการดักจับฝุ่นละออง ต้นแคราตาซีเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์ Bromeliaceae สกุล *Tillandsia* เป็น "พืชอากาศ" ซึ่งใช้รากอากาศในการดูดซึมน้ำและอาหาร มีที่มาจากทิศตะวันออกของสหรัฐอเมริกาและภาคกลางของประเทศอาร์เจนตินา ซึ่งมีการซื้อขายกันอย่างแพร่หลายทั้งในอเมริกากลางและอเมริกาใต้ การเติบโตของพืชชนิดนี้มีลักษณะเป็นสายห้อยยาวตามแรงโน้มถ่วงของโลก แพร่พันธุ์ขยายพันธุ์โดยเมล็ดและชิ้นส่วนกิ่งก้านที่ถูกลมพัดไปอาศัยอยู่กับต้นไม้ อื่น แต่ไม่ยึดเกาะ ดังรูปที่ 2-5 ลักษณะโดยทั่วไปของต้นแคราตาซี (Husk, 1999)



รูปที่ 2-5 ลักษณะโดยทั่วไปของต้นแคราตาซี  
ที่มา : <http://topicstock.pantip.com>

ต้นแคราตาซีมีลักษณะทางใบเป็นสีเขียว เป็นท่อนยาว มีขนสีขาวเล็กๆ Trichome ปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งขนสีขาวเล็กๆ มีลักษณะพิเศษเป็นเกล็ด Scale leaf จำนวนมาก ปลายใบแหลม ประกอบด้วย Dome cell ด้านบนเคลือบด้วยชั้นสาร Cutin ทำหน้าที่ลดการคายน้ำ และมีเซลล์ปีก Wing cell ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและสารอาหารต่างๆ แต่เมื่อได้รับแสงแดดจัดใบจะเปลี่ยนเป็นสีขาว ต้นแคราตาซีเป็นพืชโตช้า ทนแล้ง สังเคราะห์ด้วยแสงแบบ Crassulacean Acid Metabolism (CAM) ต้องการน้ำเพียงเล็กน้อย ขนสีขาวที่ใบทำหน้าที่ช่วยดูดซับไอน้ำ ก๊าซและสารอาหารต่างๆ มีการลำเลียงสารแบบ Passive Transport ผ่านท่อที่เชื่อมต่อกันระหว่าง Wing cell และ Shield cell ไปยัง Mesophyll ของชั้นใบ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นแคราตาซี ดังรูปที่ 2-6 (Papini *et al.*, 2010 และ Haslam *et al.*, 2003)



รูปที่ 2-6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นแคระถ้ำ  
ที่มา : ดัดแปลงจาก (Brett and Craig, 2006 และ Brighigna *et al.*, 1997)

ด้วยลักษณะพิเศษดังกล่าว ทำให้ต้นแคระถ้ำถูกนำมาใช้ในการประเมินมลพิษทางอากาศ รวมทั้งโลหะหนัก เช่น พรอท โดยการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ SEM แสดงให้เห็นว่า พรอทบางส่วนติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคระถ้ำ ซึ่งถูกดูดซึมด้วยเกล็ดที่สามารถดูดซึมได้ดี ส่วนลำต้นและใบดูดซึมได้น้อย (Amado *et al.*, 2002) ต้นแคระถ้ำขยายพันธุ์ง่าย ไม่ต้องการการดูแลเอาใจใส่มาก เมื่อเทียบกับไม้ประดับชนิดอื่น มีอัตราการตายน้อย สามารถทนต่อสภาวะขาดน้ำและสภาวะที่มีความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศ จากคุณสมบัติเหล่านี้จึงนำมาใช้ในการประเมินสารและมลพิษทางอากาศในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมได้

## บทที่ 3 วิธีการวิจัย

ทำการทดลองโดยการเตรียมพืชตัวอย่าง (ต้นแคราทาสี) นำไปวางในพื้นที่ที่เกิดฝุ่นละออง เมื่อครบระยะเวลาตามที่กำหนดให้นำพืชที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองของแต่ละขนาด (PM0.1, PM2.5, PM10 และ STP) เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองตามฤดูกาลระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน ศึกษาขนาดและลักษณะทางกายภาพของฝุ่นละอองที่สามารถเกาะติดบนพื้นผิวของต้นแคราทาสีได้ดีที่สุด

### 3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) บีกเกอร์ขนาด 200 ml จำนวน 20 ใบ
- 2) บีกเกอร์ขนาด 100 ml จำนวน 2 ใบ
- 3) ขวดสีชาขนาด 200 ml จำนวน 30 ใบ
- 4) แท่งแก้วคนสาร 4 แท่ง
- 5) ถุงซีปเก็บตัวอย่างพืช
- 6) ราวเหล็กแขวนพืช
- 7) กระดาษกรอง
- 8) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 9) กรวยแก้วกรองสาร
- 10) เครื่อง (Scanning Electron Microscope: SEM)
- 11) เครื่อง Laser Particle Size Analyzer

### 3.2 สารเคมี

น้ำปราศจากไอออน (น้ำ DI)

### 3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานเริ่มจากการคัดเลือกพันธุ์พืช การเตรียมพืชก่อนการทดลองจากนั้น นำพืชที่เตรียมวางในพื้นที่ทำการทดลอง (โรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา) เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดจึงสามารถเก็บตัวอย่างพืชที่วางไว้ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการทดลอง

#### 3.3.1 การคัดเลือกพันธุ์พืช

ในการคัดเลือกพันธุ์พืชที่นำมาใช้เป็นตัวตรวจวัดได้คัดเลือกพืชที่มีรากอากาศ 2 ชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการดักจับฝุ่นละออง โดยมีรากอากาศที่สามารถดูดซึมแร่ธาตุ น้ำ และอาหารในอากาศได้ ถึงแม้ว่าจะมีน้ำและอาหารเพียงเล็กน้อยก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และทนทานต่อสภาพอากาศที่แห้งแล้ง มีพื้นที่ใบมาก และใบประกอบด้วยขนขนาดเล็กเป็นจำนวนมากที่สามารถช่วยในการดักจับฝุ่นละอองได้ดี พืช 2 ชนิด ได้แก่ สับปะรดสีและต้นเคราฤาษี จากการทำการทดลอง โดยวางสับปะรดสีและต้นเคราฤาษีในบริเวณคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่) เป็นเวลา 1 เดือน กลางแดด พบว่า สับปะรดสีที่โดนแดดจัดใบของสับปะรดสีจะม้วนหดลง ลำต้นมีขนาดเล็กและค่อยๆ เหี่ยว ส่วนต้นเคราฤาษีเมื่อโดนแดดจัดใบจะมีลักษณะเป็นสีขาวและเหี่ยวเล็กน้อย แต่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และที่สำคัญต้นเคราฤาษียังมีขนสีขาวขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำหน้าที่ช่วยในการดักจับฝุ่นละอองได้มากกว่าสับปะรดสี จึงทำให้ต้นเคราฤาษีเป็นที่น่าสนใจและเหมาะสมเป็นตัวตรวจวัด

#### 3.3.2 วิธีการเตรียมพืช

ในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ และเตรียมต้นเคราฤาษีก่อนนำไปปลูก ซึ่งต้องมีการทำความสะอาดเอาสิ่งสกปรกที่ติดกับต้นเคราฤาษีออกไปด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน จากนั้นเป่าให้แห้งด้วยไดร์เป่าผมใช้ลมเย็น และนำพวงต้นเคราฤาษีมาชั่งให้มือน้ำหนักเท่ากัน คือ 10 กรัม

#### 3.3.3 ขั้นตอนการวางพืช

นำต้นเคราฤาษีที่เตรียมไว้ไปแขวนไว้ 4 มุม โดยรอบโรงแยกก๊าซธรรมชาติ แต่ละมุมจะมีชุดตัวอย่าง 3 ชุด และในแต่ละชุดประกอบไปด้วยต้นเคราฤาษี 5 พวง แต่ละพวงหนัก 10 กรัม โดยวางห่างกันประมาณ 3 เมตร วางเป็นระยะเวลาทั้งหมด 4 เดือน บันทึกผลเป็น 2 ช่วง ตามฤดูกาล ได้แก่ เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน)

#### 3.3.4 การเก็บตัวอย่าง

- แบบที่ 1 รายเดือน รวม 4 เดือน ได้แก่ เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 โดยเก็บตัวอย่างเดือนละหนึ่งครั้ง

เมื่อวางตัวอย่างพืช (ต้นเคราฤาษี) ครบกำหนดเวลา 1 เดือน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมาแถวละหนึ่งพวง (แต่ละทิศวางพืช 3 แถว) แต่ละพวงเก็บแยกในถุงพลาสติกแบบซิปล็อค เพื่อป้องกันการปนเปื้อน จากนั้นนำพืชตัวอย่างชุดใหม่ที่เตรียมไว้วางแทนที่ชุดที่เก็บไป ทำเช่นเดียวกันกับเดือนถัดไป

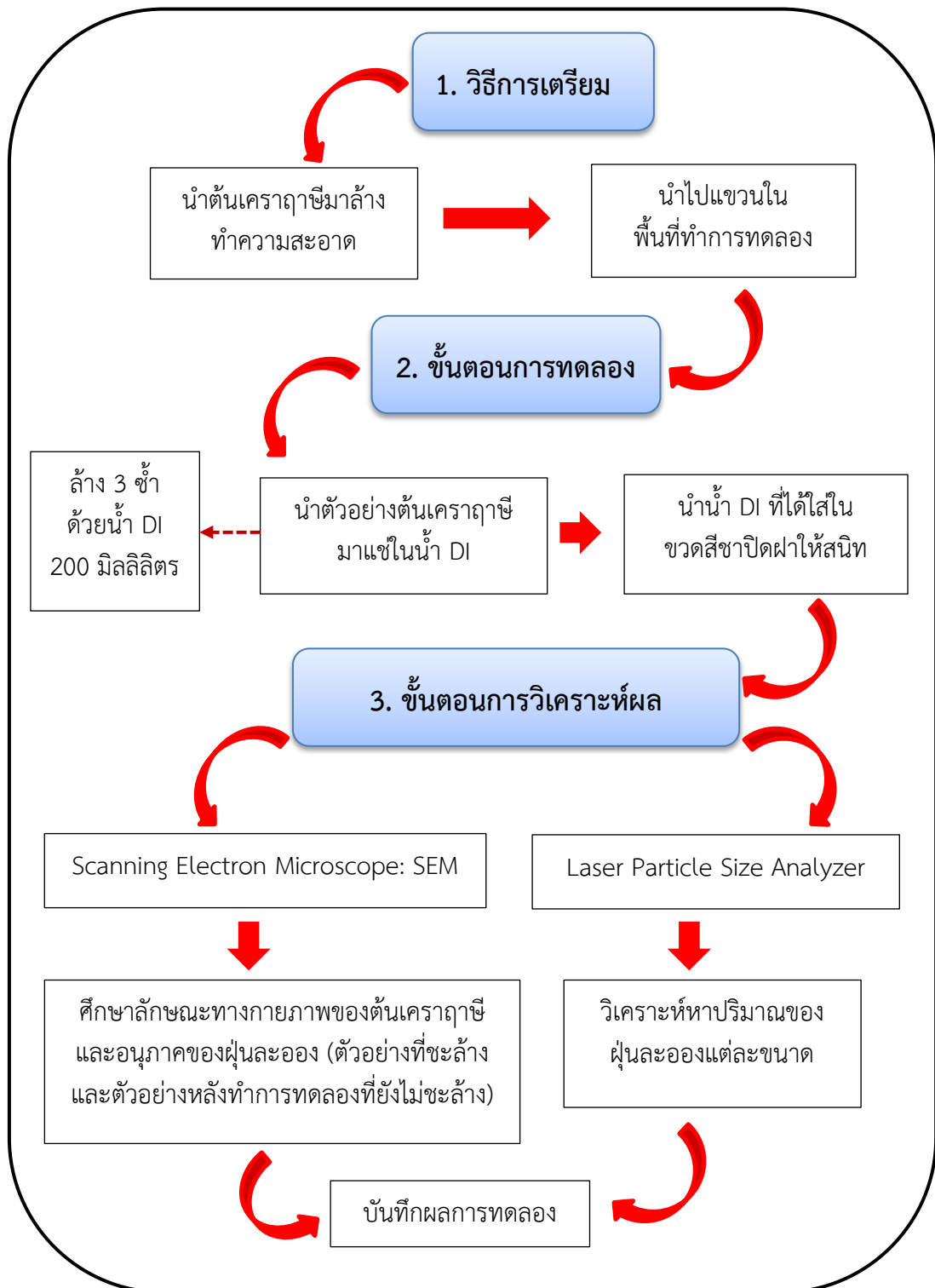
- แบบที่ 2 สองเดือน ได้แก่เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) โดยเก็บตัวอย่างสองเดือนต่อครั้ง



เมื่อวางตัวอย่างพืช (ต้นแคราถาซี) ครบกำหนดเวลา 2 เดือน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง มาแฉะหนึ่งพวง (แต่ละทิววางพืช 3 แฉะ) แต่ละพวงเก็บแยกในถุงพลาสติกแบบซิปล เพื่อป้องกันการปนเปื้อน จากนั้นนำพืชตัวอย่างชุดใหม่ที่เตรียมไว้วางแทนที่ชุดที่เก็บไป ทำเช่นเดียวกันกับ 2 เดือนถัดไป

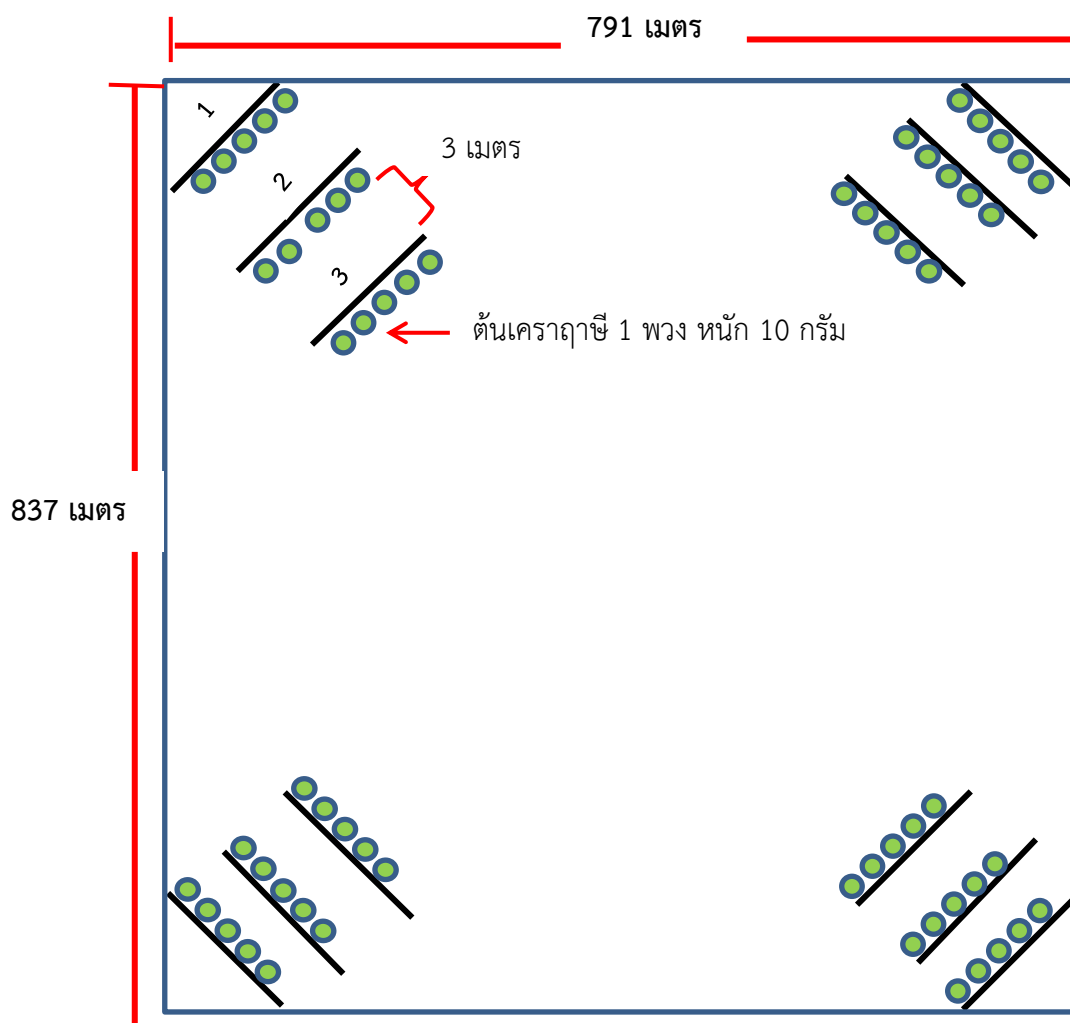
### 3.3.5 ขั้นตอนการทดลอง

นำพืชตัวอย่างที่เก็บได้ในแต่ละเดือนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำชิ้นส่วนของต้นแคราถาซีเพียงเล็กน้อยมาศึกษาลักษณะทางกายภาพของต้นแคราถาซีและอนุภาคฝุ่นละออง ด้วยกล้อง SEM ส่วนที่สอง นำต้นแคราถาซีที่เก็บในแต่ละเดือนมาชะล้างฝุ่นละอองบนพื้นผิวของต้นแคราถาซีออกมา ด้วยน้ำ DI ปริมาณ 200 มิลลิลิตร (ล้าง 3 ครั้ง) เพื่อให้แน่ใจว่าฝุ่นละอองออกมาจนหมดแล้ว นำน้ำที่มีฝุ่นละอองปะปนอยู่เก็บในขวดสีชา เพื่อจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาดด้วยเครื่อง Laser Particle Size Analyzer (วิธีการทดลอง แสดงไว้ในรูปที่ 3-1)



รูปที่ 3-1 สรุปวิธีการทดลอง

### 3.4 ขอบเขตการวิจัย



รูปที่ 3-2 การจัดวางพืชตัวอย่าง (ต้นแคราฤาษี) รอบโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา

3.4.1 พื้นที่ศึกษาบริเวณ 4 ทิศ รอบบริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด แสดงไว้ดังรูปที่ 3-3

3.4.2 ระยะเวลาในการศึกษา 4 เดือน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงระยะเวลา คือ ฤดูฝน (เดือน พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557) และฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558)

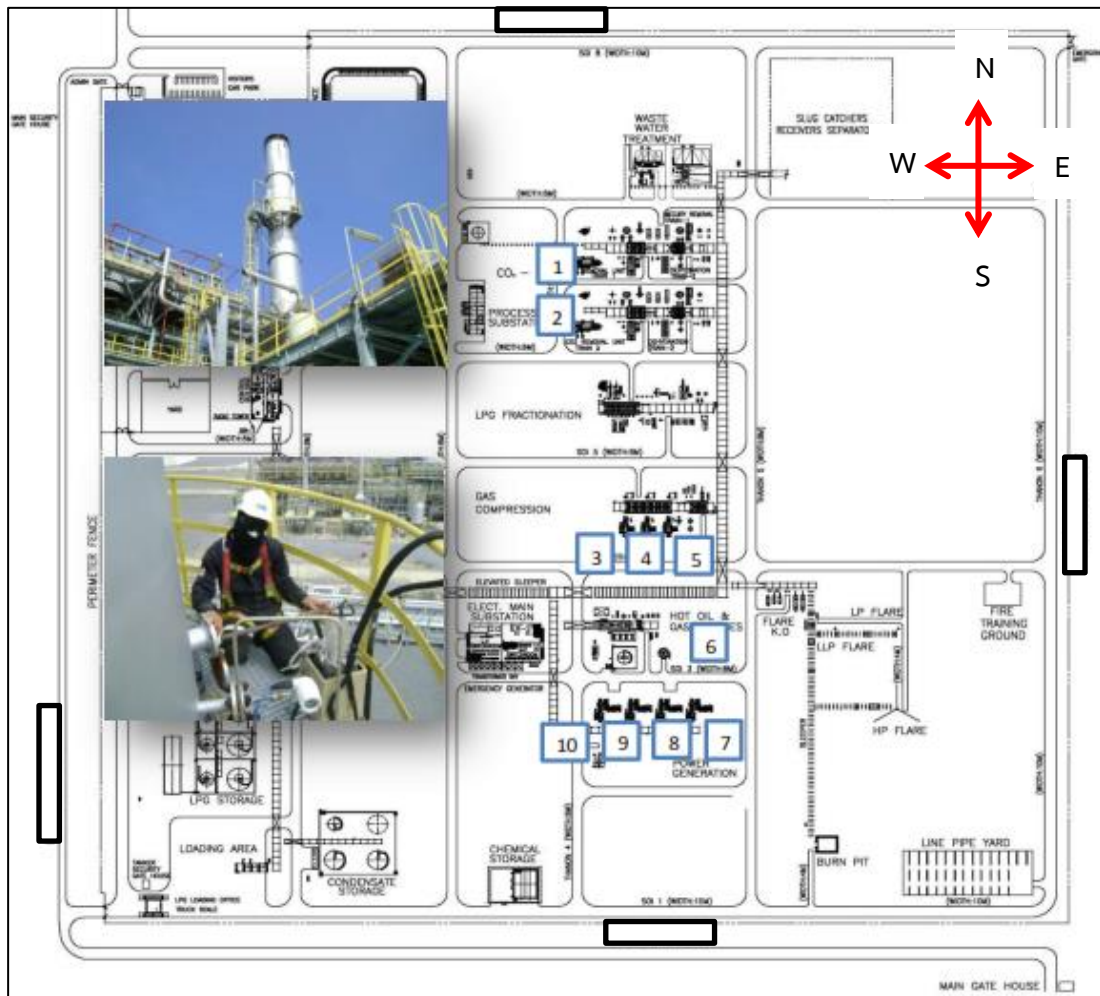
3.4.3 ตัวอย่างต้นแคราฤาษีถูกวางไว้ 4 มุมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ แต่ละมุมมีตัวอย่าง 3 ชุด และวางห่างจากกันชุดละ 3 เมตร ในแต่ละชุดมีต้นแคราฤาษี 5 พวง แต่ละพวงหนัก 10 กรัม

3.4.4 ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ที่เกาะติดกับต้นแคราฤาษี

3.4.5 ศึกษาการนำต้นแคราฤาษีไปใช้ในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง และศึกษาระยะเวลาในการสะสมอย่างเต็มที่ของฝุ่นละอองบนพื้นผิวของต้นแคราฤาษี การจัดวางพืชตัวอย่าง ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-3 แผนที่ทางดาวเทียมบอกที่ตั้งของโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา  
ที่มา: [www.google.com](http://www.google.com)



รูปที่ 3-4 แผนผังโดยรอบของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา  
 ที่มา : Trans Thai-Malaysia (Thailand) Limited รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม  
<http://ttm-jda.com/frontpage>

จากหมายเลขที่กำหนดให้ 1-10 แสดงถึงปล่องภายในโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติที่มีการเผาไหม้ทำให้เกิดฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ แต่เป็นฝุ่นละอองเพียงบางส่วนของฝุ่นละอองที่วัดได้ทั้งหมดจากตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ซึ่งมีปริมาณเพียงเล็กน้อยและไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ดังรูปที่ 3-4

- 1-Thermal Oxidizer 1102-U-01 ความสูงของปล่อง 18 เมตร
- 2-Thermal Oxidizer 1202-U-01 ความสูงของปล่อง 18 เมตร
- 3-GTC (C) ความสูงของปล่อง 25 เมตร
- 4-GTC (B) ความสูงของปล่อง 25 เมตร
- 5-GTC (A) ความสูงของปล่อง 25 เมตร
- 6-Hot Oil ความสูงของปล่อง 41 เมตร
- 7-GTG (D) ความสูงของปล่อง 25 เมตร
- 8-GTG (C) ความสูงของปล่อง 25 เมตร
- 9-GTG (B) ความสูงของปล่อง 25 เมตร
- 10-GTG (A) ความสูงของปล่อง 25 เมตร

## บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

### 4.1 ผลการทดลองในการตรวจวัดปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP

จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ด้วยเครื่อง Laser Particle Size Analyzer จากน้ำล้างฝุ่นละอองปริมาณ 200 มิลลิลิตร โดยใช้ต้นคราถาเป็นตัวอย่างตรวจวัดทางชีวภาพ วิเคราะห์โดยการวางพืชไว้ระยะเวลาหนึ่งเดือน และสองเดือน ได้แก่ เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) และเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) โดยวางต้นคราถาไว้ 4 ทิศ รอบพื้นที่โรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทราเนส ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ดังแสดงในรูปที่ 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5 และ 4-6

**ตารางที่ 4-1** ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบรายเดือนและแบบสองเดือน ในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน)

ขนาดของ ฝุ่นละออง (ไมครอน)	พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน)											
	ปริมาณของฝุ่นละออง (เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ 0.040-2000 ไมครอน)											
	พ.ค. 57				มิ.ย. 57				พ.ค.-มิ.ย. 57			
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W
PM 0.1	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0.01
PM 2.5	1.89	0.86	0.68	1.09	1.38	1.89	0.99	1.04	1.37	7.14	0.59	0.80
PM 10	7.32	4.38	3.6	4.49	6.68	7.32	4.00	4.08	2.57	3.16	3.00	4.11
TSP	36.5	24.0	16.9	23.8	37.5	36.5	28.4	30.7	31.6	29.9	23.2	24.1

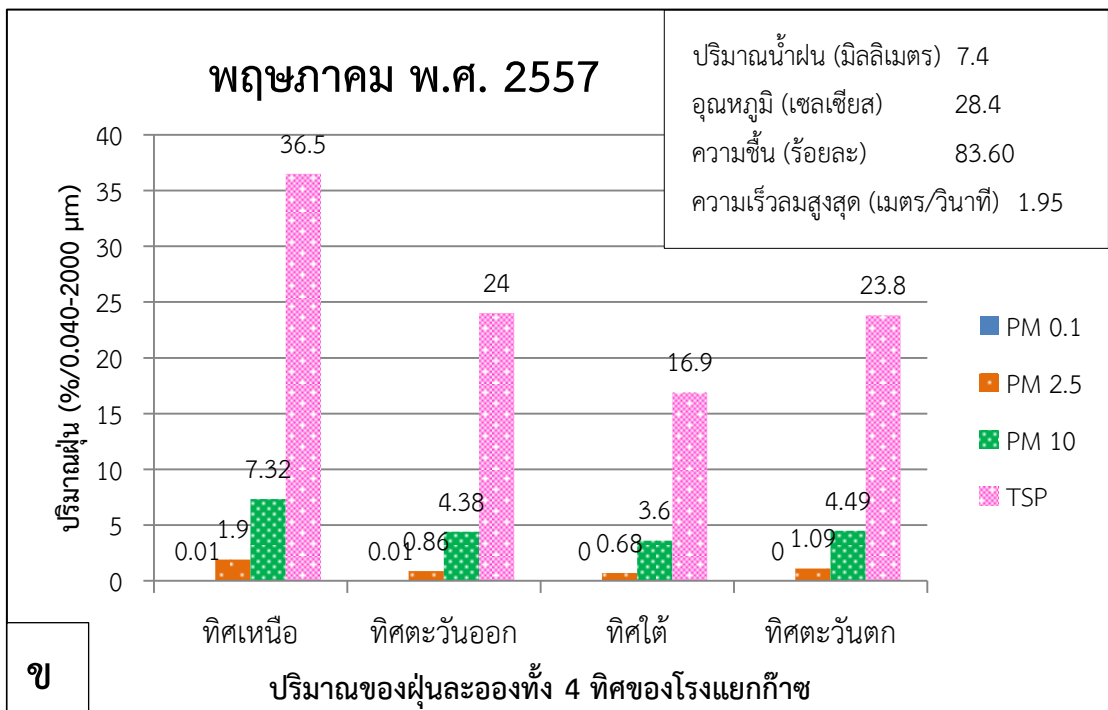
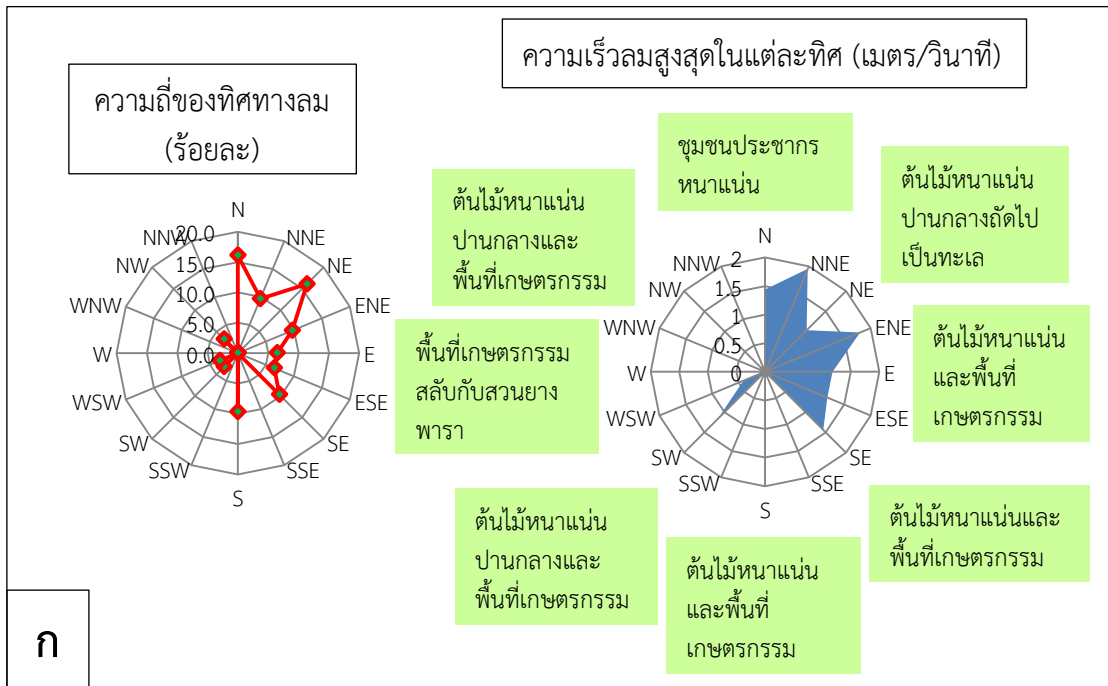
จากตารางที่ 4-1 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบรายเดือนและแบบสองเดือน ในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ช่วงฤดูฝน) โดยจะแสดงปริมาณของฝุ่นละอองทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ได้แก่

ทิศเหนือของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (N)

ทิศตะวันออกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (E)

ทิศใต้ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (S)

ทิศตะวันตกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (W)



รูปที่ 4-1 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ที่มา: ข้อมูลสภาพอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์)

ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง  
 ข ปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาด



ตารางที่ 4-2 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ทิศทางลม	ความถี่ของทิศทางลม (ร้อยละ)	ความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	16.1	1.44
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	9.7	1.95
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	16.1	1.03
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (ENE)	9.7	1.8
ทิศตะวันออก (E)	6.5	1.18
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (ESE)	6.5	1.18
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	9.7	1.44
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)	0	0
ทิศใต้ (S)	9.7	1.23
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	3.2	1.18
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	3.2	0.41
ทิศตะวันตก (W)	0	0
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	3.2	0.82
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	0	0

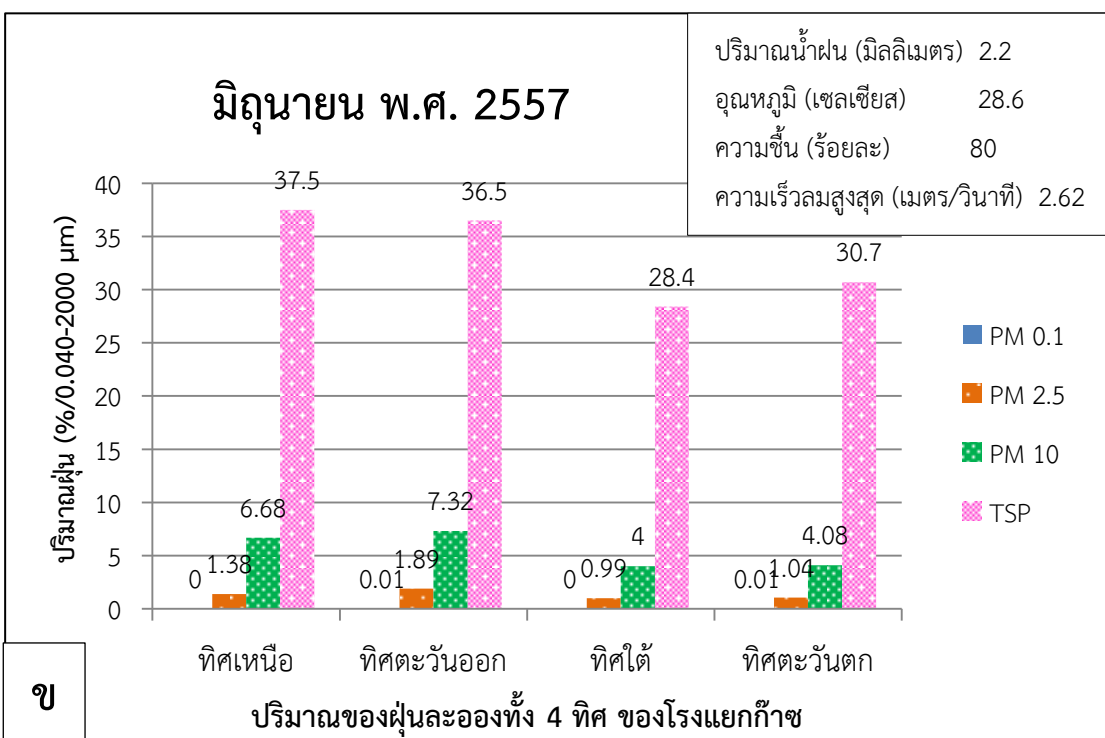
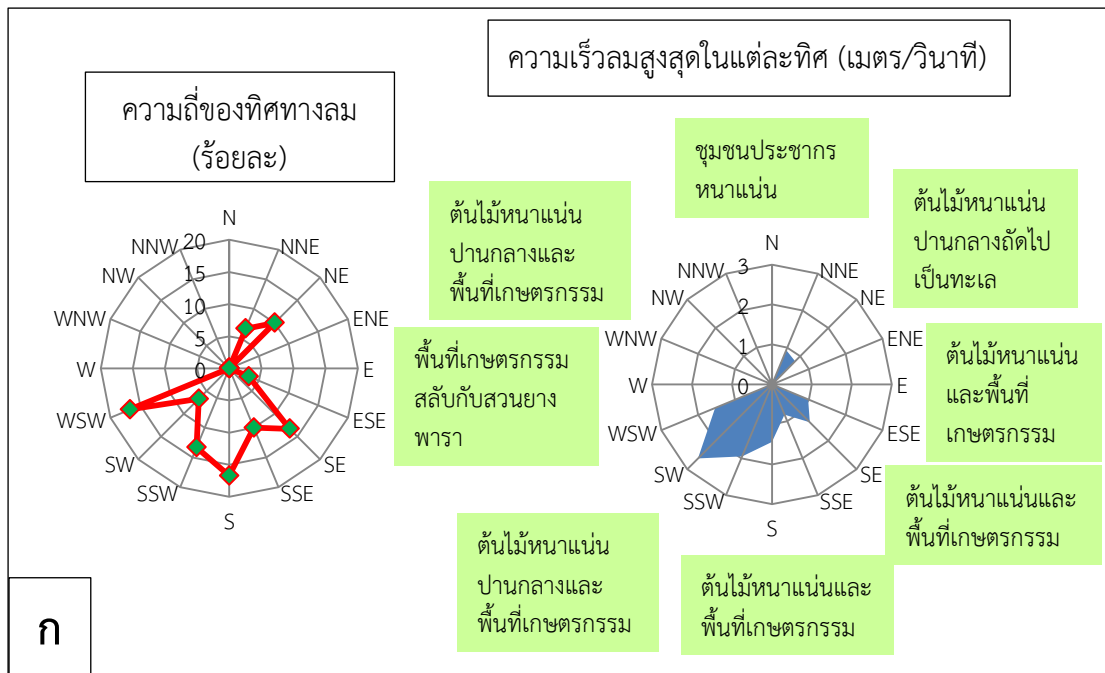
จากรูปที่ 4-1 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 พบว่า ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกที่มีค่าใกล้เคียงกันของฝุ่นละอองทุกขนาด สาเหตุที่ทำให้ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากการประกอบกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งทิศเหนือเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว /วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ บวกกับปัจจัยทางสภาพอากาศ โดยเฉพาะลมเหนือ (N) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งที่มาดังกล่าว ที่มีตำแหน่งอยู่ตรงทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราญาติ) เมื่อลมเหนือพัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองมาสู่ตัวตรวจวัด (ต้นเคราญาติ) แสดงดังตารางที่ 4-2 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น สาเหตุจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่ได้รับอิทธิพลมาจากลม โดยเฉพาะลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เกิดขึ้นทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด

(ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออกพัดมาจึงทำให้ตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ไม่ได้รับฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

ในทิศตะวันตกมีกระบวนการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่งเป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออก (E) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากหน่วยแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ซึ่งค่าของฝุ่นละอองที่ถูกปลดปล่อยจากปล่องเผาไหม้มีปริมาณเพียงเล็กน้อยและไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่อยู่ทางทิศตะวันออกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากทางทิศตะวันออกพัดมาจึงทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปสู่ตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) และฝุ่นละอองที่กระจายบริเวณถนนด้านข้างเข้ามา ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้ฝุ่นละอองเข้าสู่ตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10

ทิศใต้มีปริมาณฝุ่นละอองน้อยที่สุด ซึ่งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีแหล่งที่มาและได้รับอิทธิพลมาจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติที่ถูกลมเหนือ (N) พัดเอาฝุ่นละอองจากกิจกรรมที่เกิดจากทางทิศเหนือ คือเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และฝุ่นละอองจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการปลดปล่อยของปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 (ความสูง 18-25 เมตร) ค่าปริมาณฝุ่นละอองจากปล่องมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป เข้าสู่ทิศใต้ที่มีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10



รูปที่ 4-2 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ที่มา: สภาพอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์)

ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง  
 ข ปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาด

ตารางที่ 4-3 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ทิศทางลม	ความถี่ของทิศทางลม (ร้อยละ)	ความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	0	0
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	6.7	0.93
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	10	0.82
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	0	0
ทิศตะวันออก (E)	0	0
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	3.3	0.98
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	13	1.34
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)	10	0.82
ทิศใต้ (S)	16.7	1.44
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	13.3	1.95
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	6.7	2.62
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	16.7	1.54
ทิศตะวันตก (W)	0	0
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0	0
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	0	0

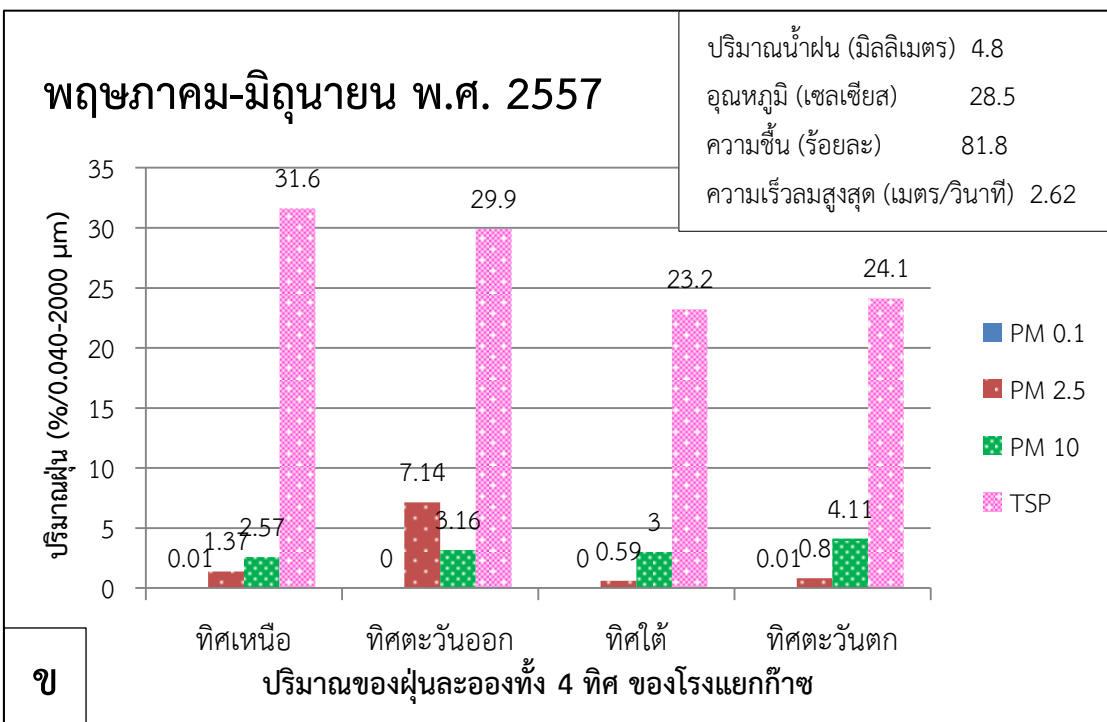
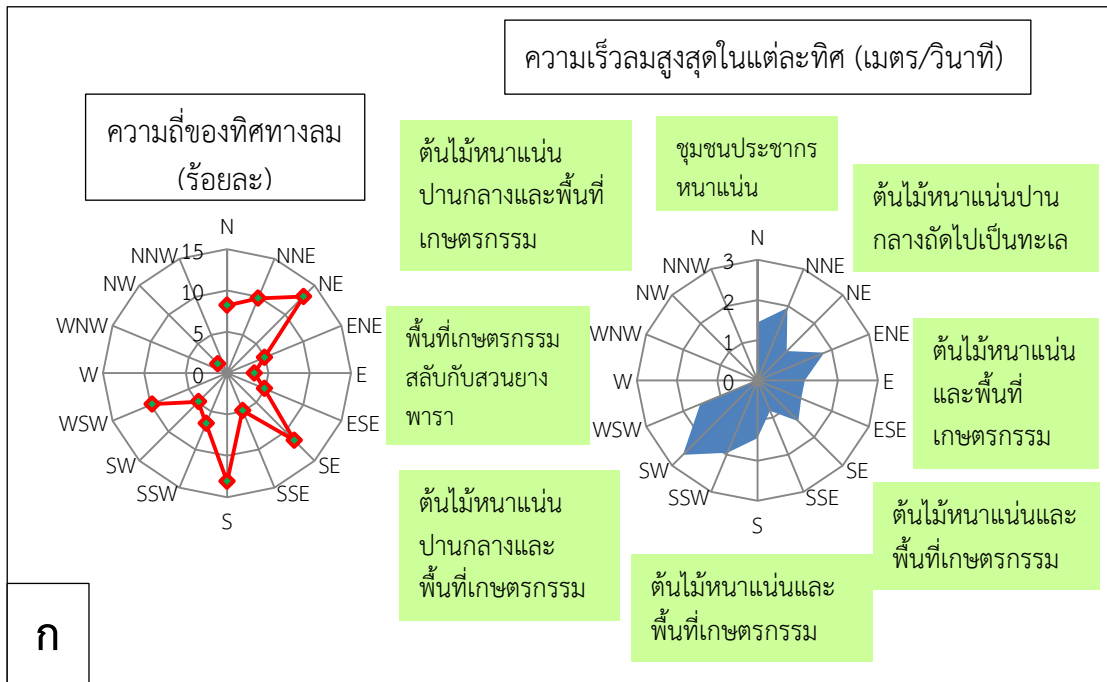
จากรูปที่ 4-2 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM<sub>0.1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> และ TSP ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 พบว่าทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือทิศตะวันออกเฉียงและทิศตะวันตกตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากการประกอบกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งทิศเหนือเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ บวกกับได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศ โดยเฉพาะลมใต้ (S) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการปลดปล่อยของปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 (ความสูง 18-25 เมตร) ค่าปริมาณฝุ่นละอองจากปล่องมีเพียงเล็กน้อยและไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป จากทิศใต้เข้าสู่ทิศเหนือที่มีตัวตรวจวัด (ต้นแคราถาซี) แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10

ทิศตะวันออกเฉียงปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการปลดปล่อยของปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 (ความสูง 18-25 เมตร) ค่าปริมาณฝุ่นละอองจากปล่องมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่ถูกลมใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW) พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิด

ที่อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) และกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติที่เข้ามาส่งผลด้วยเช่นกัน แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10

ทิศตะวันตกปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออกเฉียงใต้ (ESE) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและปล่องเผาไหม้หมายเลข 6, 7, 8, 9 และ 10 (ความสูง 18-25 เมตร) ค่าปริมาณฝุ่นละอองจากปล่องมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) และทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ESE) เข้าหาตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) บวกกับปัจจัยกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติที่เข้ามาเสริม แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10

ในทิศใต้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะลมใต้ (S) และลมจากทิศอื่นๆ พัดเอาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าหาตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) แสดงดัง ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง จากรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-3 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557

ที่มา: สภาพอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์)

ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง

ข ปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาด

ตารางที่ 4-4 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557

ทิศทางลม	ความถี่ของทิศทางลม (ร้อยละ)	ความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	8.2	1.44
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	9.8	1.95
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	13.1	1.03
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (ENE)	4.9	1.8
ทิศตะวันออก (E)	3.3	1.18
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (ESE)	4.9	1.18
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	11.5	1.44
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)	4.9	0.82
ทิศใต้ (S)	13.1	1.44
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	6.6	1.95
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	4.9	2.62
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	9.8	1.54
ทิศตะวันตก (W)	0	0
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	1.6	0.82
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	0	0

จากรูปที่ 4-3 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM<sub>0.1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> และ TSP ในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 พบว่าทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สาเหตุที่ทำให้ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากการประกอบกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งทิศเหนือเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และได้รับอิทธิพลจากปัจจัยของสภาพอากาศ โดยเฉพาะลมเหนือ (N) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากการฟุ้งกระจาย เมื่อมียานพาหนะสัญจรไป-มา ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือมีตำแหน่งเหนือจากตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือพัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองมาสู่ตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) นอกจากลมเหนือแล้วยังมีลมใต้ (S) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วนไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป

ทิศตะวันออกเฉียงใต้ได้รับอิทธิพลจากลมในแต่ละทิศทางที่พัดเอาฝุ่นละอองจากกิจกรรมรอบนอกเข้ามา โดยเฉพาะลมตะวันออกเฉียงใต้ (E) เนื่องจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศ

ตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออก (E) พัดมาจึงทำให้ตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ไม่ได้รับฝุ่นละอองจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ แสดงดังรูปที่ 4-3, และ 4-9

ทิศตะวันตกปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และกิจกรรมจากกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมถึงปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ซึ่งแหล่งกำเนิดดังกล่าวมีตำแหน่งทางทิศตะวันออกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) จึงถูกลมตะวันออก (E) พัดเข้าหาทิศตะวันตกที่มีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี)

ทิศใต้ปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่ถูกลมเหนือ (N) พัดเอาฝุ่นละอองจากทางทิศเหนือ ซึ่งเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง และเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และได้รับอิทธิพลจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่อยู่ทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาจึงพัดเอาฝุ่นละอองไปทางทิศใต้



ตารางที่ 4-5 ปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบรายเดือนและแบบสองเดือน ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน)

ขนาดของฝุ่น ละออง (ไมครอน)	กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน)											
	ปริมาณของฝุ่นละออง (เปอร์เซ็นต์/ตั้งแต่ 0.040-2000 ไมครอน)											
	ก.พ. 58				มี.ค. 58				ก.พ.- มี.ค. 58			
	N	E	S	W	N	E	S	w	N	E	S	W
PM 0.1	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0.02	0.01	0	0.01	0.01
PM 2.5	1.1	0.76	5.79	4.00	3.93	6.21	2.20	2.35	2.07	1.34	1.17	1.65
PM 10	3.22	3.04	2.31	5.77	5.31	6.89	7.54	15.55	6.87	3.41	2.82	7.35
TSP	37.1	33.6	26.8	54.9	65.3	57.7	50.5	73.1	41.1	32.9	36.6	46.2

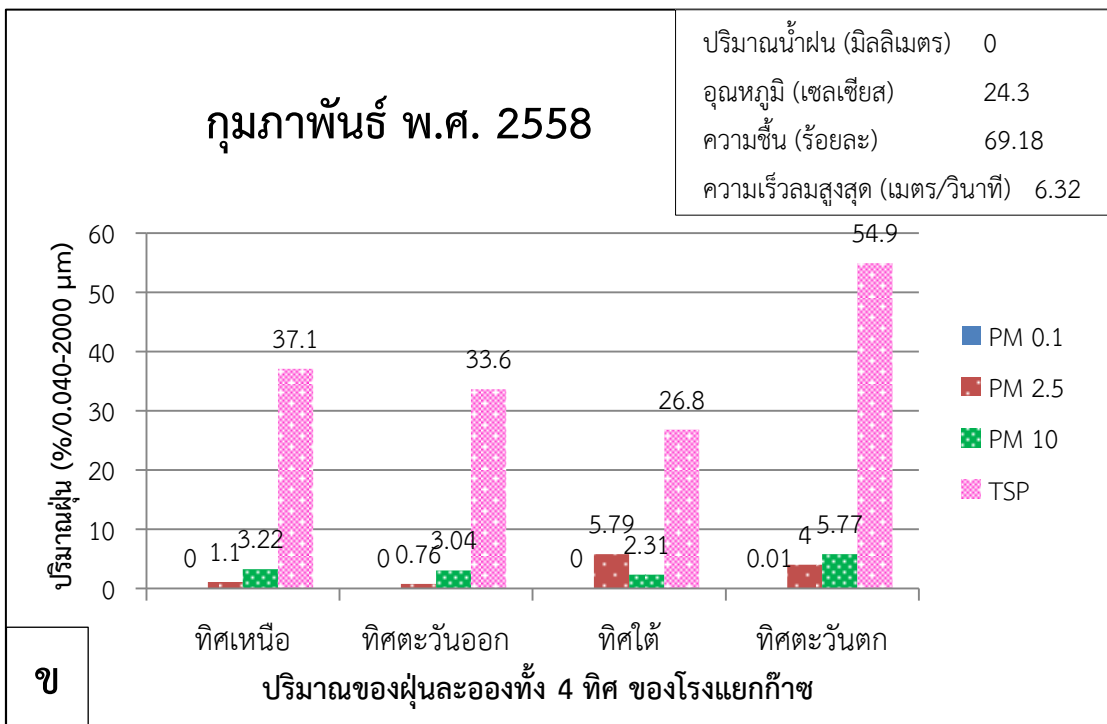
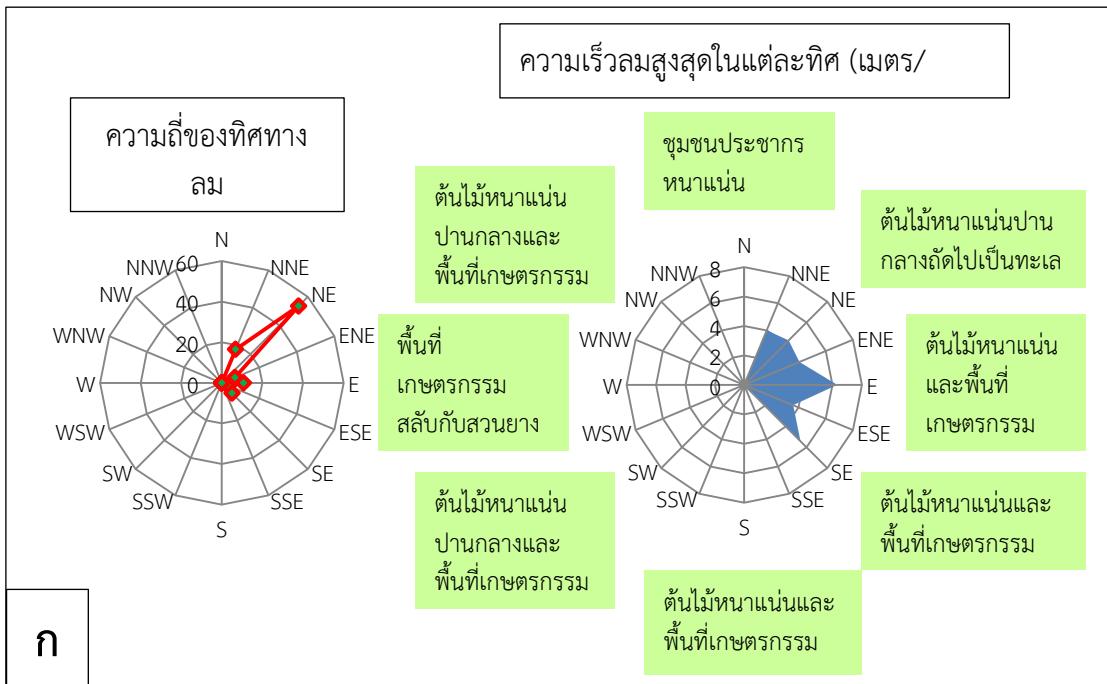
จากตารางที่ 4-5 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบรายเดือนและแบบสองเดือน ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) โดยจะแสดงปริมาณของฝุ่นละอองทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ได้แก่

ทิศเหนือของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (N)

ทิศตะวันออกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (E)

ทิศใต้ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (S)

ทิศตะวันตกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ (W)



รูปที่ 4-4 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ที่มา: สภาพอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์)

ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง

ข ปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาด

ตารางที่ 4-6 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

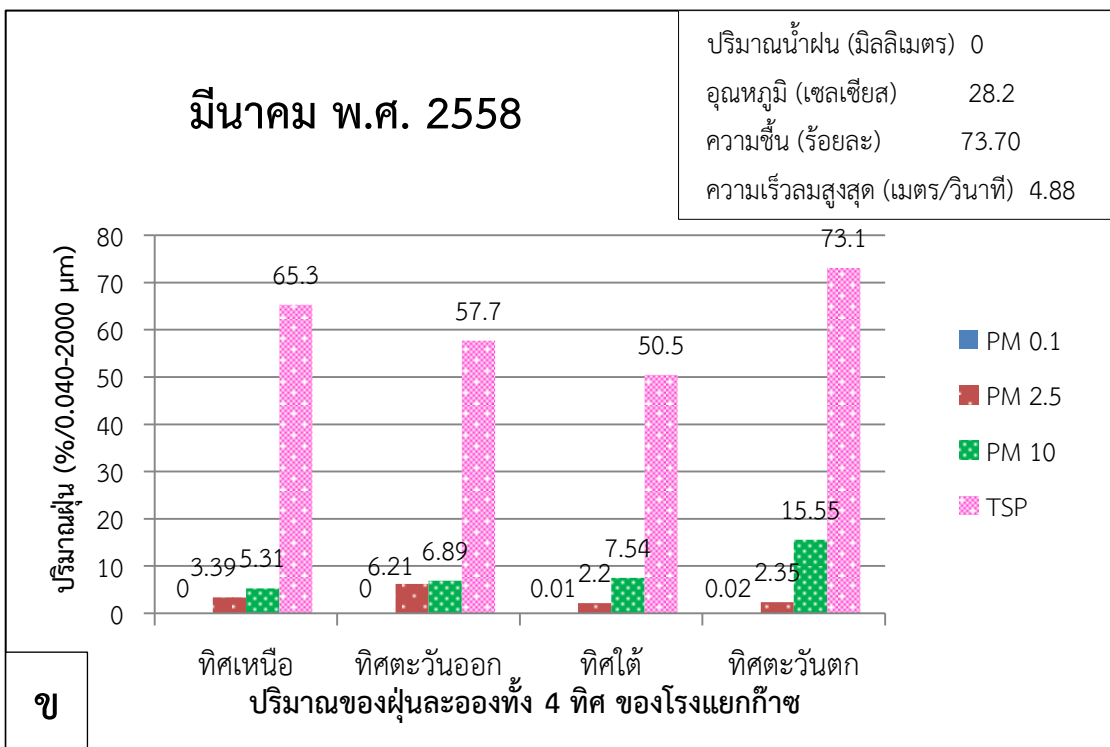
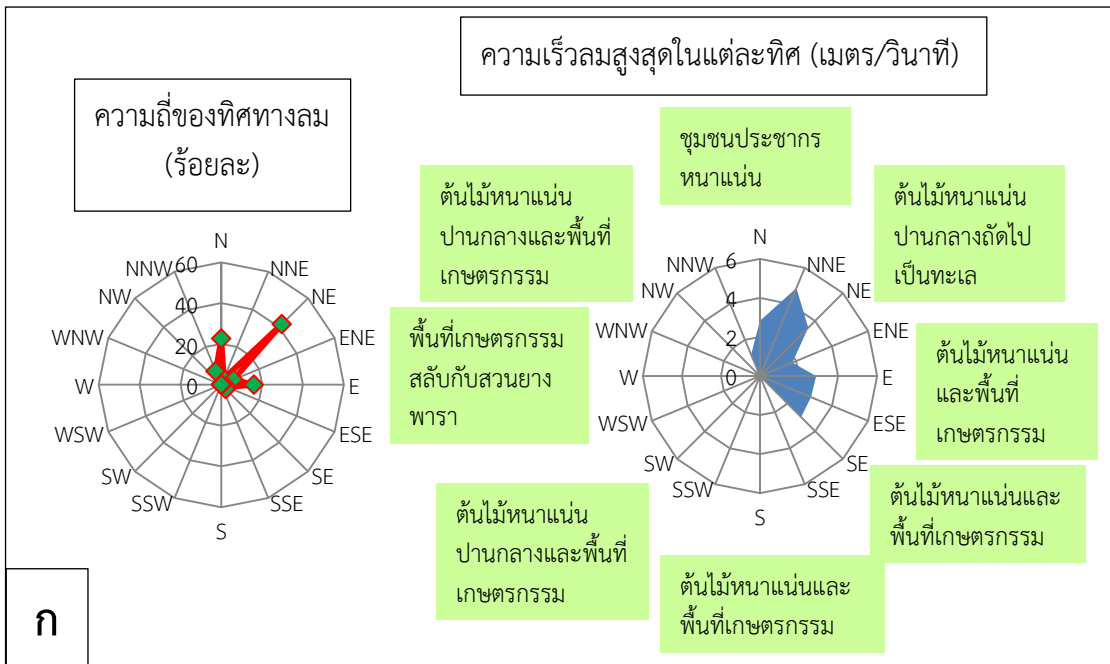
ทิศทางลม	ความถี่ของทิศทางลม (ร้อยละ)	ความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	0	0
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	17.9	4.01
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	53.6	4.27
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ (ENE)	7.1	4.06
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางใต้ (ESE)	3.6	3.6
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	7.1	5.4
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)	0	0
ทิศใต้ (S)	0	0
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0	0
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	0	0
ทิศตะวันตก (W)	0	0
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0	0
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	0	0

จากรูปที่ 4-4 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM<sub>0.1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> และ TSP ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 พบว่า ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองทุกขนาดมากที่สุดรองลงมา คือ ทิศเหนือ สาเหตุที่ทำให้ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด เนื่องมาจากการประกอบกิจกรรมของ โรงแยกก๊าซ การขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และกิจกรรมจากกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่อยเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4, และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อถูกลมตะวันออกเฉียง (E) พัดมาสู่ทิศตะวันตกที่ ซึ่งวางตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ไว้ ประกอบกับเดือนกุมภาพันธ์เป็นฤดูร้อน จึงมีปัจจัยทางสภาพอากาศเข้ามามีอิทธิพล ในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงกว่าฤดูฝน ไม่มีฝนตก อีกทั้ง มีความเร็วลมสูงถึง 6.32 ซึ่งมากกว่าฤดูฝน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายมากกว่าปกติ

ทิศเหนือได้รับอิทธิพลจากการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4-9

ในทิศตะวันออกปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรง  
แยกก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซ  
ธรรมชาติมีตำแหน่งอยู่ทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออก (E) พัด  
มาจึงทำให้ตัวตรวจวัดในทิศตะวันออกไม่ได้รับฝุ่นละอองจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

ทิศใต้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรม  
ชาติ จากกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5  
(ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่ถูก  
ลมทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออก (NNE) พัดเอาฝุ่นละอองที่อยู่ทางทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออก  
ของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) มายังทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW) จึงทำให้ตัวตรวจวัด (ต้นเครา  
ฤาษี) ที่อยู่ในตำแหน่งทิศใต้ได้รับฝุ่นละออง แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10



รูปที่ 4-5 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ที่มา: สภาพอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์)

ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง

ข ปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาด

ตารางที่ 4-7 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

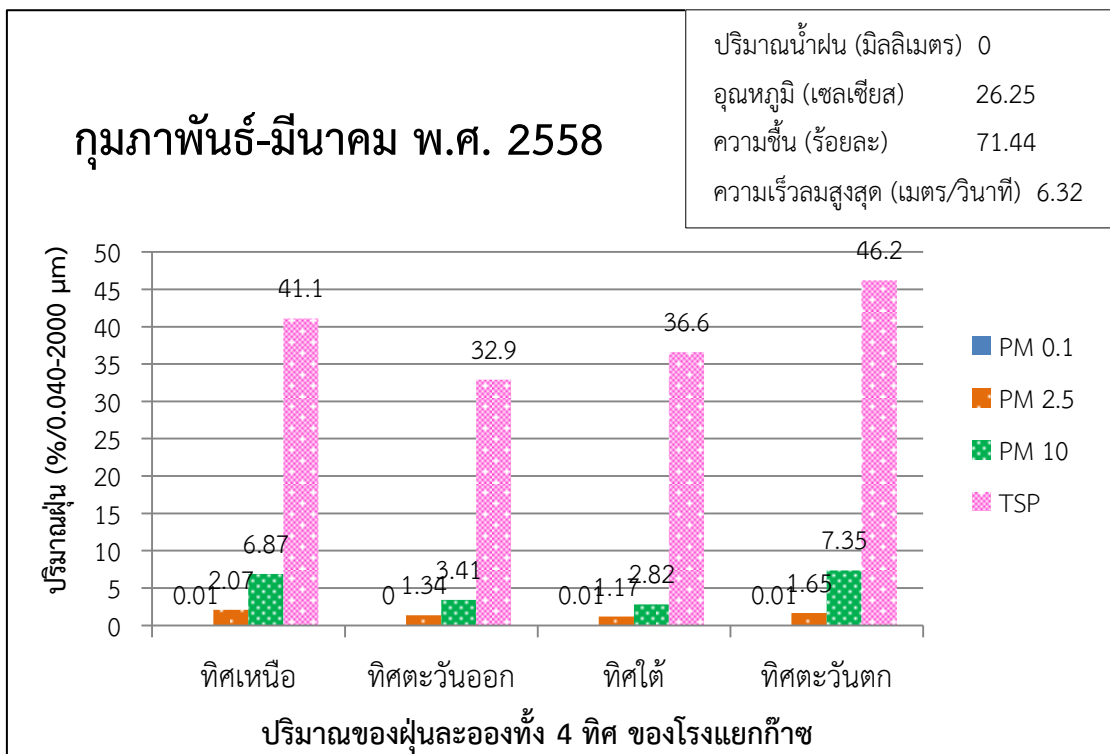
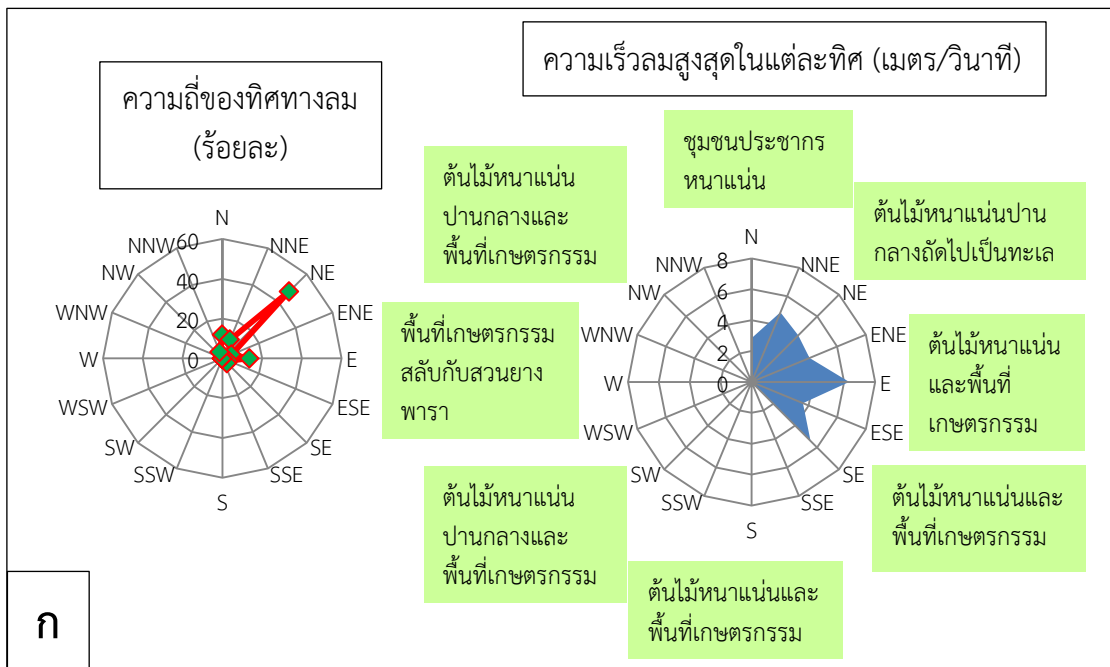
ทิศทางลม	ความถี่ของทิศทางลม (ร้อยละ)	ความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	22.6	2.83
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	3.2	4.88
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	41.9	3.5
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	6.5	1.8
ทิศตะวันออก (E)	16.1	2.88
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	3.2	2.83
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	3.2	2.98
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)	0	0
ทิศใต้ (S)	0	0
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0	0
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	0	0
ทิศตะวันตก (W)	0	0
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0	0
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	0	1.18

จากรูปที่ 4-5 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM<sub>0.1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> และ TSP ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 พบว่า ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือ ทิศเหนือ สาเหตุที่ทำให้ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด เนื่องจากการประกอบกิจกรรมการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และการคมนาคมขนส่งบริเวณถนนทางด้านข้างโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งมีตำแหน่งทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง และกิจกรรมในกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่ถูกลมตะวันออกเฉียง (E) พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดดังกล่าวพัดไปยังทิศตะวันตกที่มีตำแหน่งของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี)

ทิศเหนือได้รับอิทธิพลจากการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออกที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ ซึ่งมีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง แสดงดังรูปที่ 4-9

ทิศตะวันออกปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่ของฝุ่นละอองมีตำแหน่งอยู่ทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมตะวันออกเฉียง (E) และลมทิศอื่นๆ ดังรูป ก บังจี้ภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง ของรูปที่ 4-5 พัดไปยังตะวันตกจึงทำให้พาเอาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้ามายังตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี)

ทิศใต้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากการดำเนินกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และจากแหล่งกำเนิดจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ ซึ่งมีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10



รูปที่ 4-6 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558

ที่มา: สภาพอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์)

ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง

ข ปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาด



ตารางที่ 4-8 ทิศทางและความเร็วลมประจำเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558

ทิศทางลม	ความถี่ของทิศทางลม (ร้อยละ)	ความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	12.1	2.83
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	10.3	4.88
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	48.3	4.27
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	5.2	4.06
ทิศตะวันออก (E)	13.8	6.32
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	3.4	3.6
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	3.4	5.4
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)	0	0
ทิศใต้ (S)	0	0
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0	0
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	0	0
ทิศตะวันตก (W)	0	0
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)	0	0
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0	0
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	3.4	0

จากรูปที่ 4-6 ปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM<sub>0.1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> และ TSP ในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 พบว่า ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมา คือ ทิศเหนือ สาเหตุที่ทำให้ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด เนื่องมาจากการประกอบกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ กระบวนการขนถ่ายก๊าซ NGV และการคมนาคมขนส่ง ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และการคมนาคมขนส่งบริเวณถนนด้านข้างซึ่งอยู่ทิศเหนือของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ และเหนือตำแหน่งของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง และกิจกรรมของกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่อยเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่ถูกลมตะวันออกเฉียง (E) พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดดังกล่าวพัดไปยังทิศตะวันตกที่มีตำแหน่งของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10

ทิศเหนือปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ได้รับอิทธิพลจากการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

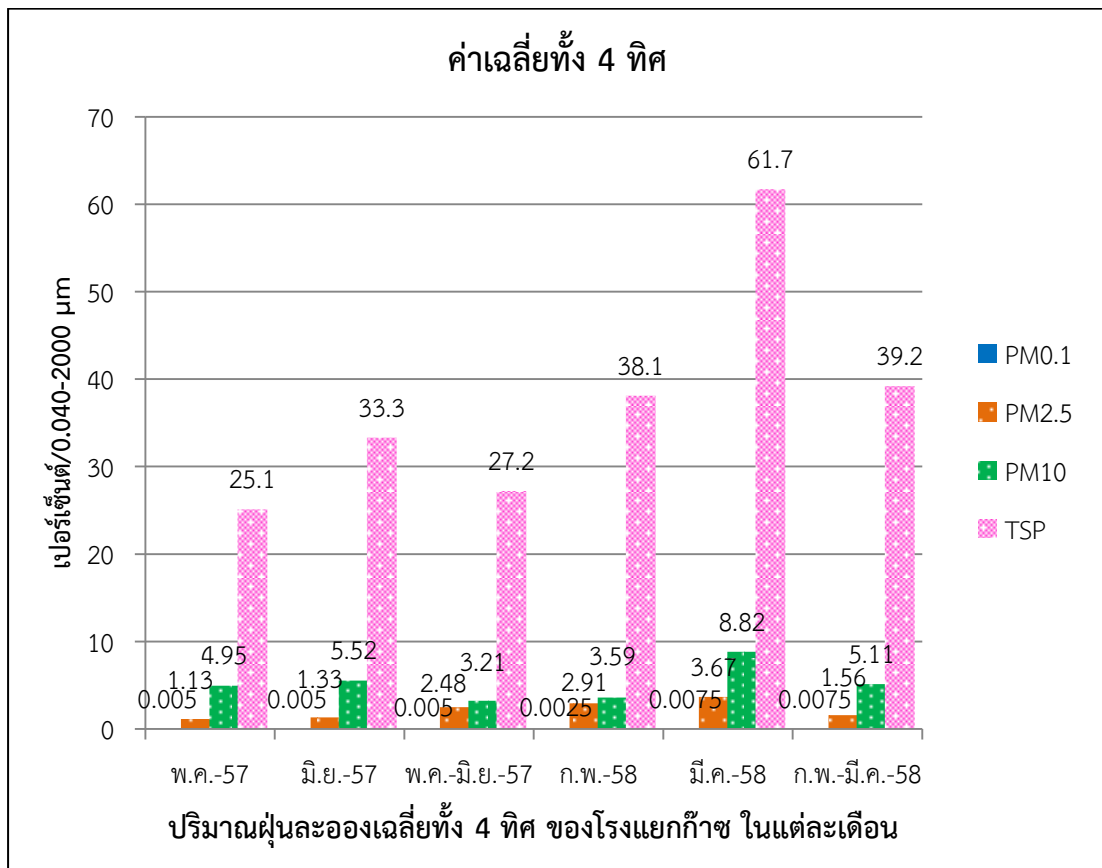
เกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ที่มีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10

ทิศตะวันออกปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่ของฝุ่นละอองมีตำแหน่งอยู่ทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออก (E) และลมทิศอื่นๆ ดังรูป ก ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝุ่นละออง ของรูปที่ 4-6 พัดไปยังตะวันตก จึงทำให้เอาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้ามายังตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี)

ทิศใต้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และแหล่งกำเนิดจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ ซึ่งมีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง แสดงดังรูปที่ 4-9 และ 4-10

ตารางที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP รวมทั้ง 4 ทิศของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ แบบรายเดือนจากเดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 และแบบสองเดือนจากเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 และจากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558

เดือนที่ทำการ ทดลอง	ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และTSP ทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซ (เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ 0.040-2000 ไมครอน)			
	PM0.1	PM2.5	PM10	TSP
พฤษภาคม พ.ศ. 2557	0.005	1.13	4.95	25.1
มิถุนายน พ.ศ. 2557	0.005	1.33	5.52	33.3
พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557	0.005	2.48	3.21	27.2
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	0.0025	2.91	3.51	38.1
มีนาคม พ.ศ. 2558	0.0075	3.67	8.82	61.7
กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	0.0075	1.56	5.11	39.2



**รูปที่ 4-7** ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา

จากรูปที่ 4-7 แสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองแต่ละขนาดมีค่าที่แตกต่างกัน โดยในแต่ละเดือนค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM0.1 และ PM2.5 มีค่าที่ใกล้เคียงกันจนถึง ฝุ่นละอองที่มีขนาด PM10 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้น และเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของ TSP ซึ่งมีค่าสูงที่สุดต่างจากฝุ่นละอองทั้งสามขนาด

ในขณะเดียวกัน TSP ของฤดูร้อน เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 มีปริมาณสูงกว่าฤดูฝน เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 เป็นอย่างมาก TSP ของฤดูฝน พบว่า มีปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือนและแบบสองเดือนมีค่าที่ใกล้เคียงกันแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วน TSP ของฤดูร้อนปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือนและแบบสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก โดยส่วนใหญ่ปริมาณฝุ่นละอองแบบรายเดือนจะมีค่าสูงกว่าแบบสองเดือน จากรูปที่ 4-7 ทำให้ทราบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บกักฝุ่นละออง และควรทำการชะล้างฝุ่นละอองออกจากต้นเคราฟ้าชื้ออยู่ที่หนึ่งเดือน

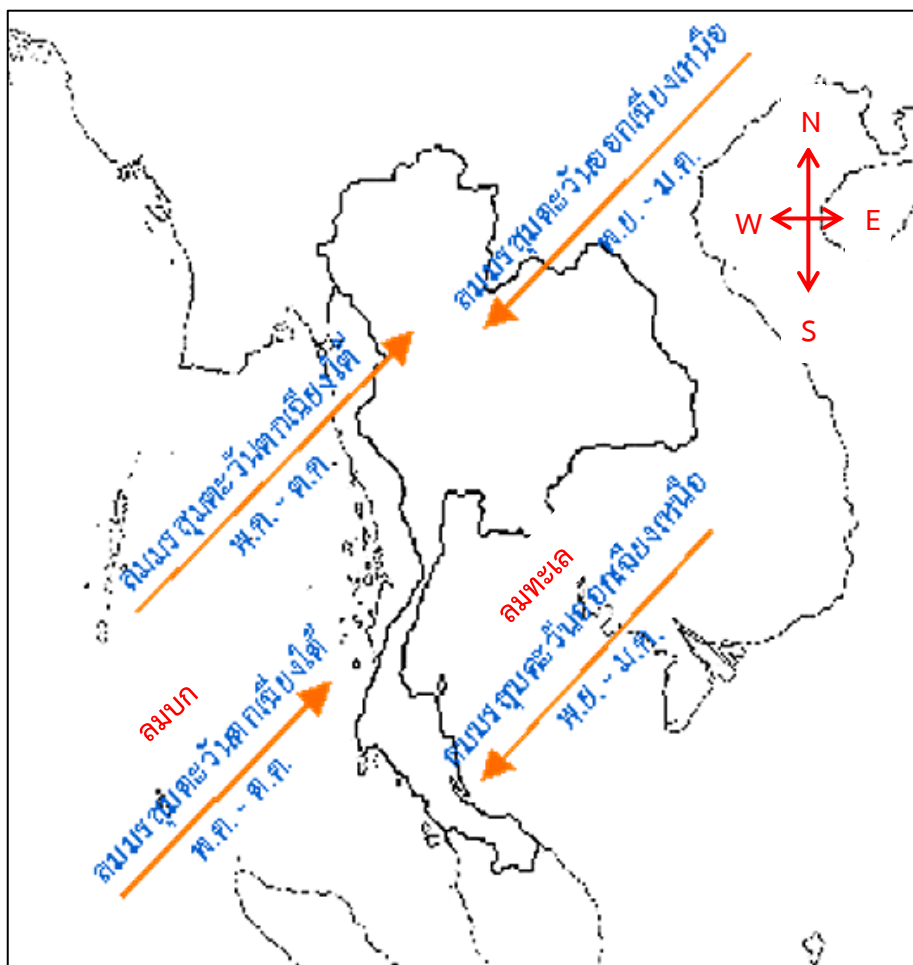
#### 4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองหาปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง LS Particle Size Analyzer ปริมาณของฝุ่นละอองทั้ง 4 ทิศ รอบโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ของในแต่ละเดือน พบว่า TSP มีค่าปริมาณฝุ่นละอองสูงสุดและมีค่าห่างจากปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5 และ PM10 เป็นจำนวนมาก ทำให้ทราบว่าต้นคราธาซีมีความสามารถในดักจับฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลง หรือฝุ่นรวม (TSP) มากที่สุด โดยสามารถดูได้จากรูปที่ 4-7

จากการทดลองแบบรายเดือน พบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีปริมาณของฝุ่นละอองเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 สาเหตุเนื่องจากในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 เป็นฤดูร้อน ไม่มีฝน ปริมาณความชื้นในอากาศน้อย ลมมีความเร็วสูง จึงทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้มากกว่า แสดงดังรูปที่ 4-1, 4-2, 4-4 และ 4-5

ในการทดลองแบบสองเดือน พบว่า ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) มีปริมาณของฝุ่นละอองเพิ่มสูงขึ้น มากกว่าเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) เนื่องจากตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 เป็นฤดูร้อน ไม่มีฝน ปริมาณความชื้นในอากาศน้อย ลมมีความเร็วสูง ทิศของลมส่วนใหญ่จะพัดมาในทิศทางเดียวเมื่อเทียบกับเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 จึงทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้มากกว่า แสดงดังรูปที่ 4-3 และ 4-6

จากการทดลองปริมาณฝุ่นละอองแต่ละขนาดทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติในแต่ละเดือนมาเฉลี่ย พบว่า TSP มีปริมาณสูงสุด และ TSP ในฤดูร้อน เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 มีปริมาณสูงกว่าฤดูฝน เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 เป็นอย่างมาก TSP ของฤดูฝนพบว่า มีปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือนและแบบสองเดือนมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วน TSP ของฤดูร้อนมีปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือนและแบบสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก โดยส่วนใหญ่ปริมาณฝุ่นละอองแบบรายเดือนจะมีค่าสูงกว่าแบบสองเดือน จากรูปที่ 4-7 ทำให้ทราบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บกักฝุ่นละออง และควรทำการชะล้างฝุ่นละอองออกจากต้นคราธาซีอยู่ที่หนึ่งเดือน



รูปที่ 4-8 ทิศทางลมมรสุมของประเทศไทย

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา <http://www.sattmet.tmd.go.th>

<http://www.songkhla.tmd.go.th/satellite/satellite.html>

1. ทิศทางลมในฤดูกาลและลมมรสุมของประเทศไทย

ฤดูฝน ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม

ฤดูร้อน ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-มกราคม

2. ทิศทางของลมบก ลมทะเล

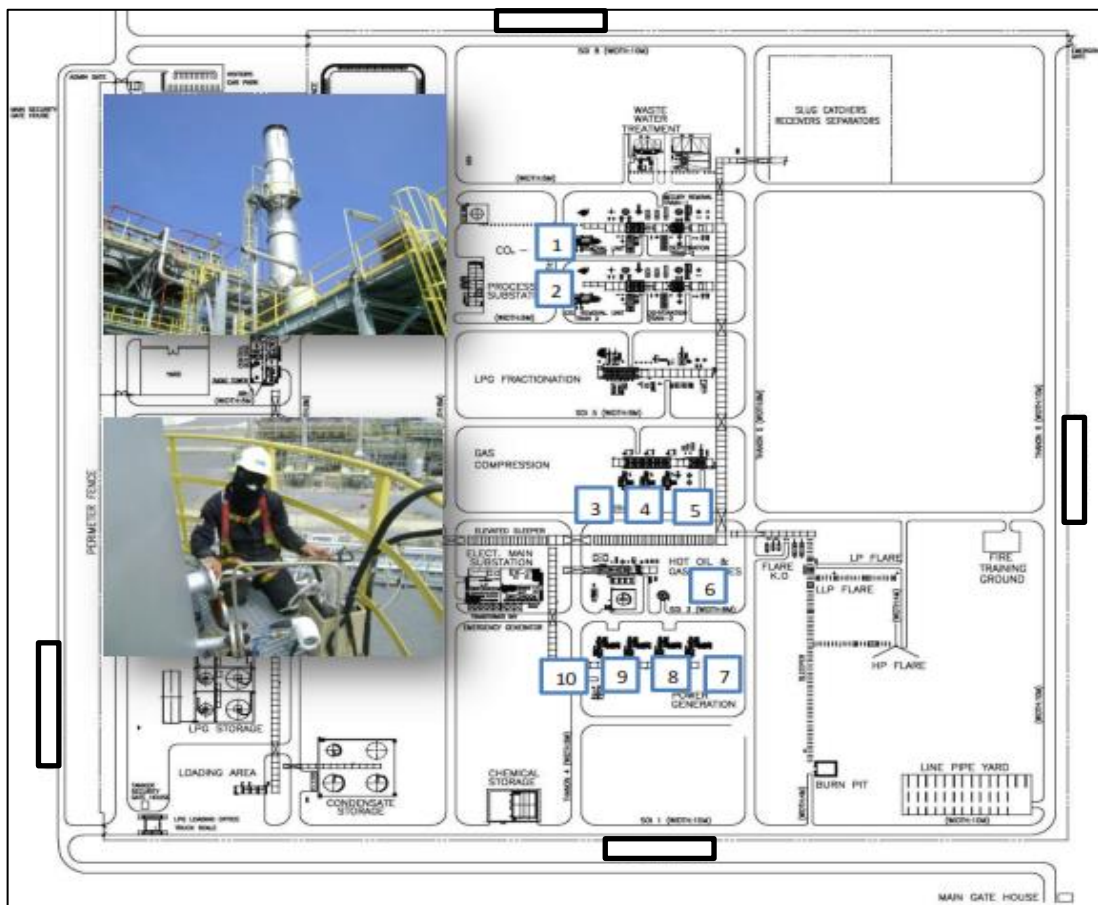
ลมทะเล ในเวลากลางวันพื้นดินรับความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ ทำให้อากาศเหนือพื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นน้ำมีความกดอากาศสูงกว่าพื้นดิน เป็นผลให้อากาศเหนือพื้นน้ำมีความกดอากาศสูงกว่าเคลื่อนที่เข้าหาบริเวณพื้นดินที่มีความกดอากาศต่ำกว่า หรือเกิดลมพัดจากทะเลเข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน

ลมบก ในเวลากลางคืนพื้นดินคลายความร้อนกว่าพื้นน้ำ ทำให้อากาศเหนือพื้นดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ หรืออากาศเหนือพื้นดินมีความกดอากาศสูงกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ เป็นผลให้อากาศเหนือพื้นดินที่มีความกดอากาศสูงกว่าเคลื่อนที่เข้าหาบริเวณพื้นน้ำที่มีความกดอากาศต่ำกว่า หรือลมพัดจากบกสู่ทะเลในเวลากลางคืน



รูปที่ 4-9 แผนผังการดำเนินกิจกรรมภายในและรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา

จากรูปที่ 4-9 แผนผังการดำเนินกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ในกระบวนการดำเนินงานจะเห็นได้ว่าทิศเหนือของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เป็นด้านหน้าของโรงแยกก๊าซเป็นเส้นทางหลักในการผ่านเข้าสู่โรงแยกก๊าซ และจะต้องมีการตรวจสอบโดยพนักงานรักษาความปลอดภัย ก่อนเข้าสู่สำนักงานติดต่อประสานงาน ในการติดต่อประสานงานกับทางโรงแยกก๊าซทำให้มียานพาหนะเข้า-ออก โรงแยกก๊าซ เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน ส่วนทิศตะวันออกมีกระบวนการหน่วยแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซธรรมชาติและมีปล่องเผาไหม้หมายเลข 1 และ 2 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน ซึ่งค่าที่ได้มีปริมาณฝุ่นละอองเพียงเล็กน้อย และไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ถัดมาเป็นทิศใต้บริเวณนี้จะมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าและมีปล่องเผาไหม้หมายเลข 6, 7, 8, 9 และ 10 ส่วนปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4 และ 5 มีตำแหน่งอยู่บริเวณกึ่งกลางของโรงแยกก๊าซ ในทิศตะวันตกบริเวณนี้จะเป็นหน่วยขนถ่ายก๊าซ NGV ในการขนถ่ายจะต้องใช้ยานพาหนะมีรถเข้า-ออก บริเวณนี้ตลอดเวลาในการดำเนินการ เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน ส่วนบริเวณรอบนอกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้และพื้นที่ทำการเกษตรกรรม ยกเว้นทิศเหนือของโรงแยกก๊าซที่มีชุมชนประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น



รูปที่ 4-10 แผนที่ภายในโดยรอบพื้นที่โรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา

ที่มา : Trans Thai-Malaysia (Thailand) Limited รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม  
<http://ttm-jda.com/frontpage>

จากหมายเลขที่กำหนดให้ 1-10 แสดงถึงปล่องเผาไหม้ภายในโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติที่มีการเผาไหม้ทำให้เกิดฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ ดังรูปที่ 4-10

- 1-Thermal Oxidizer 1102-U-01
- 2-Thermal Oxidizer 1202-U-01
- 3-GTC (C)
- 4-GTC (B)
- 5-GTC (A)
- 6-Hot Oil
- 7-GTG (D)
- 8-GTG (C)
- 9-GTG (B)
- 10-GTG (A)



ตารางที่ 4-10 ปริมาณฝุ่นละอองที่ปลดปล่อยจากปล่องเผาไหม้ภายในโรงแยกก๊าซธรรมชาติที่มีการเผาไหม้ทำให้เกิดฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ ดังรูปที่ 4-10

ปล่องที่ปล่อย ฝุ่นละอองสู่ บรรยากาศ	วัน/เดือน/ปี ที่ทำการตรวจวัด							
	ปล่องสูง (เมตร)	ก.พ. 57	พ.ค. 57	ส.ค. 57	ต.ค. 57	ก.พ. 58	พ.ค. 58	ส.ค. 58
1. GTC (A)	25	1.91	-	2.13	-	26.9	-	1.73
2. GTC (B)	25	2.20	3.75	-	10.3	-	13.2	2.45
3. GTC (C)	25	-	9.87	1.39	6.61	16.9	8.51	-
4. GTG (A)	25	1.94	16.5	-	23.8	5.34	3.15	-
5. GTG (B)	25	-	8.12	2.52	-	4.62	-	6.01
6. GTG (C)	25	1.39	13.0	1.42	18.9	2.36	10.2	2.55
7. GTG (D)	25	1.06	-	1.04	15.0	-	1.65	2.35
8. Hot Oil	41	2.27	0.72	0.42	4.29	0.88	18.6	0.29
9. Thermal Oxidizer 1102-U-01	18	0.66	0.50	1.93	37.0	1.16	3.24	1.59
10. Thermal Oxidizer 1202-U-01	18	1.38	1.02	1.29	13.8	5.08	23.4	0.35
ค่ามาตรฐานปริมาณของ TSP $\leq 320 \text{ (mg/m}^3\text{)}$								

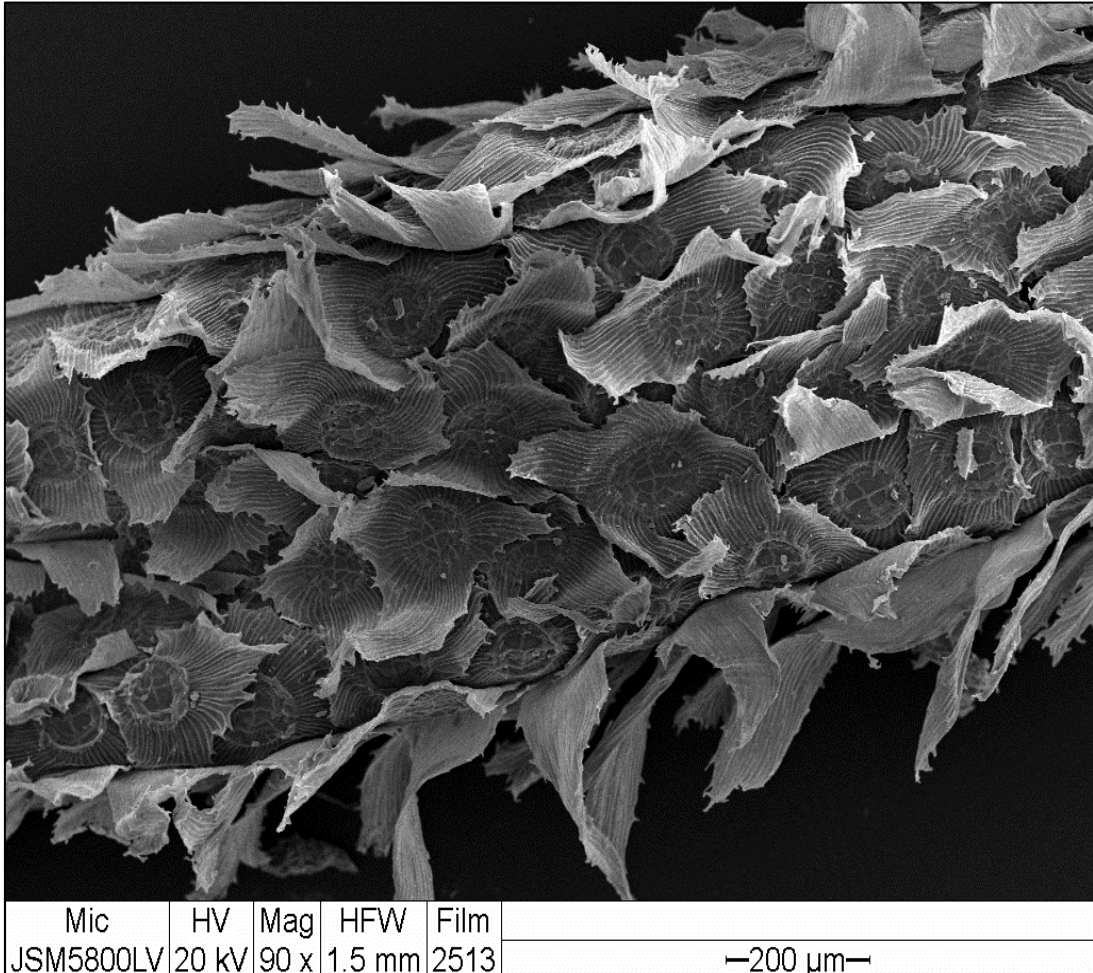
ที่มา : Trans Thai-Malaysia (Thailand) Limited รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

<http://ttm-jda.com/frontpage>

จากตารางที่ 4-10 ปริมาณฝุ่นละอองที่ปลดปล่อยจากปล่องเผาไหม้ภายในโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่มีการเผาไหม้เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ ซึ่งฝุ่นละอองที่ถูกปล่อยออกมาจากปล่องเผาไหม้นั้นมีปริมาณฝุ่นละอองไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป และเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเพียงบางส่วนของฝุ่นละอองที่วัดได้จากพืช Biomonitor

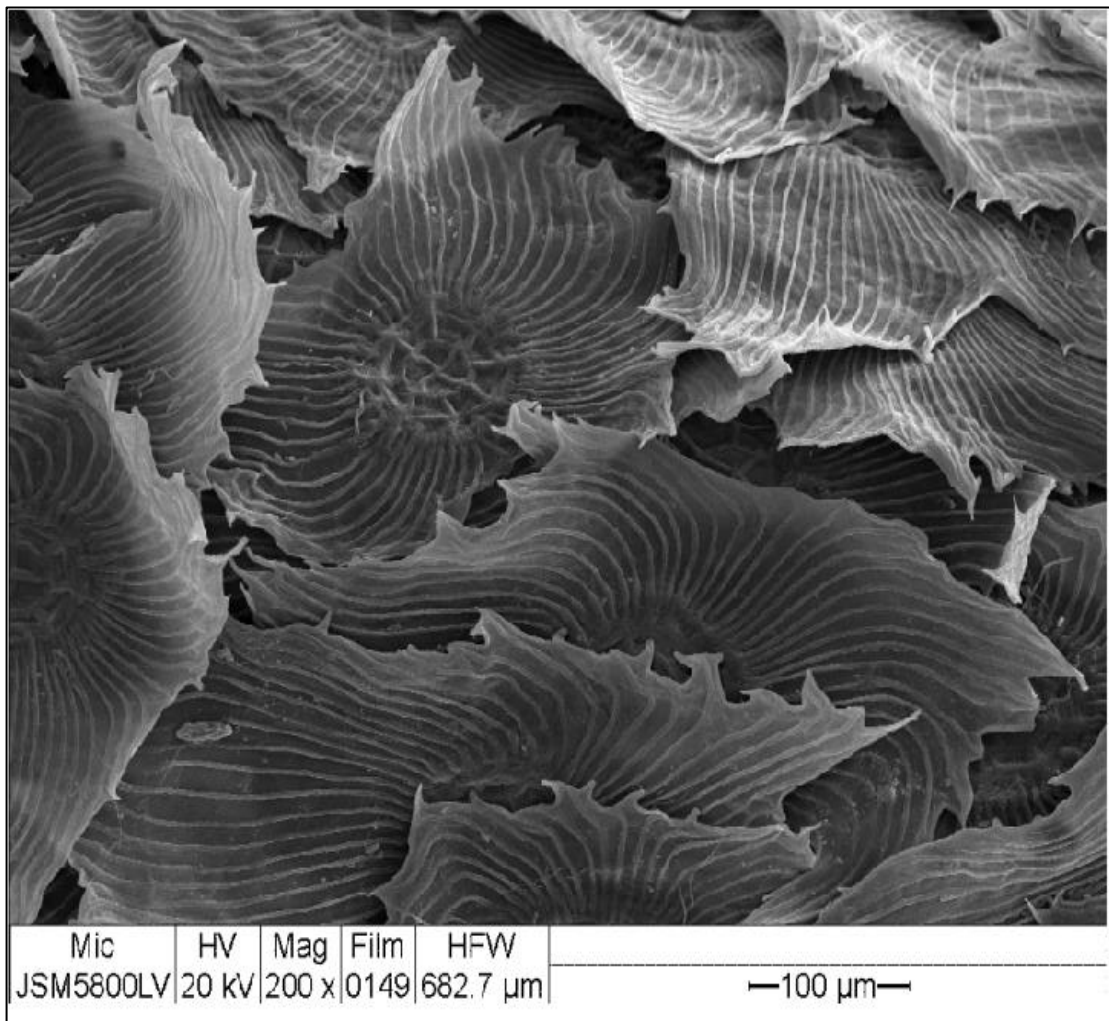
### 4.3 ลักษณะทางกายภาพของฝุ่นละอองและต้นแคราภาชี

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของอนุภาคฝุ่นละอองและต้นแคราภาชี ด้วยกล้อง SEM



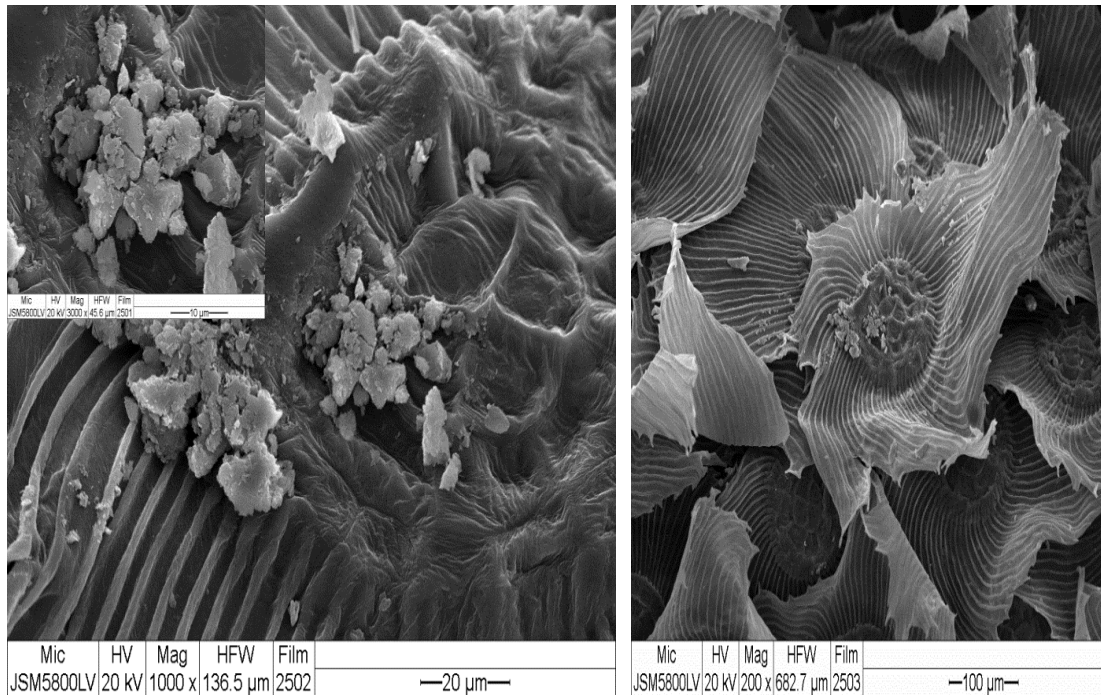
รูปที่ 4-11 ลักษณะทางกายภาพของต้นแคราภาชี ขยายที่ 200 ไมโครเมตร บันทึกด้วยกล้อง SEM

จากรูปที่ 4-11 โครงสร้างของต้นแคราภาชีที่ได้จากการนำชิ้นส่วนขนาดเล็กมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ด้วยกล้อง SEM แสดงให้เห็นว่าต้นแคราภาชีหนึ่งท่อนประกอบด้วยขนเล็กๆ สีขาว Trichome ที่ปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งมีลักษณะพิเศษเป็นเกล็ดเล็กๆ Scale leaf ที่ประกอบด้วย Dome cell ด้านบนของ Dome cell เคลือบด้วยชั้นสาร Cutin หนึะียวๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการลดการคายน้ำ และล้อมรอบไปด้วย Wing cell ทำหน้าที่ดูดซับน้ำและสารอาหารต่างๆ

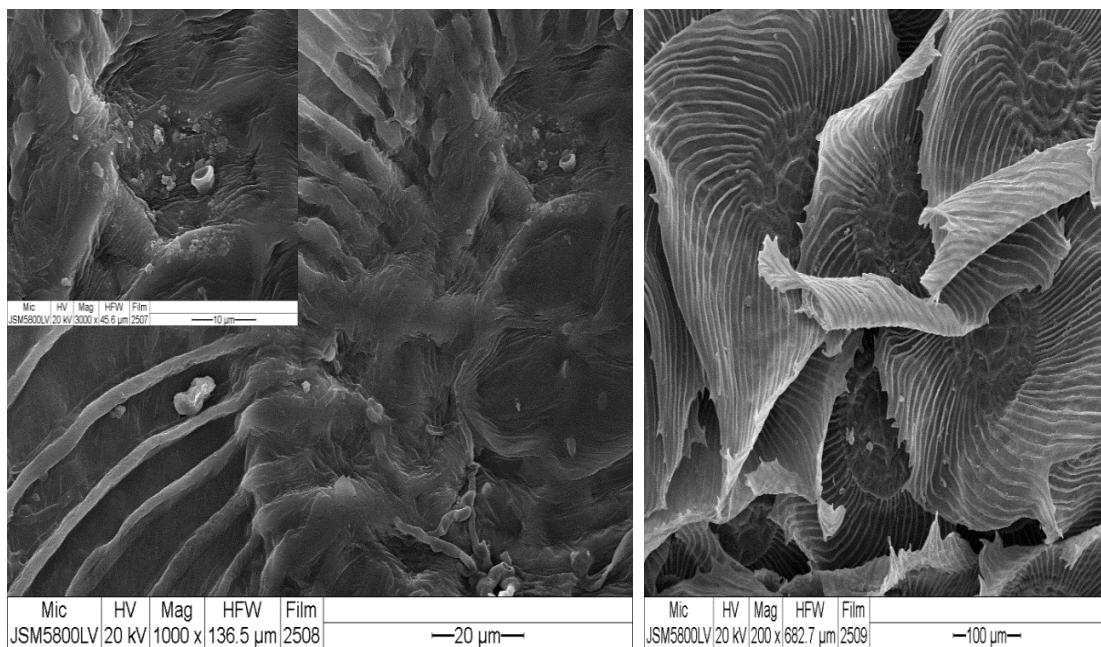


รูปที่ 4-12 ลักษณะทางกายภาพของต้นเคราฤาษี ขยายที่ 100 ไมโครเมตร ที่ผ่านการล้างก่อนนำไปทำการทดลอง

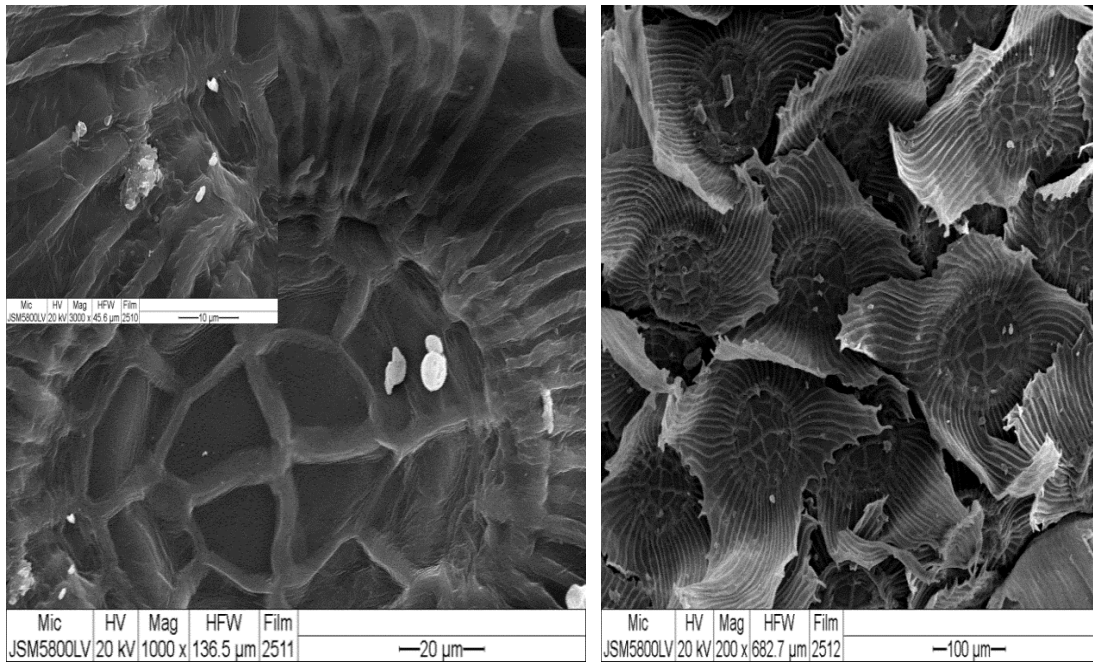
จากรูปที่ 4-12 ลักษณะทางกายภาพของต้นเคราฤาษี แสดงถึงลักษณะทางกายภาพของต้นเคราฤาษีที่มีฝุ่นละอองเกาะติดอยู่เพียงเล็กน้อย ซึ่งเป็นต้นเคราฤาษีที่ผ่านการชะล้างมาเรียบร้อยแล้ว



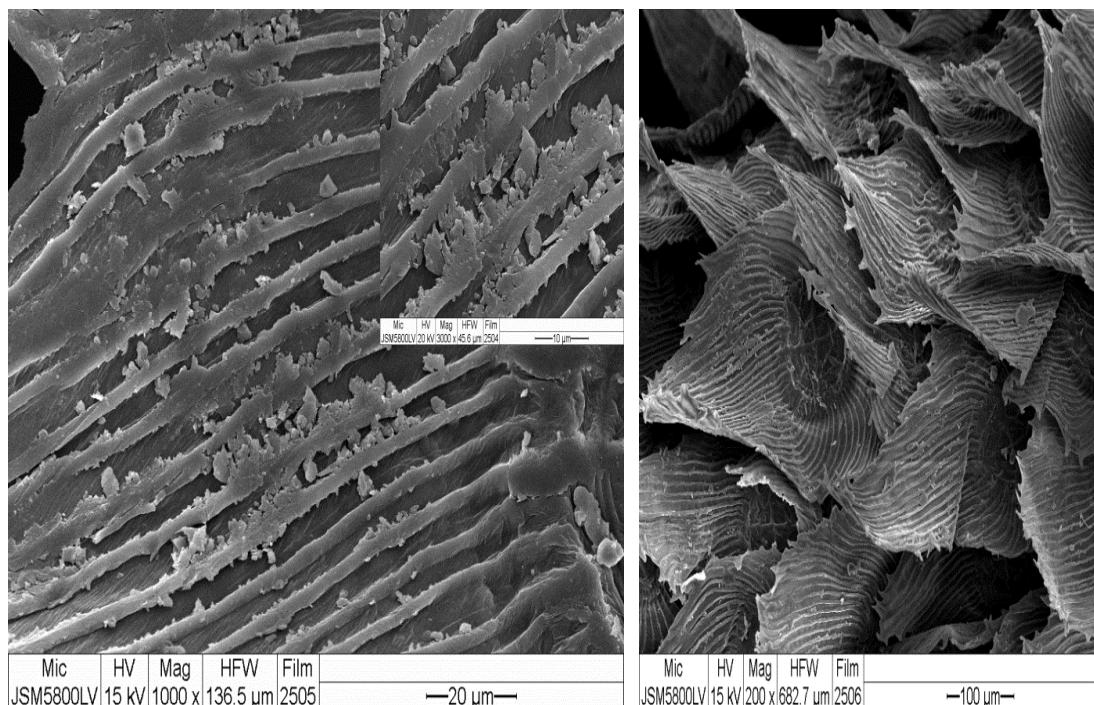
รูปที่ 4-13 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาซี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาซีที่จุดที่ 1 ทิศตะวันออกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 4-14 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาซี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาซีที่จุดที่ 2 ทิศใต้ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 4-15 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาซี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาซีที่จุดที่ 3 ทิศตะวันตกของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 4-16 ลักษณะโครงสร้างของต้นแคราถาซี และอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่บนพื้นผิวของต้นแคราถาซีที่จุดที่ 4 ทิศเหนือของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

จากรูปที่ 4-13 ถึง 4-16 แสดงให้เห็นลักษณะโครงสร้างของอนุภาคฝุ่นละอองและต้น เคราตาซี การเกาะติดของฝุ่นละอองบนพื้นผิวของต้นเคราตาซี โดยฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จะเกาะติดอยู่ตรงบริเวณ Dome cell ซึ่งบริเวณนั้นจะมีสาร Cutin เหนียวเคลือบอยู่ จึงทำให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่สามารถเกาะติดอยู่ได้โดยไม่ร่วง ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กส่วนใหญ่จะเกาะติดอยู่ตรงบริเวณ Wing cell ซึ่งมีลักษณะเป็นปีกอยู่รอบๆ Dome cell

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทสรุป

จากการทดลองเพื่อศึกษาการใช้ต้นแคราฤาษีเป็นตัวตรวจวัดทางชีวภาพในการหาปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP โดยเฉพาะประเด็นระยะเวลาการเก็บกักฝุ่นละออง ซึ่งวิธีการทดลองได้นำเอาตัวตรวจวัด (ต้นแคราฤาษี) ไปติดตั้งบริเวณ 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา โดยจะวิเคราะห์ผลเป็นระยะเวลา 4 เดือน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงระยะเวลา คือ ฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557) และฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558) ในการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองด้วยเครื่อง LS Particle Size Analyzer พบว่า ค่าปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP รายเดือนในเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) มีค่าสอดคล้องกัน ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 พบว่า ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด สาเหตุที่ทำให้ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากการประกอบกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่อยู่ทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นแคราฤาษี) ซึ่งเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พัดเอาฝุ่นละอองเข้าสู่ตัวตรวจวัด (ต้นแคราฤาษี) ทิศตะวันตกปริมาณฝุ่นละอองส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากมีกระบวนการขนถ่ายก๊าซ NGV ที่ต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง จำนวน 30-40 เที่ยว/วัน จากกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่อยเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากปล่องเผาไหม้เป็นเพียงบางส่วนของฝุ่นละอองทั้งหมด มีปริมาณเพียงเล็กน้อยและไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ในทิศใต้ปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเกิดจากการดำเนินกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติเช่นกัน เนื่องด้วยได้รับอิทธิพลจากลมเหนือ (N) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากการคมนาคมขนส่ง การเข้า-ออก ของยานพาหนะ เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน และเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงาน และฝุ่นละอองจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ซึ่งมีปริมาณเพียงเล็กน้อยและไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ส่วนทิศตะวันออก (E) ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น เกิดจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้และเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 พบว่า ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือทิศตะวันออกและทิศตะวันตกตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากการประกอบกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ทิศเหนือเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง และเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงาน ถึงแม้ว่าจะไม่มีปัจจัยลมเข้ามาช่วย แต่เนื่องจากความถี่ในการเข้า-ออก ของยานพาหนะที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง จึงทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้ดี นอกจากนี้ยังมีฝุ่นละอองจากเครื่อง

กำเนิดไฟฟ้าและการปลดปล่อยของปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 (ความสูง 18-25 เมตร) ซึ่งค่าปริมาณฝุ่นละอองจากปล่องมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่มีตำแหน่งอยู่ทางทิศใต้ของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ถูกลมใต้ (S) ที่พัดสู่ทิศเหนือที่มีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ทิศตะวันออกปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการปลดปล่อยของปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 (ความสูง 18-25 เมตร) ค่าปริมาณฝุ่นละอองจากปล่องมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่ถูกลมใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW) พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) และกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่เข้ามาส่งผลด้วยเช่นกัน ส่วนทิศตะวันตกปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและปล่องเผาไหม้หมายเลข 6, 7, 8, 9 และ 10 (ความสูง 18-25 เมตร) ค่าปริมาณฝุ่นละอองจากปล่องมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) และทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE) เข้าหาตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) บวกกับปัจจัยของกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติที่เข้ามาเสริม และทิศใต้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่ถูกลมจากทิศใต้ (S) และลมจากทิศอื่นๆพัดเอาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าหาตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) มีปริมาณฝุ่นละอองที่สอดคล้องกัน ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 พบว่า ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือทิศเหนือ สาเหตุที่ทำให้ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด เนื่องมาจากการประกอบกิจกรรมการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และกิจกรรมจากกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4, และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่อยู่ทางทิศตะวันออกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อถูกลมจากทางทิศตะวันออกเฉียงพัดมาสู่ทิศตะวันตกที่ซึ่งวางตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ไว้ และเนื่องจากเดือนกุมภาพันธ์เป็นฤดูร้อนที่มีปัจจัยทางสภาพอากาศเข้ามามีอิทธิพล ในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงกว่าฤดูฝน ไม่มีฝนตก อีกทั้ง มีความเร็วลมสูงถึง 6.32 เมตร/วินาที ซึ่งมากกว่าฤดูฝน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายมากกว่าปกติ ทิศเหนือได้รับอิทธิพลจากการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ถึงแม้ว่าจะไม่มีปัจจัยลมเข้ามาช่วย แต่เนื่องจากความถี่จากการเข้า-ออก ของยานพาหนะที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง จึงเป็นสาเหตุให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้ดี ในทิศตะวันออกปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออก (E) พัดมาจึงทำให้ตัวตรวจวัดไม่ได้รับฝุ่นละอองจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ และทิศใต้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่า



มาตรฐานทั่วไป ที่ถูกลมทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออก (NNE) พัดเอาฝุ่นละอองที่อยู่ทางทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) มายังทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW) จึงทำให้ตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ที่อยู่ในตำแหน่งทิศใต้ได้รับฝุ่นละอองและได้รับอิทธิพลจากลมทิศทางอื่นๆ ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติเข้ามา ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 พบว่าทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือทิศเหนือ สาเหตุที่ทำให้ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด เนื่องมาจากการประกอบกิจกรรมการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้อานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และการคมนาคมขนส่งบริเวณถนนทางด้านข้างเหนือตำแหน่งของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง และกิจกรรมของกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่ถูกลมตะวันออก (E) พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดดังกล่าวมายังทิศตะวันตกที่มีตำแหน่งของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ ทิศเหนือได้รับอิทธิพลจากการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ ซึ่งมีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงาน ทิศตะวันออกปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่ของฝุ่นละอองมีตำแหน่งอยู่ทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออก (E) และลมทิศอื่นๆ พัดไปยังทิศตะวันตก จึงทำให้พัดเอาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้ามายังตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) และทิศใต้ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงาน และแหล่งกำเนิดจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ ซึ่งมีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

จากการทดลองค่าปริมาณของฝุ่นละอองสองเดือนของเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) พบว่า ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือทิศตะวันออก สาเหตุที่ทำให้ทิศเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากการประกอบกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ทิศเหนือเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง อีกทั้งยัง เป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และได้รับอิทธิพลจากปัจจัยของสภาพอากาศ โดยเฉพาะลมเหนือ (N) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากการฟุ้งกระจาย เมื่อมียานพาหนะสัญจรไป-มา ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือ และมีตำแหน่งเหนือจากตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือพัดทำให้พาเอาฝุ่นละอองมาสู่ตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) นอกจากลมเหนือแล้วยังมีลมใต้ (S) ที่พัดเอาฝุ่นละอองจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็น

แหล่งของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ทิศตะวันออกได้รับอิทธิพลจากลมในแต่ละทิศทางที่พัดเอาฝุ่นละอองจากกิจกรรมรอบนอกเข้ามา เนื่องจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออกพัดมาจึงทำให้ตัวตรวจวัดไม่ได้รับฝุ่นละอองจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ทิศตะวันตกปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการขนถ่ายก๊าซ NGV ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และกิจกรรมจากกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมถึงปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป โดยถูกลมตะวันออก (E) ที่อยู่ทางทิศตะวันออกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) พัดเข้าหาทิศตะวันตก และทิศใต้ปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ เกิดจากการดำเนินกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากทางทิศเหนือ ซึ่งเป็นด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละออง อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และได้รับอิทธิพลจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่อยู่ทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาเอาฝุ่นละอองไปทางทิศใต้ ทำให้ทราบว่า จากการทดลองของเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) ปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในทิศเหนือ ทิศตะวันตกและทิศใต้เกิดจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ส่วนทิศตะวันออกได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) พบว่า ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองของทุกขนาดมากที่สุด รองลงมาคือ ทิศเหนือ สาเหตุที่ทำให้ทิศตะวันตกมีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด เนื่องมาจากการประกอบกิจกรรมการขนถ่ายก๊าซ NGV และการคมนาคมขนส่งบริเวณถนนทางด้านข้างและด้านหน้า ซึ่งต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่ง เป็นจำนวน 30-40 เที่ยว/วัน และการคมนาคมขนส่งบริเวณถนนทางด้านข้างเหนือตำแหน่งของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง และกิจกรรมของกระบวนการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปล่องเผาไหม้หมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ที่ถูกลมตะวันออก (E) พัดเอาฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว พัดไปยังทิศตะวันตกที่มีตำแหน่งของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ ทิศเหนือปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ได้รับอิทธิพลจากการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้า และเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็นจำนวน 50-80 เที่ยว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ ซึ่งมีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ทิศตะวันออกปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่ของฝุ่นละอองมีตำแหน่งอยู่ทางทิศตะวันตกของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมจากตะวันออก (E) และลมทิศอื่นๆ พัดไปยังตะวันตก จึงทำให้พัดเอาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้ามายังตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) ทิศใต้ปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จากกระบวนการคมนาคมขนส่งทางด้านหน้าและเป็นประตูเข้า-ออก ที่มียานพาหนะสัญจรไป-มา เป็น

จำนวน 50-80 เทียว/วัน อีกทั้ง ยังเป็นที่ตั้งของสำนักงานในการติดต่อประสานงาน และแหล่งกำเนิดจากปล่องเผาไหม้หมายเลข 3, 4, 5 และ 6 (ความสูง 18-25 เมตร) ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบางส่วน แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั่วไป ซึ่งแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองเกิดขึ้นทางทิศเหนือของตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) เมื่อลมเหนือ (N) พัดมาทำให้พาเอาฝุ่นละอองไปยังทิศใต้ ซึ่งมีตัวตรวจวัด (ต้นเคราฤาษี) อยู่ใต้แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง ทำให้ทราบว่าจากการทดลองของเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) ปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในทิศเหนือทิศตะวันตกและทิศใต้ เกิดจากกิจกรรมของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ส่วนทิศตะวันออกได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมรอบนอกโรงแยกก๊าซธรรมชาติ

สรุปผลได้ว่าปริมาณของฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน เนื่องจากในฤดูฝน ฝนจะทำการชะล้างฝุ่นละอองที่เกาะอยู่บนพื้นผิวของต้นเคราฤาษีได้ดี อีกทั้ง ฝนที่ตกหนักทำให้บรรยากาศเกิดความชื้น ฝุ่นละอองในบรรยากาศจับตัวกันทำให้โมเลกุลของฝุ่นละอองมีขนาดใหญ่ขึ้น และไม่สามารถเกาะติดบนพื้นผิวของต้นเคราฤาษีได้ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าระยะเวลาและทิศทางลมเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่ผลต่อปริมาณของฝุ่นละออง ในระยะเวลาการเก็บแบบรายเดือนมีการเก็บสะสมของฝุ่นละอองได้ดีกว่าในระยะเวลาการเก็บแบบสองเดือน เนื่องจากหากเวลาในการเก็บสะสมมากขึ้นฝุ่นละอองก็จะเกาะสะสมมากขึ้น ทำให้เกิดการรวมตัวกันของโมเลกุล ขนาดของฝุ่นละอองใหญ่ขึ้นทำให้ไม่สามารถเกาะติดบนพื้นผิวดต้นเคราฤาษีได้ แล้วร่วงลงสู่พื้น จึงเหลือเพียงฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กที่สามารถเกาะอยู่บนพื้นผิวดต้นเคราฤาษีได้ ส่วนทิศทางลมจะส่งผลให้อนุภาคของฝุ่นละอองฟุ้งกระจายและเคลื่อนที่ได้ไกล และอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละออง คือการทำกิจกรรมจากกระบวนการของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ หากมีการเข้าออกหรือมีกระบวนการขนส่งเป็นจำนวนมากก็จะทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้ในปริมาณมากเช่นกัน ส่วนขนาดของฝุ่นละอองที่ต้นเคราฤาษีสามารถดักจับได้ดีที่สุด คือ TSP

จากการทดลองหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง LS Particle Size Analyzer ค่าที่ออกมาเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองทั้ง 4 ทิศ รอบโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ของในแต่ละเดือน พบว่า TSP มีค่าปริมาณฝุ่นละอองสูงที่สุดและมีค่าห่างจากค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่มีขนาด PM0.1, PM2.5 และ PM10 เป็นจำนวนมาก ทำให้ทราบว่าต้นเคราฤาษีมีความสามารถในดักจับฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลง หรือฝุ่นรวม (TSP) มากที่สุด เมื่อแยกปริมาณของฝุ่นละอองแต่ละขนาดออกมา พบว่า ฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5 และ PM10 เมื่อถูกล้างออกจากต้นเคราฤาษีอาจทำให้อนุภาคอินทรีย์บางส่วนละลายไปกับน้ำ จึงอาจทำให้ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ (%) ของฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก

จากการทดลองรายเดือนและสองเดือน พบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน) มีปริมาณของฝุ่นละอองเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน) สาเหตุเนื่องมาจากในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 เป็นฤดูร้อน ไม่มีฝนตก ปริมาณความชื้นในอากาศน้อย ลมมีความเร็วสูง จึงทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้มากกว่าฤดูฝน ในขณะเดียวกัน TSP ของฤดูร้อน เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 มีปริมาณสูงกว่าฤดูฝนเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 เป็นอย่างมาก เนื่องจาก TSP ของฤดูฝนแบบรายเดือนและแบบสองเดือนมีปริมาณที่

ใกล้เคียงกันแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วน TSP ของฤดูร้อนมีปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน และแบบสองเดือนมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก โดยส่วนใหญ่ปริมาณฝุ่นละอองแบบรายเดือนจะมีค่าสูงกว่าแบบสองเดือน จากรูปที่ 4-7 ทำให้ทราบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บกักฝุ่นละออง และควรทำการชะล้างฝุ่นละอองออกจากต้นแคราจาซีอยู่ที่หนึ่งเดือน

จากการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะทางกายของอนุภาคฝุ่นละอองและต้นแคราจาซี ด้วยกล้อง SEM สรุปได้ว่า ต้นแคราจาซีประกอบไปด้วยขนขนาดเล็กที่มีลักษณะเป็นเกล็ดปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น เมื่อลมพัดเอาฝุ่นละอองมาติดกับต้นแคราจาซี ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จะเกาะติดตรงบริเวณ dome cell ซึ่งบริเวณนี้มีสาร cutin เหนียวเคลือบอยู่ จึงทำให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่เกาะติดอยู่ได้โดยไม่ร่วง ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กส่วนใหญ่จะเกาะติดตรงบริเวณ wing cell ซึ่งมีลักษณะเป็นปีกอยู่รอบๆ dome cell

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ระยะเวลาในการชะล้างพืชที่เหมาะสมอยู่ที่หนึ่งเดือน จึงควรชะล้างพืชที่ระยะเวลาที่หนึ่งเดือน เพื่อเพิ่มพื้นที่และประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองของต้นแคราจาซีในเดือนถัดไป จากการทดลองค่าที่ได้ ไม่สามารถบอกได้ว่าเกินค่ามาตรฐานหรือไม่ จะทำได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

การนำไปใช้ผู้ประกอบการควรเพิ่มแนวต้นไม้ในบริเวณด้านหน้าทิศเหนือ และทิศตะวันตกของโรงแยกก๊าซ เพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายในบรรยากาศ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการดำเนินกิจกรรมมีการติดต่อประสานงาน การขนส่งและการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ เป็นที่ทราบแล้วว่าในช่วงฤดูร้อนจะมีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองมากกว่าฤดูฝน เนื่องจากฝนเป็นตัวช่วยยับยั้งการกระจายของฝุ่นละอองไม่ให้ฟุ้งกระจายในบรรยากาศ

## บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. 2546. *คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ*. สำนักจัดการคุณภาพอากาศ และเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2547. *สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2546*. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2550. *เอกสารประกอบการฝึกอบรมและทดสอบผู้ตรวจวัดความทึบแสงของควันด้วยสายตาและการใช้แผนภูมิเขม่าควัน*. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, กรุงเทพมหานคร.
- กรมทรัพยากรธรณี. 2543. *โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาหมอกพิษจากฝุ่น ในพื้นที่ท่าเหมืองหินและโรงโม่หินบริเวณตำบลหน้าพระลาน และบริเวณใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี*.
- จระวีพร ปุ่นอุดม. 2553. *การใช้สิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อลดผลกระทบจากฝุ่นในโครงการหมู่บ้านจัดสรร: กรณีศึกษา โครงการภูเก็ตวิลล่า สวนหลวง-เจ้าฟ้า ตำบลวิชิต อำเภอเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- จิตรลดา มูประสิทธิ์. 2553. *องค์ประกอบและสัดส่วนของโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ใน PM<sub>10</sub> จากแหล่งปลดปล่อยต่างประเภทในจังหวัดสงขลา*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชูชัย หล่อนิมิตดี. 2548. *ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) กับสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในเมืองพิษณุโลก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10. 2-4 พฤษภาคม 2548. จังหวัดชลบุรี.
- นเรศ เชื้อสุวรรณ. 2552. *การพัฒนาวิธีวิเคราะห์กลุ่มอินทรีย์คาร์บอนและกลุ่มธาตุคาร์บอนในตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กด้วยเครื่องอิลิเมนทอล อนาไลเซอร์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุรนารี.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2538. *เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป*. ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 52 ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547. *เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป*. ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนที่พิเศษ 104ง. วันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2547.

- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 พ.ศ. 2553. **เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป.** ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนที่ 37ง. วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2553.
- ปาจริย์ ทองสนิท, วิชญา อิมกระจ่าง, และ ชวัลฤทัย ทองบุญฤทธิ์. 2555. **โครงการ สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ในฝุ่น PM<sub>10</sub> ในช่วงการเกิดหมอกควันของจังหวัดเชียงใหม่.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปราณี พันธุมสินชัย. 2542 . **มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- ทิพวรรณ ประภามณฑล, และ คณะ. 2554. **สาเหตุการเกิดฝุ่นและภาวะหมอกควัน ในชุมชนและข้อมูลฝุ่นพีเอ็ม10.** หนังสือชุดความรู้ เล่ม 1, ศูนย์วิจัยด้านมลภาวะและอนามัยสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จัดพิมพ์ ศูนย์วิจัยด้านมลภาวะและอนามัยสิ่งแวดล้อมสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พิมพ์ครั้งที่ 2 จำนวนพิมพ์ 500 เล่ม
- พัชรชาติ สุวรรณธาดา. 2556. **ฝุ่นละอองในบรรยากาศ: Pollution Analysis.** คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พรรณวดี สุวัฒน์กะ, ณพณัฐ แหวนจอน, และ ฐิติมา ตันโสภา. 2554. **การพัฒนาเบื้องต้นเครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศอย่างง่าย.** วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พรชัย ปรีชาปัญญา. 1809. **บทบาทของต้นไม้ต่อการลดฝุ่น.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม <http://aqnis.pcd.go.th/node/3430>.
- มลิวรรณ บุญเสนอ. 2552. **นิเวศวิทยา (Ecotoxicology).** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร สนับสนุนการเขียนตำราโดยกองทุนส่งเสริมและพัฒนาคณะวิทยาศาสตร์ จัดพิมพ์: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม พิมพ์ครั้งที่ 3 พฤศจิกายน 2557 จำนวน 200 เล่ม หน้า: 311-313.
- ยุวดี พีรพรพิศาล, และ จีรพร เพกเกาะ. 2552. **ความหลากหลายของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดและการใช้ประโยชน์.** (ร่าง) การประชุมการจัดทำทะเบียนรายการชนิดพันธุ์เห็ดในประเทศไทย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รัชนีกร กระจงกลาง, และ กาญจนา นาถะพินธุ์. 2555. **สถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี.** วารสารวิจัย มข. (บศ.) 12 (1) มหาคณิศิต หลักสูตร สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- วนิดา จินตศาสตร์. 2551. *มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ สิมฉายา. 2554. *มลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ: ปัญหาและแนวทาง*. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2545. *มลพิษทางอากาศ*. วันที่ค้นข้อมูล 18 มกราคม 2553, เข้าถึงได้จาก [http : //www. thaienvimonitor. net/Concept/priority5.htm](http://www.thaienvimonitor.net/Concept/priority5.htm).
- สมชัย บวรกิตติ. 2554. *โรคฝุ่นเป็นพิษ*. วารสารราชบัณฑิตยสถาน สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสถาน 3: 57-59.
- ศิริลักษณ์ วงษ์จิตสุข. 2552. *Biomarker กับบทบาทที่สำคัญในงานอาชีวอนามัย และความปลอดภัย*. วารสาร มฉก.วิชาการ ปีที่ 12 ฉบับที่ 24 มกราคม-มิถุนายน 2552 คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ หน้า 89-91.
- ศิวัช พงษ์เพียจันทร์, และ สุรัตน์ บัวเลิศ. 2009. *การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ตามแนวตั้งในชั้นบรรยากาศตัวเมืองจังหวัดเชียงใหม่*. คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Amado Filho, G.M., Andrade, L.R., Farina, M., and Malm, O. 2002. Hg localization in *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae), an atmospheric biomonitor. *Atmospheric Environment*. 36: 881-887.
- ATSDR. 1995. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, Agency for Toxic Substances and Diseases Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.pdf> (4 March 2009).
- Brett, W.B., and Craig, E.M. 2006. Foliar trichomes, boundary layer, and gas exchange in 12 species of epiphytic *Tillandsia* (Bromeliaceae). *Journal of Plant Physiology*. 163: 648-656.
- Brighigna, L., Ravanelli, M., Minelli, A., and Ercoli, L. 1997. The use of an epiphyte (*Tillandsia caput-medusae morren*) as bioindicator of air pollution in Costa Rica. *Science of the Total Environment*. 198: 175-180.
- Elisa, P., Giacomo, L., Stefano, L., and Cristina, N. 2014. Evaluation of the suitability of *Tillandsia usneoides* (L.) L. as biomonitor of airborne elements in an urban area of Italy, Mediterranean basin. *Atmospheric Environment*. 5: 226-235.
- Fernandez, A.J., Ternero, M., Barragan, F.J., and Jimenez, J.C. 2000. An approach to characterization of sources of urban airborne particles through heavy metal speciation. *Chemosphere*. 2: 123-136.

- Figueiredo, A.M.G., Nogueira, C.A., Saiki, M., Milian, F.M., and Domingos, M. 2007. Assessment of atmospheric metallic pollution in the metropolitan region of São Paulo, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as biomonitor. *Environmental Pollution*. 145: 279-292.
- Fonseca, M.F., Bastos, W.R., Pinto, F.N., Rebelo, M.DE.F., Torres, J.P.M., Guimaraes, J.R.D., Pfeiffer, W.C., Margues, R.G., and Malm, O. 2007. Can the biomonitor *Tillandsia usneoides* be used to estimate occupational and environmental mercury levels in the air?. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* 2: 129-137.
- Grantza, D.A., Garnerb, J.H.B., and Johnson, D.W. 2003. Ecological effects of PM. *Environmental International*. 29: 213-239.
- Haslam, R., Borland, A., Maxwell, K., and Griffiths, H. 2003. Physiological responses of the CAM epiphyte *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae) to variations in light and water supply. *Journal of Plant Physiology*. 160: 627-634.
- Husk, G.J. 1999. **Spatio-temporal Dynamics of Spanish Moss (*Tillandsia Usneoides* L.; Bromeliaceae) Biogeochemistry**. M.S. Thesis. University of Central Florida, Orlando, FL, USA.
- IPCC. 2001. *Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001*. Cambridge University Press. New York.
- Jacobson, M.Z. 2001. Strong radiative heating due to the mixing state of black carbon in atmospheric aerosols. *Nature*. 409: 695-697.
- MacNee, W., and Donaldson, K. 2000. How can ultrafine particles be responsible for increased mortality? *Monaldi Arch Chest Dis*. 55: 135-139.
- Nelzair, A.V. 2010. Assessment of heavy metals in the particulate matter of two Brazilian metropolitan areas by using *Tillandsia usneoides* as atmospheric biomonitor. *Environmental Science and Pollution Research*. 10: 1007.
- Nelzair, A.V., Gonçalves, D., Brandao, F., Barros, R.P., Amado Filho, G.M., Meire, R.O., Torres, J.P.M., Malm, O., D'Oliveira Junior, D., and Andrade, L.R. 2011. Assessment of heavy metals in the particulate matter of two Brazilian metropolitan areas by using *Tillandsia usneoides* as atmospheric biomonitor. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 18: 416-427.
- Papini, A., Tani, G., Falco, P.D., and Brighigna, L. 2010. The ultrastructure of the development of *Tillandsia* (Bromeliaceae) trichome. *Flora*. 205: 94-100.
- Sutton, T.K., Cohen, R.A., and Vives, S.P. 2014. Evaluating relationships between mercury concentrations in air and in Spanish moss (*Tillandsia usneoides* L.). *Ecological Indicators*. 36: 392-399.



- Wannaz, E.D., Carreras, H.A., Pérez, C.A., and Pignata, M.L. 2006. Assessment of heavy metal accumulation in two species of *Tillandsia* in relation to atmospheric emission sources in Argentina. **Science of the Total Environment**. 361: 267-278.
- Wannaz, E.D., Abril, G.A., Rodriguez, J.H., and Pignata, M.L. 2013. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial and urban areas using passive air samplers and leaves of *Tillandsia capillaris*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 1: 1028-1035.
- Zheng, G., Pemberton, R., and Li, P. 2016. Bioindicating potential of strontium contamination with Spanish moss *Tillandsia usneoides*. *Journal of Environmental Radioactivity*. 152: 23-27.

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก : ข้อมูลทั่วไปของโรงแยกก๊าซ  
ภาคผนวก ข : ข้อมูลการวิจัย

## ภาคผนวก ก

### ข้อมูลทั่วไปของโรงแยกก๊าซและข้อมูลการวิจัย

#### 1. ข้อมูลทั่วไปของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด

##### 1.1 ความเป็นมา

ประเทศไทยและมาเลเซีย ได้อ้างสิทธิเหนือล้ำกันเกี่ยวกับเส้นเขตไหล่ทวีปของประเทศทั้งสองในอ่าวไทย ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7,250 ตารางกิโลเมตร โดยจุดศูนย์กลางพื้นที่ห่างจากจังหวัดปัตตานี 180 กิโลเมตร ห่างจากจังหวัดสงขลา 267 กิโลเมตร และห่างจากเมืองโกตาบารู รัฐกลันตัน ประเทศมาเลเซีย 150 กิโลเมตร

ปี พ.ศ. 2522 รัฐบาลไทยโดย ฯพณฯ เกรียงศักดิ์ ชมะนันทน์ และรัฐบาลมาเลเซียโดย ฯพณฯ ดาโต๊ะ ฮุนเซน ออนันท์ นายกรัฐมนตรี ได้ลงนามบันทึกความเข้าใจในการรวมพื้นที่เหนือล้ำเป็นพื้นที่พัฒนาร่วม ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวได้ถูกขนานนามว่า พื้นที่พัฒนาร่วมไทย-มาเลเซีย หรือ Malaysia-Thailand Joint Development Area : JDA.

ปี พ.ศ. 2533 รัฐบาลทั้งสองประเทศบรรลุข้อตกลงในการร่วมก่อตั้งองค์การร่วมไทย-มาเลเซีย (Malaysia – Thailand Joint Authority : MTJA) ขึ้น เพื่อปฏิบัติหน้าที่แทนรัฐบาลในการดูแล สำรวจ และแสวงหาผลประโยชน์จากทรัพยากรปิโตรเลียมในพื้นที่พัฒนาร่วมบนพื้นฐานของการแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเท่าเทียมกัน

ปี พ.ศ. 2540 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย หรือปัจจุบันคือ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และ บริษัทน้ำมันแห่งชาติมาเลเซีย (เปโตรนาส) ได้ร่วมลงนามใน Head of Agreement หรือ HOA ในการซื้อขายก๊าซธรรมชาติฝ่ายละ 50 เพอร์เซ็นต์ เพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ในประเทศของตน

ปี พ.ศ. 2543 การเจรจาและการพัฒนาความร่วมมือได้ดำเนินการมาเป็นลำดับ จนกระทั่ง ปตท. และ เปโตรนาส ได้บรรลุข้อตกลงร่วมกันจัดตั้ง บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด และ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศมาเลเซีย) จำกัด หรือ ทีทีเอ็ม ขึ้นในวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 เพื่อบริหารจัดการและดำเนินโครงการท่อส่งก๊าซและโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย โดยบริษัทแม่ของทั้งสองประเทศได้ร่วมลงทุนในอัตราส่วน 50 : 50

ในปัจจุบัน บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด หรือ ทีทีเอ็ม ในฐานะ ผู้ดำเนินการดำเนินงานโครงการท่อส่งก๊าซและโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย มีความตั้งใจและตระหนักในการจัดหาและนำส่งพลังงานสะอาด เพื่อเพิ่มความมั่นคงทางพลังงานของประเทศภายใต้กระบวนการผลิตและระบบการขนส่งที่มีความปลอดภัยสูง ทั้งต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม ทีทีเอ็มตระหนักและยึดมั่นในสัญญาประชาคมและเจตนารมณ์ในการร่วมพัฒนาสังคมและชุมชนท้องถิ่นของจังหวัดสงขลาและประเทศไทยให้มีความเจริญก้าวหน้า

## 1.2 วิสัยทัศน์ / พันธกิจ



### ผลประโยชน์สองประเทศ :

เสริมสร้างความมั่นคงในการจัดส่งก๊าซธรรมชาติสู่ประเทศมาเลเซีย และประเทศไทย ด้วยการเพิ่มมูลค่าก๊าซธรรมชาติจากพื้นที่พัฒนาร่วมของทั้ง 2 ประเทศ



### พนักงาน :

เสริมสร้างบรรยากาศการทำงานที่สามารถจูงใจให้เป็นบริษัททางเลือก รวมทั้งการพัฒนาและรักษาไว้ซึ่งบุคลากรที่มีคุณภาพ



### ผู้ถือหุ้น :

ปกป้องผลประโยชน์และสร้างมูลค่าให้กับผู้ถือหุ้น ด้วยการส่งเสริมบรรยากาศการดำเนินธุรกิจด้วยความโปร่งใส



### ลูกค้า :

ส่งเสริมความสัมพันธ์ระยะยาวกับลูกค้า ด้วยการดำเนินธุรกิจต่อกันอย่างยุติธรรม



### ลูกค้า :

สร้างความพึงพอใจให้ลูกค้า ด้วยการส่งมอบบริการและคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด



### ชุมชน :

เคารพและเอาใจใส่ต่อชุมชนที่เราอยู่ร่วมด้วยกิจกรรมขององค์กรที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างยั่งยืน

### 1.3 ลักษณะโครงการ

โครงการโรงแยกก๊าซและท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย เป็นโครงการที่จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งรายงานการวิเคราะห์ฯ ดังกล่าว ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรสิ่งแวดล้อม เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2544 และวันที่ 28 กันยายน 2544 ตามลำดับ และมีการขอเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย โดยได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรสิ่งแวดล้อม เมื่อวันที่ 9 กันยายน 2553 ซึ่งในการทำงานได้มีการกำหนดมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม และมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมเอาไว้ เพื่อป้องกันและลดผลกระทบที่อาจเกิดจากโครงการ ทั้งนี้รายละเอียดโครงการและมาตรการในการติดตามตรวจสอบมีดังนี้

#### 1) โครงการโรงแยกก๊าซและท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย

ตั้งอยู่ประมาณเส้นรุ้งที่  $7^{\circ}00'$  เหนือ และเส้นแวงที่  $100^{\circ}45'$  ตะวันออก (ค่าพิกัดที่ 47N 0693318E 0774108N) มีพื้นที่โครงการฯ ประมาณ 900 ไร่ ประกอบด้วยพื้นที่โรงแยกก๊าซประมาณ 400 ไร่ และพื้นที่กันชนอีกประมาณ 500 ไร่ อยู่ในพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา แสดงดังรูปที่ ก-1

โรงแยกก๊าซและท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย มีขนาดกำลังผลิตก๊าซหน่วยละประมาณ 425 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน โดยมีผลิตภัณฑ์ ณ กำลังผลิตรวมทั้งสองหน่วยดังนี้

- ก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (Sales gas) 310-351 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน
- ก๊าซหุงต้ม (LPG) 153,650-166,800 ตันต่อปี
- ก๊าซโซลีนธรรมชาติ (NGL) 51,774 ตันต่อปี

นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์พลอยได้ (By Product) คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) 951,900-1,669,500 ตันต่อปี

กระบวนการแยกก๊าซจะใช้กระบวนการผลิตแบบกลั่นลำดับส่วน โดยลดอุณหภูมิด้วยการลดความดัน (Expander Process) แล้วส่งเข้าหอแยกลำดับส่วน เพื่อแยกผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยอาศัยคุณสมบัติจุดเดือดของก๊าซแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม ก๊าซหุงต้ม (LPG) และก๊าซโซลีนธรรมชาติ (NGL: Natural Gasoline) และผลิตภัณฑ์พลอยได้ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ดังนี้

- หน่วยกำจัดปรอท (Mercury Removal Unit) เพื่อดักจับและกำจัดสารปรอท ซึ่งปนมากับก๊าซธรรมชาติมิให้ปนเปื้อนเข้าสู่กระบวนการแยกก๊าซ โดยใช้ Activated Carbon
- หน่วยแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$  Removal Unit) เพื่อกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนออกจากก๊าซธรรมชาติ โดยใช้สารละลาย Amine (MDEA)

- หน่วยกำจัดความชื้น (Dehydration Unit) เพื่อดูดซับน้ำหรือความชื้น ออกจากก๊าซธรรมชาติ โดยการใช้สารดูดความชื้น (Molecular Sieve) หน่วยแยกก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (Sales Gas Separation Unit) ประกอบด้วยหอแยกก๊าซเย็น (Cold Separator) และหน่วยแยกก๊าซอีเทน (De-Ethanization Unit) ก๊าซแห้งจากหน่วยกำจัดความชื้น จะถูกลดความดัน และอุณหภูมิลง ทำให้ก๊าซอีเทน โพรเพน และก๊าซคาร์บอนอื่นที่หนักกว่าควบแน่นเป็นของเหลวไหลออกด้านล่างของหอแยกก๊าซเย็น ไปสู่หน่วยแยกก๊าซอีเทน ส่วนก๊าซมีเทนที่สถานะก๊าซไหลออกด้านบนหอแยกก๊าซเย็น ก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทนและอีเทน) จะถูกส่งไปยังหน่วยเพิ่มความดันก๊าซเชื้อเพลิง ก่อนส่งทางท่อฯ ไปยังประเทศมาเลเซียต่อไป

- หน่วยแยกก๊าซโพรเพน (De-Ethanization Unit) ทำหน้าที่แยกก๊าซโพรเพน ซึ่งจะแยกออกมาเป็นก๊าซโพรเพนที่ด้านบนหอแยก

- หน่วยแยกก๊าซหุงต้มและก๊าซโซลีนธรรมชาติ (LPG and NGL unit) ก๊าซเหลวจากส่วนล่างของหอแยกก๊าซโพรเพน จะไหลเข้าหอแยกก๊าซหุงต้ม และถูกเพิ่มอุณหภูมิจนได้ก๊าซหุงต้มออกมาที่ด้านบนของหอแยกก๊าซ ส่วนก๊าซโซลีนธรรมชาติ (NGL) จะออกทางด้านล่างของหอแยก

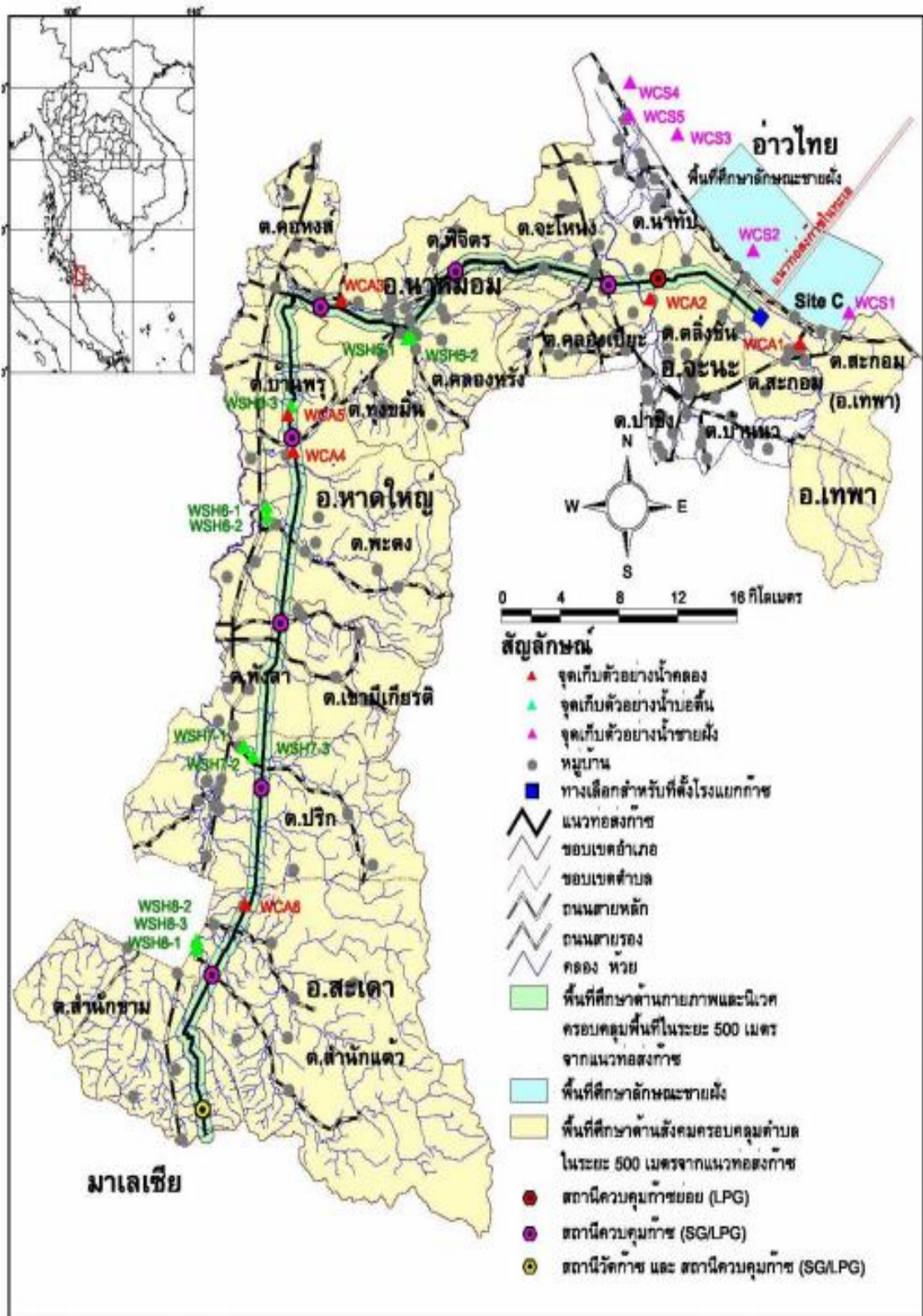
- หน่วยกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$  removal unit) เพื่อกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่อาจมีการปนเปื้อนออกจากก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม แผนผังกระบวนการผลิต แสดงดังรูปที่ ก-2

## 2) โครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย

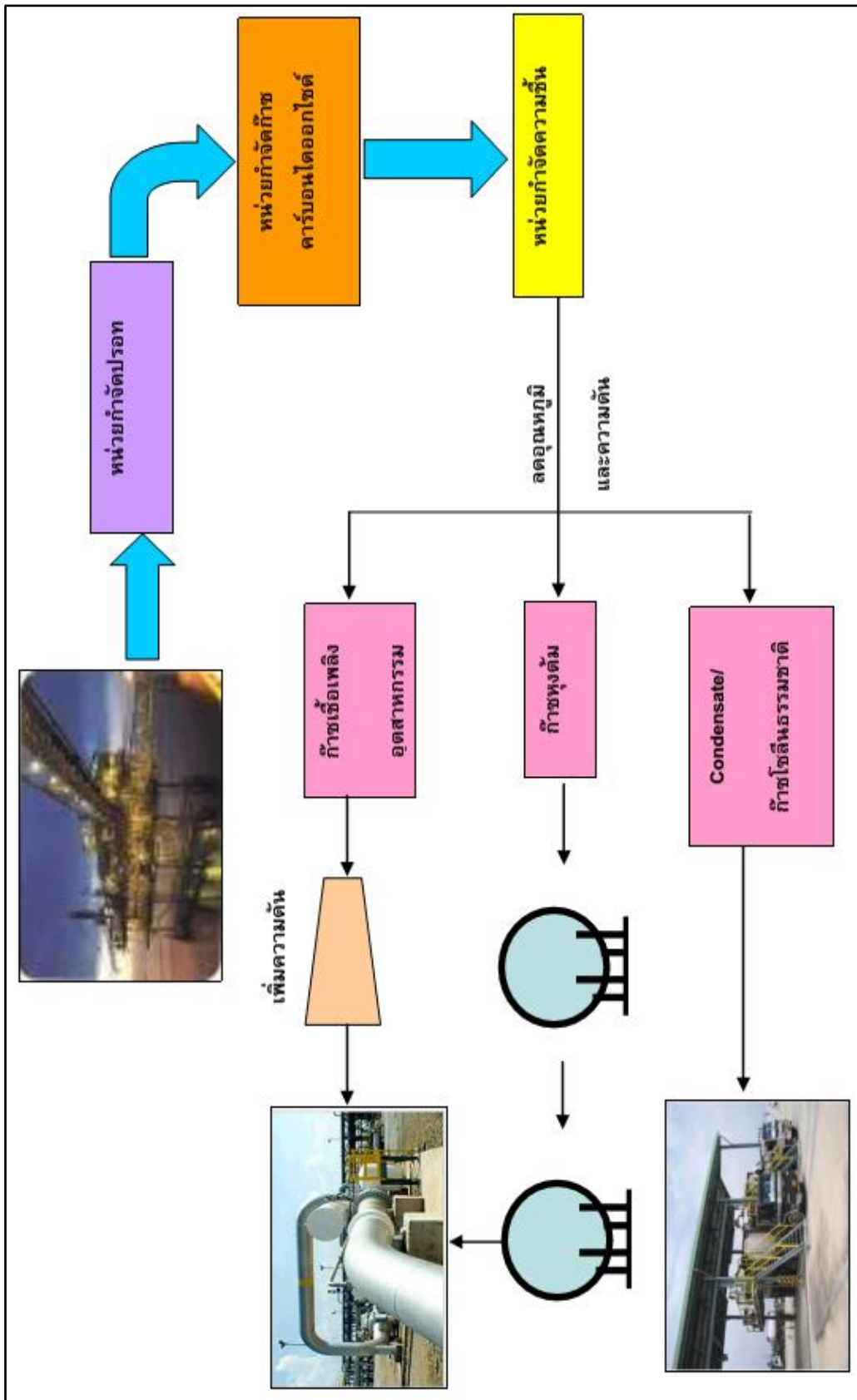
สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อยๆ คือ ส่วนที่ 1 เป็นการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ในทะเลตั้งอยู่ประมาณเส้นละติจูดที่  $100^{\circ}25'$  และเส้นลองจิจูดที่  $6^{\circ}30'$  (ค่าพิกัดที่ 47N 0656648E 0718695N) ถึงเส้นละติจูดที่  $103^{\circ}02'$  ตะวันออก และเส้นลองจิจูดที่  $6^{\circ}30'-7^{\circ}10'$  เหนือ (ค่าพิกัดที่ 47N 0282816E 0792638N) ซึ่งมีอาณาเขตไปจรดเขตพื้นที่พัฒนาร่วม ไทย-มาเลเซีย และส่วนที่ 2 เป็นการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติบนบกเข้าสู่โรงแยกก๊าซธรรมชาติ ที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา และต่อไปยังชายแดนมาเลเซีย โดยผ่านพื้นที่ 4 อำเภอของจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอจะนะ อำเภอนาหม่อม อำเภอหาดใหญ่ และอำเภอสะเดา พื้นที่โครงการ แสดงดังรูปที่ ก-1

ท่อส่งก๊าซขึ้นฝั่งและเข้าโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย ที่บริเวณ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ต่อจากโรงแยกก๊าซฯ จะวางท่อส่งก๊าซขนานกัน 2 ท่อ ประกอบด้วยท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (Sales Gas) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว ซึ่งถูกออกแบบให้ใช้งานได้สูงสุดที่ความดัน 1,000 psig และสามารถส่งก๊าซได้สูงสุดประมาณ 750 MMSCFD และท่อส่งก๊าซหุงต้ม (LPG) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 นิ้ว แนวท่อส่งก๊าซจะวางผ่านที่ดินเอกชนบริเวณ บ้านป่าพลู ตำบลคลองเป็ยะ ในอำเภอจะนะ ระยะทางประมาณ 11 กิโลเมตร จากนั้นจะเลียบไปทางทิศใต้ของทางหลวงหมายเลข 43 เป็นระยะทางประมาณ 24 กิโลเมตร จนถึงอำเภอบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ แล้วเลี้ยวลงทางทิศใต้ไปตามแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ประมาณ 43 กิโลเมตร ผ่านที่ดินเอกชนในอำเภอสะเดาอีกประมาณ 10.5 กิโลเมตร (ในอำเภอปริก 3.5 กิโลเมตร ตำบลสำนักขาม 7 กิโลเมตร) จนถึงชายแดน ไทย-มาเลเซีย ที่อำเภอสะเดา ก่อนต่อเชื่อมเข้ากับระบบท่อส่งก๊าซของประเทศมาเลเซีย ที่ใกล้บริเวณด่านจิงโหลนแนวท่อส่งก๊าซส่วนบนบกของโครงการนี้มีระยะทางรวมประมาณ 96.5 กิโลเมตร อยู่ในเขตประเทศไทยประมาณ 88.5

กิโลเมตร และอยู่ในเขตประเทศมาเลเซียประมาณ 8 กิโลเมตร การศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมเฉพาะโครงการท่อส่งก๊าซส่วนที่อยู่ในเขตประเทศไทย



รูปที่ ก-1 ที่ตั้งโครงการโรงแยกก๊าซ และท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย



รูปที่ ก-2 ฝั่งกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติของโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย



#### 1.4 แผนการติดตามตรวจสอบ

รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ได้ระบุให้ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด ต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม และมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

##### 1) โครงการโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย

##### - มาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม

โครงการโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย กำหนดให้ดำเนินการตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม จำนวน 8 ประเด็น ได้แก่

- (1) การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ
- (2) การติดตามตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน
- (3) การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ
- (4) การติดตามตรวจสอบขยะและของเสียอันตราย
- (5) การติดตามตรวจสอบนิเวศทางบก
- (6) การติดตามตรวจสอบการคมนาคมขนส่งและการจราจร
- (7) การติดตามตรวจสอบอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- (8) การติดตามตรวจสอบด้านสังคม-เศรษฐกิจ และการมีส่วนร่วมของชุมชน

##### - มาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม

โครงการโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย กำหนดให้ดำเนินการตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม จำนวน 9 ประเด็น ได้แก่

- (1) มาตรการทั่วไป
- (2) การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ
- (3) การติดตามตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน
- (4) การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ
- (5) การติดตามตรวจสอบขยะและของเสียอันตราย
- (6) การติดตามตรวจสอบนิเวศทางบก
- (7) การติดตามตรวจสอบการคมนาคมขนส่งและการจราจร
- (8) การติดตามตรวจสอบอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- (9) การติดตามตรวจสอบคุณภาพชีวิต

## 2) โครงการทอส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย

### - มาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม

โครงการโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย กำหนดให้ดำเนินการตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม จำนวน 7 ประเด็น ได้แก่

- (1) การติดตามตรวจสอบด้านสังคม
- (2) การติดตามตรวจสอบดินและการชะล้างพังทลายของดิน
- (3) การติดตามตรวจสอบนิเวศทางบก
- (4) การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ
- (5) การติดตามตรวจสอบนิเวศทางทะเล
- (6) การติดตามตรวจสอบอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- (7) การติดตามตรวจสอบการป้องกันและลดอุบัติเหตุ

### - มาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม

โครงการโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย กำหนดให้ดำเนินการตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม จำนวน 5 ประเด็น ได้แก่

- (1) การติดตามตรวจสอบ
- (2) การติดตามตรวจสอบนิเวศทางบก
- (3) การติดตามตรวจสอบนิเวศทางทะเล
- (4) การติดตามตรวจสอบอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- (5) การติดตามตรวจสอบการป้องกันและลดอุบัติเหตุ

ร่างที่ ก-1 รายละเอียดแผนงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม โครงการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ไทย-มาเลเซีย

ประเด็นสิ่งแวดล้อม	จุดตรวจวัด / พื้นที่ดำเนินการ	ดัชนีที่ตรวจวัด	ความถี่ / ช่วงเวลา	หมายเหตุ
1. คุณภาพอากาศในบรรยากาศ	<ol style="list-style-type: none"> <li>บริเวณอาคารสำนักงานโรงพยาบาล</li> <li>บ้านบ่างาม (ต.ตลิ่งชัน)</li> <li>บ้านตลิ่งชัน (ต.ตลิ่งชัน)</li> <li>บ้านป่าไผ่ (ต.ตลิ่งชัน)</li> <li>บ้านโคกสัก (ต.สะกอม อ.จะนะ)</li> <li>บ้านวังงู* (ต.ตลิ่งชัน อ.จะนะ)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>อนุภาคแขวนลอยในอากาศที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>)</li> <li>ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP)</li> <li>ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)</li> <li>ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)</li> <li>ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)</li> <li>ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S)</li> <li>ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NMHC)</li> <li>ปรอท (Hg)</li> <li>ความเร็วลมและทิศทางลม (ตรวจวัด 1 จุด บริเวณโรงพยาบาล)</li> </ol>	<p>ปีละ 4 ครั้ง ครั้งละ 7 วันต่อเนื่อง</p> <p>ตลอดระยะดำเนินการ</p>	<p>โครงการกำหนดให้มีการติดตามตรวจสอบทุก 3 เดือน (ปีละ 4 ครั้ง) ซึ่งเพิ่มเติมจากมาตรการที่กำหนดไว้เพียงปีละ 2 ครั้ง ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>บ้านบ่างาม (ต.ตลิ่งชัน)</li> <li>บ้านตลิ่งชัน (ต.ตลิ่งชัน)</li> <li>บ้านป่าไผ่ (ต.ตลิ่งชัน)</li> <li>บ้านโคกสัก (ต.สะกอม อ.จะนะ)</li> <li>บ้านวังงู (ต.ตลิ่งชัน อ.จะนะ)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>เบนซีน*</li> <li>โทลูอีน*</li> <li>ไซลีน*</li> <li>เอทเธน*</li> </ol>	<p>ปีละ 2 ครั้ง</p> <p>ครั้งละ 3 วันเป็นเบรก</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ตรวจวัดเพิ่มเติมจากที่กำหนดไว้แผนมาตรการฯ</li> <li>หากผลการตรวจวัดไม่เกินมาตรฐานกำหนด โครงการสามารถยกเลิกการตรวจวัดเบนซีนภายหลังได้</li> </ul>

ร่างที่ ก-1 รายละเอียดแผนการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม โครงการโรงงานแก๊สธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย (ต่อ)

ประเด็นสิ่งแวดล้อม	จุดตรวจวัด / พื้นที่ดำเนินการ	ดัชนีที่ตรวจวัด	ความถี่/ช่วงเวลา	หมายเหตุ
	<ol style="list-style-type: none"> <li>บริเวณสถานีสูบน้ำ NGL</li> <li>ทิศเหนือลม (ลมตะวันออก) ห่างจากสถานีสูบน้ำ NGL 100 เมตร</li> <li>ทิศใต้ลม (ลมตะวันออก) ห่างจากสถานีสูบน้ำ NGL 100 เมตร</li> <li>ทิศเหนือลม (ลมตะวันตกเฉียงใต้) ห่างจากสถานีสูบน้ำ NGL 100 เมตร</li> <li>ทิศใต้ลม (ลมตะวันตกเฉียงใต้) ห่างจากสถานีสูบน้ำ NGL 100 เมตร</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>เบนซีน</li> <li>โทลูอีน</li> <li>ไซลีน</li> <li>เฮกเซน</li> </ol>	<p>ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 วัน</p> <p>ตลอดระยะดำเนินการ</p>	-
คุณภาพอากาศจากปล่องระบาย	<p>ระบายไอเสียจากเครื่องกังหันก๊าซที่ใช้อัดความดันก๊าซและบำบัดไอเสียเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Hot Oil heater และ Thermal oxidizer รวม 8 ปล่อง ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gas Turbine Generator 3 ปล่อง</li> <li>Gas Turbine Compressor 2 ปล่อง</li> <li>ปล่อง Hot Oil Heater 1 ปล่อง</li> <li>ปล่อง Thermal Oxidizer 2 ปล่อง</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP)</li> <li>ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)</li> <li>ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)</li> <li>ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)</li> <li>ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S)</li> <li>ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NMHC)</li> <li>ปรอท (Hg)</li> </ol>	<p>ปีละ 4 ครั้ง ตลอดระยะดำเนินการ</p> <p>ดำเนินการ (ช่วงเวลาเดียวกับการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ)</p>	<p>โครงการกำหนดให้มีการติดตามตรวจสอบทุก 3 เดือน (ปีละ 4 ครั้ง) ซึ่งเพิ่มเติมจากมาตรการที่กำหนดไว้เพียงปีละ 2 ครั้ง</p> <p>ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน</p>

### 1.5 วิธีการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ

ดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ ที่ระดับความสูง 1.2-1.5 เมตร จากพื้น โดยใช้ Personal Pump ยี่ห้อ Gilian รุ่น GilAir-5 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของ ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลิตโดย Gilian Instrument Corp. ทำการปรับเทียบอัตราการไหลโดยใช้ Dry Cal Meter ซึ่งได้รับการสอบเทียบแล้ว จากนั้นจึงเริ่มชักตัวอย่างตามรายดัชนี

#### 1) วิธีติดตามตรวจสอบฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ชักตัวอย่างอากาศด้วยอัตราไหล 1.7 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ผ่านกระดาด กระจกชนิด Polyvinyl Chloride (PVC) ซึ่งผ่านการควบคุมความชื้นใน Desiccator เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักก่อนการติดตามตรวจสอบ นำกระดาดกรองที่เก็บตัวอย่างฝุ่นมาควบคุม ความชื้นและชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง เพื่อคำนวณหาปริมาณฝุ่นในบรรยากาศเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง ด้วยวิธี Pre and Post Weight Difference โดยใช้เครื่อง Electronic Balance 5 pt. ยี่ห้อ Mettler-Todelo

## ภาคผนวก ข ข้อมูลการวิจัย

### 2. ข้อมูลการวิจัยและวิธีการคำนวณผล

#### 2.1 การเตรียมสารและการคำนวณ เพื่อการศึกษาปริมาณของฝุ่นละออง (TSP)

##### 2.1.1 เตรียมน้ำปราศจากไอออน (DI)

นำน้ำ DI ตวงปริมาตรด้วยกระบอกตวงให้ได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

##### 2.1.2 เตรียมสารละลายสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณอนุภาคของฝุ่นละออง (TSP)

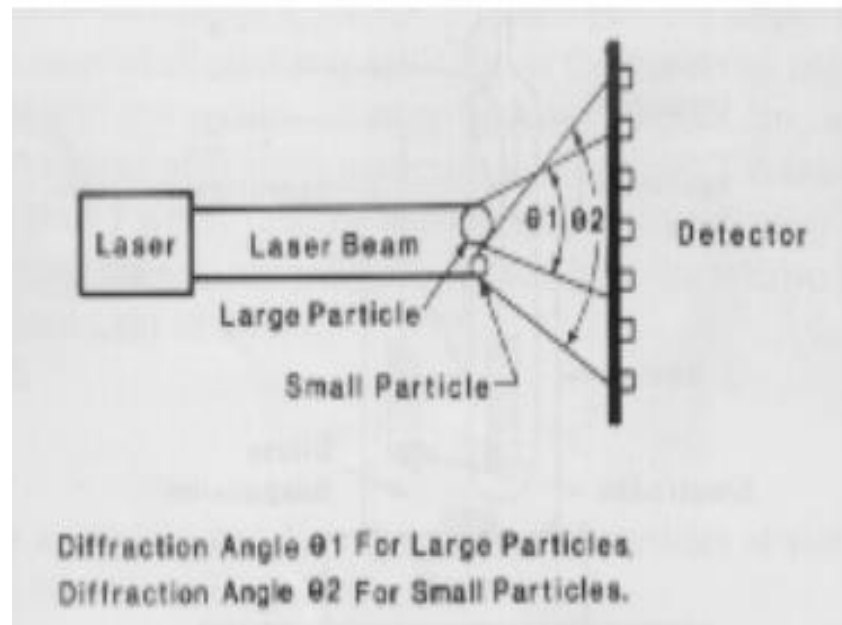
นำน้ำ DI ที่ตวงปริมาตรไว้แล้ว ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน เท่าๆ กัน จะได้น้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำน้ำ DI ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ส่วนที่ 1 มาแช่กับพีชตัวอย่าง (ต้นแคราถาซี) ที่ต้องการทดสอบเป็นเวลา 15 นาที เมื่อครบ 15 นาทีแล้ว นำน้ำชะล้างที่ได้เก็บไว้ในขวดสีชา จากนั้นนำน้ำ DI ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ส่วนที่ 2 มาล้างในพีชตัวอย่าง (ต้นแคราถาซี) ซ้ำอีกครั้ง นำน้ำชะล้างที่ได้จากส่วนที่ 2 รวมกับน้ำชะล้างส่วนที่ 1 ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 200 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

#### 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

##### 2.2.1 Laser Particle Size Analyzer

เทคนิคทางแสง (Optical Techniques) ใช้เครื่อง Laser Particle Size Analyzer รุ่น LS 230 ของบริษัท COULTER ประเทศ USA เทคนิคนี้สามารถวัดขนาดของอนุภาคได้อย่างรวดเร็ว ใช้ตัวอย่างทดสอบในปริมาณน้อย ผลการทดสอบในแต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน (reproducibility) เทคนิคนี้สามารถวัดขนาดอนุภาคในช่วง 0.1-1000 ไมครอน โดยการเลี้ยวเบนของแสง (Laser Diffraction)

ซึ่งมีแหล่งกำเนิดเลเซอร์ที่นิยมใช้ คือ เลเซอร์ชนิด แก๊สฮีเลียม-นีออน (He-Ne gas laser) มีความยาวคลื่นประมาณ 0.63 ไมครอน โดยการใช้สมมติฐานของฟรอนโฮเฟอร์ (Fraunhofer approximation) สามารถอธิบายการทำงานของเครื่อง Laser Particle Size Analyzer ได้ว่า ความเข้มของแสงที่เกิดการเลี้ยวเบนมีความสัมพันธ์กับปริมาณของอนุภาคในแต่ละขนาด แต่มุมเลี้ยวเบนกลับเป็นสัดส่วนผกผันกับขนาดของอนุภาคการใช้ตัวกรองแสงเลนส์ เมื่อใช้ตัวตรวจจับทางแสงร่วมกับคอมพิวเตอร์จะช่วยให้สามารถประมวลผลจากข้อมูลการเลี้ยวเบนเป็นการกระจายตัวของขนาดอนุภาคได้ เทคนิคนี้จึงไม่จำเป็นต้องทราบความหนาแน่นของวัสดุทดสอบ แต่อนุภาคที่มีขนาดเล็กเกินช่วงความสามารถของเครื่องตรวจจับเครื่องอาจจะไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้



**รูปที่ ข-1** อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นของลำแสงเลเซอร์ ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนแบบฟรอนโฮเฟอร์ (Fraunhofer diffraction)

**ที่มา:** ดร.อารี ธนบุญสมบัติ ภัทรารวรรณ คหะวงศ์ และศุภมาส ด่านวิทยากุล ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

สมมติฐานของฟรอนโฮเฟอร์มีข้อจำกัดตรงที่อนุภาคต้องมีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นของแสงที่ใช้วัด (ถ้าใช้เลเซอร์ ชนิดแก๊สฮีเลียม-นีออน อนุภาคควรมีขนาดใหญ่กว่า 25 ไมครอน อนุภาคต้องทึบแสง และอนุภาคทุกขนาดต้องกระเจิง-7/11-แสงออกไปอย่างมีประสิทธิภาพเท่ากัน จากข้อจำกัดเหล่านี้ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดอนุภาคที่มีขนาดเล็กใกล้ความยาวคลื่นของแสง ปัจจุบันได้มีการใช้ทฤษฎีของมี (Mie Theory) เพื่อให้สามารถวัดขนาดของอนุภาคในช่วง 0.1-2000 ไมครอน ได้อย่างถูกต้อง แต่ทฤษฎีนี้ก็ยังมีข้อจำกัดตรงที่จำเป็นต้องรู้ค่าดัชนีหักเห (refractive index) ของวัสดุที่นำมาทดสอบ และตัวกลางรวมทั้งค่าดูดซับแสง (Absorption) ของทั้งสองชนิดด้วย

### 2.2.2 Scanning Electron Microscope: SEM

SEM เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายไม่สูงเท่ากับเครื่อง Transmission Electron Microscope (TEM) (เครื่อง SEM มีกำลังขยายสูงสุดประมาณ 10 นาโนเมตร) การเตรียมตัวอย่างเพื่อที่จะดูด้วยเครื่อง SEM นี้ไม่จำเป็นที่ตัวอย่างจะต้องมีขนาดบาง เมื่อดูด้วยเครื่อง SEM (เพราะไม่ได้ตรวจวัดจากการที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ทะลุผ่านตัวอย่าง) การสร้างภาพทำได้โดยการตรวจวัดอิเล็กตรอนที่สะท้อนจากพื้นผิวหน้าของตัวอย่างที่ทำการสำรวจ ซึ่งภาพที่ได้จากเครื่อง SEM นี้จะเป็นภาพลักษณะ 3 มิติ ดังนั้นเครื่อง SEM จึงถูกนำมาใช้ในการศึกษาสัณฐานและรายละเอียดของลักษณะพื้นผิวของตัวอย่าง เช่น ลักษณะพื้นผิวด้านนอกของเนื้อเยื่อและเซลล์ หน้าตัดของโลหะและวัสดุ เป็นต้น

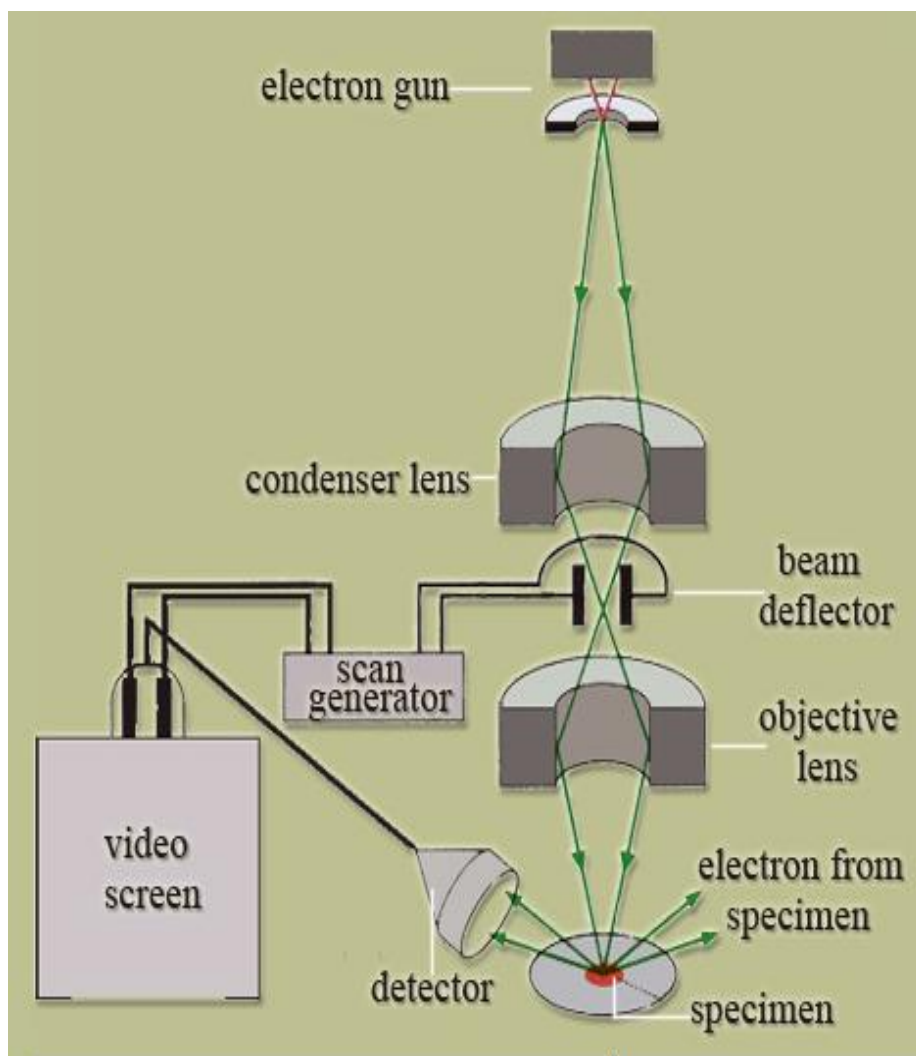


รูปที่ ข-2 เครื่อง Scanning Electron Microscope: SEM

ที่มา: สถาบันนวัตกรรมและพัฒนาระบบการเรียนรู้อาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล

<http://www.il.mahidol.ac.th>





รูปที่ ข-3 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง Scanning Electron Microscope: SEM  
 ที่มา: สถาบันนวัตกรรมและพัฒนาระบบการเรียนรู้อาชีววิทยาลัยมหิดล  
<http://www.il.mahidol.ac.th>

หลักการทำงานของเครื่อง SEM ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน ซึ่งทำหน้าที่ผลิตอิเล็กตรอนเพื่อป้อนให้กับระบบ โดยกลุ่มอิเล็กตรอนที่ได้จากแหล่งกำเนิดจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้า จากนั้น กลุ่มอิเล็กตรอนจะผ่านเลนส์รวบรวมรังสี (Condenser Lens) เพื่อที่จะทำให้กลุ่มอิเล็กตรอนกลายเป็นลำอิเล็กตรอน ซึ่งสามารถปรับให้ขนาดของลำอิเล็กตรอนให้ใหญ่ หรือเล็กได้ตามต้องการ หากต้องการได้ภาพที่มีความคมชัดจะปรับให้ลำอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กลง หลังจากนั้นลำอิเล็กตรอนจะถูกปรับระยะโฟกัสโดยเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective Lens) ลงไปบนผิวชิ้นงานที่ต้องการศึกษา หลังจากลำอิเล็กตรอนถูกกราดลงบนชิ้นงานจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary Electron) ขึ้น ซึ่งสัญญาณจากอิเล็กตรอนทุติยภูมินี้จะถูกบันทึก และแปลงไปเป็นสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์และถูกนำไปสร้างเป็นภาพบนจอโทรทัศน์ต่อไป และสามารถบันทึกภาพจากหน้าจอโทรทัศน์ได้เลย

### 2.3 ตารางแสดงปริมาณฝุ่นละออง

2.3.1 ตารางแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดตั้งแต่ 0.010-100.00 ไมครอน (ผลการเก็บตัวอย่างแบบรายเดือน)

ตารางที่ ข-1 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันออก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันตก (W)
0.04	0	0	0	0
0.044	0.000099	0.000038	0	0
0.048	0.00023	0.000089	0	0
0.053	0.00043	0.00017	0	0
0.058	0.00085	0.00034	0	0
0.064	0.0017	0.00069	0	0
0.07	0.0033	0.0013	0	0
0.077	0.0057	0.0023	0	0
0.084	0.0087	0.0036	0	0
0.093	0.012	0.0051	0	0
0.102	0.016	0.0069	0	0
0.112	0.021	0.009	0	0
0.122	0.026	0.011	0	0
0.134	0.032	0.014	0	0
0.148	0.037	0.017	0	0
0.162	0.043	0.019	0	0
0.178	0.049	0.022	0	0
0.195	0.054	0.025	0	0
0.214	0.060	0.028	0	0
0.235	0.066	0.031	0	0
0.258	0.071	0.033	0	0
0.284	0.076	0.035	0	0
0.311	0.081	0.037	0	0
0.342	0.086	0.039	0	0
0.375	0.092	0.040	0	0
0.412	0.098	0.040	0	0

ตารางที่ ข-1 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.452	0.11	0.041	0	0.000002
0.496	0.12	0.042	0	0.000050
0.545	0.13	0.043	0	0.00046
0.598	0.14	0.045	0.000009	0.0022
0.656	0.16	0.048	0.00016	0.0066
0.721	0.19	0.054	0.0011	0.015
0.791	0.22	0.062	0.0040	0.028
0.868	0.26	0.075	0.010	0.047
0.953	0.32	0.093	0.021	0.074
1.047	0.38	0.12	0.037	0.11
1.149	0.46	0.15	0.060	0.16
1.261	0.56	0.19	0.092	0.22
1.384	0.68	0.24	0.13	0.29
1.52	0.83	0.31	0.19	0.38
1.668	0.99	0.39	0.26	0.49
1.832	1.18	0.48	0.34	0.61
2.011	1.4	0.59	0.44	0.75
2.207	1.64	0.72	0.55	0.91
2.423	1.9	0.86	0.68	1.09
2.66	2.19	1.02	0.83	1.28
2.92	2.5	1.20	0.99	1.49
3.205	2.84	1.39	1.17	1.71
3.519	3.2	1.61	1.36	1.96
3.863	3.59	1.85	1.57	2.21
4.24	3.99	2.10	1.80	2.49
4.655	4.43	2.37	2.03	2.77
5.11	4.89	2.66	2.28	3.07
5.61	5.39	2.97	2.54	3.39
6.158	5.92	3.30	2.81	3.71

ตารางที่ ข-1 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
6.76	6.49	3.65	3.09	4.06
7.421	7.09	4.02	3.37	4.41
8.147	7.75	4.41	3.67	4.79
8.943	8.45	4.81	3.97	5.18
9.818	9.21	5.24	4.28	5.58
10.78	10.0	5.68	4.59	6.01
11.83	10.9	6.14	4.91	6.47
12.99	11.8	6.62	5.24	6.95
14.26	12.8	7.12	5.58	7.46
15.65	13.9	7.63	5.92	8.00
17.18	15.0	8.16	6.27	8.56
18.86	16.1	8.69	6.63	9.16
20.71	17.3	9.23	7.00	9.79
22.73	18.5	9.78	7.37	10.4
24.95	19.7	10.3	7.74	11.1
27.39	20.9	10.9	8.11	11.8
30.07	22.2	11.4	8.48	12.4
33.01	23.4	12	8.85	13.1
36.24	24.6	12.6	9.23	13.8
39.78	25.8	13.3	9.63	14.5
43.67	27.0	14.0	10.0	15.2
47.94	28.1	14.8	10.5	16.0
52.62	29.3	15.7	11.0	16.7
57.77	30.4	16.7	11.6	17.6
63.41	31.5	17.8	12.4	18.5
69.61	32.6	19.1	13.2	19.6
76.42	33.8	20.5	14.2	20.8
83.89	35.1	22.1	15.5	22.2
92.09	36.5	24.0	16.9	23.8

ตารางที่ ข-2 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.04	0	0	0	0
0.044	0.000022	0.000099	0.000010	0.000046
0.048	0.000054	0.00023	0.000024	0.00011
0.053	0.00011	0.00043	0.000049	0.00021
0.058	0.00023	0.00085	0.000099	0.00042
0.064	0.00047	0.0017	0.00020	0.00084
0.07	0.00091	0.0033	0.00039	0.0016
0.077	0.0016	0.0057	0.00069	0.0028
0.084	0.0026	0.0087	0.0011	0.0043
0.093	0.0040	0.012	0.0018	0.0062
0.102	0.0057	0.016	0.0027	0.0085
0.112	0.0080	0.021	0.0039	0.011
0.122	0.011	0.026	0.0056	0.014
0.134	0.140	0.032	0.0077	0.017
0.148	0.018	0.037	0.010	0.021
0.162	0.023	0.043	0.013	0.024
0.178	0.028	0.049	0.017	0.028
0.195	0.034	0.054	0.021	0.033
0.214	0.041	0.060	0.026	0.037
0.235	0.048	0.066	0.031	0.041
0.258	0.055	0.071	0.037	0.046
0.284	0.630	0.076	0.043	0.051
0.311	9.971	0.081	0.049	0.055
0.342	0.078	0.086	0.055	0.060
0.375	0.084	0.092	0.061	0.065
0.412	0.090	0.098	0.066	0.071
0.452	0.096	0.11	0.071	0.077
0.496	0.10	0.12	0.077	0.083
0.545	0.10	0.13	0.083	0.091

ตารางที่ ข-2 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.598	0.11	0.14	0.090	0.10
0.656	0.12	0.16	0.098	0.11
0.721	0.12	0.19	0.11	0.13
0.791	0.14	0.22	0.12	0.14
0.868	0.15	0.26	0.14	0.17
0.953	0.18	0.32	0.16	0.19
1.047	0.22	0.38	0.19	0.23
1.149	0.26	0.46	0.23	0.27
1.261	0.33	0.56	0.28	0.32
1.384	0.41	0.68	0.34	0.39
1.52	0.51	0.83	0.42	0.46
1.668	0.64	0.99	0.50	0.55
1.832	0.79	1.18	0.60	0.65
2.011	0.96	1.40	0.72	0.77
2.207	1.16	1.64	0.85	0.91
2.423	1.38	1.90	0.99	1.05
2.66	1.64	2.19	1.15	1.22
2.92	1.92	2.50	1.33	1.40
3.205	2.22	2.84	1.52	1.59
3.519	2.55	3.20	1.73	1.80
3.863	2.91	3.59	1.94	2.03
4.24	3.29	3.99	2.18	2.27
4.655	3.70	4.43	2.43	2.52
5.11	4.13	4.89	2.69	2.78
5.61	4.59	5.39	2.96	3.06
6.158	5.08	5.92	3.25	3.36
6.76	5.61	6.49	3.56	3.67
7.421	6.16	7.09	3.89	4.00
8.147	6.75	7.75	4.23	4.35

ตารางที่ ข-2 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
8.943	7.38	8.45	4.60	4.72
9.818	8.06	9.21	4.99	5.12
10.78	8.79	10.0	5.41	5.56
11.83	9.58	10.9	5.87	6.03
12.99	10.4	11.8	6.36	6.56
14.26	11.4	12.8	6.9	7.14
15.65	12.4	13.9	7.49	7.78
17.18	13.5	15.0	8.13	8.5
18.86	14.7	16.1	8.84	9.29
20.71	15.9	17.3	9.60	10.2
22.73	17.2	18.5	10.4	11.10
24.95	18.6	19.7	11.3	12.1
27.39	20	20.9	12.2	13.2
30.07	21.4	22.2	13.2	14.3
33.01	22.8	23.4	14.2	15.5
36.24	24.1	24.6	15.3	16.6
39.78	25.4	25.8	16.3	17.8
43.67	26.8	27.0	17.4	19.1
47.94	28.1	28.1	18.6	20.3
52.62	29.4	29.3	19.8	21.7
57.77	30.7	30.4	21.0	23.0
63.41	32.0	31.5	22.3	24.4
69.61	33.3	32.6	23.6	25.8
76.42	34.6	33.8	25.0	27.3
83.89	36.0	35.1	26.6	28.9
92.09	37.5	36.5	28.4	30.7

ตารางที่ ข-3 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.04	0	0	0	0
0.044	0.000012	0.00003	0	0.000072
0.048	0.000030	0.000071	0	0.00017
0.053	0.000059	0.00014	0	0.00034
0.058	0.00012	0.00029	0	0.00069
0.064	0.00024	0.0006	0	0.0014
0.07	0.00047	0.0011	0	0.0027
0.077	0.00080	0.002	0	0.0048
0.084	0.0012	0.003	0	0.0076
0.093	0.0018	0.0044	0	0.011
0.102	0.0024	0.006	0	0.016
0.112	0.0032	0.0079	0	0.022
0.122	0.0040	0.01	0	0.028
0.134	0.005	0.013	0	0.036
0.148	0.006	0.015	0	0.044
0.162	0.0072	0.018	0	0.053
0.178	0.0085	0.021	0	0.062
0.195	0.01	0.025	0	0.071
0.214	0.012	0.029	0	0.078
0.235	0.013	0.033	0	0.084
0.258	0.016	0.037	0	0.089
0.284	0.018	0.041	0	0.093
0.311	0.021	0.046	0	0.097
0.342	0.025	0.052	0	0.1
0.375	0.029	0.057	0	0.12
0.412	0.035	0.064	0.000076	0.14
0.452	0.042	0.071	0.0013	0.17
0.496	0.051	0.079	0.0087	0.23
0.545	0.063	0.089	0.032	0.3



ตารางที่ ข-3 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.598	0.078	0.099	0.08	0.4
0.656	0.097	0.11	0.16	0.52
0.721	0.12	0.13	0.28	0.67
0.791	0.15	0.14	0.45	0.83
0.868	0.18	0.16	0.67	1.02
0.953	0.22	0.18	0.95	1.23
1.047	0.27	0.21	1.29	1.45
1.149	0.33	0.24	1.69	1.69
1.261	0.4	0.28	2.15	1.94
1.384	0.47	0.32	2.65	2.2
1.52	0.55	0.37	3.19	2.48
1.668	0.65	0.43	3.74	2.77
1.832	0.75	0.49	4.29	3.07
2.011	0.86	0.57	4.83	3.38
2.207	0.97	0.66	5.33	3.69
2.423	1.1	0.76	5.79	4.01
2.66	1.23	0.87	6.19	4.34
2.92	1.37	1	6.52	4.66
3.205	1.52	1.14	6.78	4.98
3.519	1.67	1.29	6.98	5.3
3.863	1.84	1.46	7.12	5.62
4.24	2.01	1.65	7.21	5.94
4.655	2.19	1.84	7.27	6.27
5.11	2.39	2.05	7.32	6.61
5.61	2.6	2.27	7.36	6.96
6.158	2.83	2.5	7.41	7.34
6.76	3.08	2.74	7.48	7.75
7.421	3.35	2.99	7.58	8.19
8.147	3.65	3.25	7.7	8.67

ตารางที่ ข-3 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
8.943	3.97	3.52	7.86	9.2
9.818	4.32	3.8	8.06	9.77
10.78	4.71	4.1	8.28	10.4
11.83	5.14	4.42	8.55	11.1
12.99	5.61	4.79	8.84	11.8
14.26	6.13	5.2	9.15	12.6
15.65	6.7	5.67	9.48	13.5
17.18	7.32	6.22	9.83	14.4
18.86	8	6.87	10.2	15.4
20.71	8.75	7.64	10.6	16.5
22.73	9.55	8.54	11	17.7
24.95	10.4	9.56	11.5	19
27.39	11.4	10.7	12.1	20.4
30.07	12.4	11.9	12.6	21.9
33.01	13.5	13.1	13.2	23.5
36.24	14.7	14.5	13.9	25.2
39.78	16	15.9	14.6	27.1
43.67	17.5	17.3	15.4	29.2
47.94	19.1	18.9	16.4	31.6
52.62	20.9	20.6	17.5	34.1
57.77	22.9	22.3	18.7	36.9
63.41	25.2	24.2	20	40
69.61	27.7	26.2	21.4	43.3
76.42	30.5	28.4	23	46.9
83.89	33.7	30.9	24.8	50.8
92.09	37.1	33.6	26.8	54.9

ตารางที่ ข-4 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.04	0	0	0	0
0.044	0	0	0.000066	0.00016
0.048	0	0	0.00016	0.00036
0.053	0	0	0.00031	0.0007
0.058	0	0	0.00062	0.0014
0.064	0	0	0.0013	0.0028
0.07	0	0	0.0024	0.0054
0.077	0	0	0.0041	0.0092
0.084	0	0	0.0063	0.014
0.093	0	0	0.009	0.02
0.102	0	0	0.012	0.026
0.112	0	0	0.016	0.033
0.122	0	0	0.02	0.04
0.134	0	0.000004	0.024	0.047
0.148	0	0.000067	0.029	0.054
0.162	0	0.00044	0.035	0.061
0.178	0	0.0015	0.042	0.068
0.195	0	0.0036	0.051	0.07
0.214	0	0.0064	0.06	0.08
0.235	0	0.0094	0.07	0.087
0.258	0	0.012	0.08	0.095
0.284	0	0.014	0.09	0.1
0.311	0.000049	0.016	0.099	0.12
0.342	0.00081	0.02	0.11	0.14
0.375	0.0053	0.031	0.11	0.16
0.412	0.019	0.051	0.12	0.19
0.452	0.048	0.084	0.13	0.24
0.496	0.095	0.13	0.14	0.29
0.545	0.16	0.2	0.16	0.34

ตารางที่ ข-4 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.598	0.26	0.29	0.18	0.41
0.656	0.37	0.41	0.21	0.48
0.721	0.52	0.54	0.25	0.54
0.791	0.69	0.72	0.29	0.6
0.868	0.89	0.94	0.36	0.66
0.953	1.11	1.21	0.43	0.7
1.047	1.35	1.52	0.52	0.75
1.149	1.62	1.89	0.64	0.78
1.261	1.9	2.31	0.77	0.83
1.384	2.19	2.78	0.92	0.89
1.52	2.48	3.3	1.09	0.97
1.668	2.78	3.86	1.28	1.1
1.832	3.08	4.44	1.48	1.29
2.011	3.37	5.04	1.71	1.55
2.207	3.66	5.64	1.95	1.91
2.423	3.93	6.21	2.21	2.37
2.66	4.19	6.75	2.49	2.95
2.92	4.44	7.24	2.77	3.65
3.205	4.69	7.67	3.08	4.47
3.519	4.93	8.04	3.41	5.41
3.863	5.17	8.37	3.76	6.46
4.24	5.43	8.65	4.14	7.59
4.655	5.71	8.93	4.56	8.78
5.11	6.01	9.23	5.02	10
5.61	6.35	9.51	5.53	11.3
6.158	6.73	10	6.1	12.5
6.76	7.15	10.5	6.73	13.7
7.421	7.61	11.1	7.41	14.9
8.147	8.11	11.7	8.14	16

ตารางที่ ข-4 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบรายเดือน ของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
8.943	8.66	12.4	8.92	17
9.818	9.24	13.1	9.74	17.9
10.78	9.86	13.8	10.6	18.9
11.83	10.5	14.5	11.5	19.8
12.99	11.2	15.1	12.4	20.7
14.26	12	15.7	13.4	21.8
15.65	12.9	16.6	14.4	23.1
17.18	13.9	17.8	15.4	24.7
18.86	15	19.3	16.6	26.6
20.71	16.2	21	18	29
22.73	17.5	22.4	19.6	31.8
24.95	18.9	23.3	21.4	35
27.39	20.4	23.9	23.2	38.5
30.07	22.1	24.3	25.1	42
33.01	23.9	24.9	27	45.6
36.24	26	26.1	28.9	49
39.78	28.3	28.3	30.7	52.3
43.67	31	31.3	32.5	55.3
47.94	34.2	34.7	34.4	58.1
52.62	37.7	37.9	36.4	60.6
57.77	41.7	40.6	38.4	62.9
63.41	46	42.8	40.5	64.9
69.61	50.7	45	42.7	66.8
76.42	55.6	47.9	45.1	68.8
83.89	60.5	52.1	47.6	70.8
92.09	65.3	57.7	50.5	73.1

2.3.2 ตารางแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดตั้งแต่ 0.010-100.00 ไมครอน (ผลการเก็บตัวอย่างแบบสองเดือน)

ตารางที่ ข-5 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.04	0	0	0	0
0.044	0.000047	0	0	0.000055
0.048	0.00011	0	0	0.00013
0.053	0.00023	0	0	0.00025
0.058	0.00046	0	0	0.00049
0.064	0.00094	0	0	0.001
0.07	0.0018	0	0	0.0019
0.077	0.0031	0	0	0.0033
0.084	0.0048	0	0	0.0052
0.093	0.0068	0	0	0.0074
0.102	0.0093	0	0	0.01
0.112	0.012	0	0	0.013
0.122	0.015	0	0	0.017
0.134	0.019	0	0	0.021
0.148	0.023	0	0	0.025
0.162	0.027	0	0	0.029
0.178	0.031	0	0	0.034
0.195	0.035	0	0	0.038
0.214	0.039	0	0	0.043
0.235	0.043	0	0	0.048
0.258	0.046	0	0	0.052
0.284	0.049	0	0	0.056
0.311	0.052	0	0	0.06
0.342	0.054	0	0	0.064
0.375	0.056	0	0	0.066
0.412	0.058	0	0	0.069

ตารางที่ ข-5 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.452	0.061	0	0	0.071
0.496	0.066	0.00015	0	0.073
0.545	0.072	0.0024	0.000013	0.075
0.598	0.083	0.015	0.00018	0.077
0.656	0.098	0.054	0.001	0.081
0.721	0.12	0.13	0.0034	0.086
0.791	0.15	0.27	0.008	0.094
0.868	0.19	0.47	0.015	0.11
0.953	0.23	0.74	0.027	0.12
1.047	0.29	1.11	0.043	0.14
1.149	0.37	1.56	0.065	0.17
1.261	0.45	2.11	0.095	0.21
1.384	0.55	2.74	0.13	0.26
1.52	0.67	3.44	0.18	0.31
1.668	0.79	4.19	0.24	0.38
1.832	0.92	4.96	0.31	0.47
2.011	1.07	5.72	0.39	0.57
2.207	1.22	6.46	0.48	0.68
2.423	1.38	7.14	0.59	0.81
2.66	1.54	7.74	0.71	0.96
2.92	1.7	8.26	0.84	1.12
3.205	1.86	8.67	0.98	1.3
3.519	2.02	8.97	1.14	1.5
3.863	2.18	9.19	1.3	1.72
4.24	2.33	9.32	1.48	1.95
4.655	2.49	9.4	1.67	2.21
5.11	2.65	9.45	1.87	2.48
5.61	2.81	9.49	2.08	2.77
6.158	2.98	9.53	2.3	3.07

ตารางที่ ข-5 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
6.76	3.15	9.6	2.54	3.4
7.421	3.33	9.71	2.78	3.75
8.147	3.52	9.85	3.04	4.11
8.943	3.72	10	3.31	4.5
9.818	3.94	10.3	3.59	4.91
10.78	4.17	10.5	3.9	5.35
11.83	4.42	10.8	4.23	5.81
12.99	4.7	11.2	4.59	6.31
14.26	4.99	11.5	4.98	6.83
15.65	5.31	11.8	5.41	7.39
17.18	5.66	12.2	5.88	7.98
18.86	6.05	12.6	6.4	8.62
20.71	6.48	13.1	6.97	9.29
22.73	6.99	13.7	7.59	10
24.95	7.58	14.4	8.26	10.7
27.39	8.27	15.1	8.93	11.5
30.07	9.05	16	9.74	12.3
33.01	9.94	16.8	10.5	13.1
36.24	11	17.7	11.4	13.9
39.78	12.1	18.7	12.2	14.8
43.67	13.4	19.6	13.1	15.6
47.94	15	20.6	14.1	16.5
52.62	16.7	21.6	15.1	17.4
57.77	18.6	22.7	16.2	18.3
63.41	20.7	23.8	17.3	19.2
69.61	23	25.1	18.6	20.3
76.42	25.5	26.5	19.9	21.4
83.89	28.4	28.1	21.5	22.7
92.09	31.6	29.9	23.2	24.1



ตารางที่ ข-6 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.04	0	0	0	0
0.044	0.000075	0.000017	0.000036	0.000076
0.048	0.00018	0.000041	0.000087	0.00018
0.053	0.00034	0.000082	0.00018	0.00035
0.058	0.00067	0.00017	0.00036	0.0007
0.064	0.0014	0.00034	0.00075	0.0014
0.07	0.0026	0.00066	0.0014	0.0027
0.077	0.0045	0.0011	0.0024	0.0047
0.084	0.007	0.0018	0.0038	0.0073
0.093	0.0099	0.0026	0.0055	0.01
0.102	0.013	0.0036	0.0075	0.014
0.112	0.017	0.0048	0.0099	0.018
0.122	0.022	0.0063	0.013	0.023
0.134	0.026	0.0079	0.016	0.028
0.148	0.031	0.0098	0.019	0.034
0.162	0.036	0.012	0.023	0.041
0.178	0.042	0.014	0.027	0.047
0.195	0.047	0.017	0.031	0.055
0.214	0.053	0.02	0.035	0.062
0.235	0.059	0.023	0.039	0.071
0.258	0.065	0.026	0.042	0.079
0.284	0.072	0.029	0.046	0.089
0.311	0.08	0.032	0.048	0.098
0.342	0.089	0.035	0.051	0.11
0.375	0.099	0.039	0.053	0.12
0.412	0.11	0.042	0.055	0.13
0.452	0.13	0.046	0.057	0.14
0.496	0.15	0.05	0.061	0.15
0.545	0.17	0.056	0.066	0.16

ตารางที่ ข-6 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
0.598	0.2	0.064	0.073	0.17
0.656	0.23	0.075	0.084	0.18
0.721	0.28	0.09	0.099	0.2
0.791	0.33	0.11	0.12	0.22
0.868	0.39	0.14	0.15	0.24
0.953	0.46	0.18	0.19	0.28
1.047	0.55	0.22	0.23	0.32
1.149	0.65	0.28	0.29	0.38
1.261	0.76	0.36	0.36	0.45
1.384	0.9	0.45	0.44	0.55
1.52	1.05	0.56	0.54	0.67
1.668	1.22	0.69	0.64	0.81
1.832	1.4	0.83	0.76	0.98
2.011	1.61	0.99	0.89	1.18
2.207	1.84	1.16	1.02	1.4
2.423	2.08	1.34	1.17	1.66
2.66	2.35	1.53	1.32	1.95
2.92	2.63	1.73	1.47	2.27
3.205	2.93	1.93	1.63	2.62
3.519	3.26	2.13	1.8	3
3.863	3.6	2.34	1.96	3.4
4.24	3.97	2.54	2.13	3.83
4.655	4.37	2.75	2.31	4.29
5.11	4.79	2.96	2.49	4.77
5.61	5.25	3.17	2.67	5.28
6.158	5.75	3.4	2.86	5.82
6.76	6.29	3.63	3.07	6.38
7.421	6.87	3.88	3.28	6.98
8.147	7.51	4.15	3.5	7.62

ตารางที่ ข-6 ขนาดและปริมาณของฝุ่นละอองแบบสองเดือน จากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ขนาดของฝุ่นละออง (ไมครอน)	ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (เปอร์เซ็นต์)			
	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (W)
8.943	8.19	4.44	3.73	8.29
9.818	8.94	4.75	3.98	9.01
10.78	9.75	5.1	4.24	9.78
11.83	10.6	5.48	4.53	10.6
12.99	11.6	5.92	4.83	11.5
14.26	12.6	6.41	5.17	12.5
15.65	13.6	6.95	5.54	13.5
17.18	14.8	7.53	5.95	14.7
18.86	16	8.17	6.41	16
20.71	17.3	8.87	6.95	17.3
22.73	18.6	9.63	7.6	18.8
24.95	20	10.5	8.36	20.5
27.39	21.5	11.4	9.28	22.2
30.07	22.9	12.4	10.3	24
33.01	24.4	13.4	11.6	25.9
36.24	25.8	14.5	12.9	27.7
39.78	27.3	15.8	14.3	29.6
63.41	34.7	23.7	23.9	39.5
69.61	36.3	25.7	26.6	41.3
76.42	37.8	27.9	29.5	43
83.89	39.4	30.3	32.8	44.6
92.09	41.1	32.9	36.6	46.2

## 2.4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาสงขลา (คอหงส์) ในแต่ละเดือน ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณของฝุ่นละออง

ตารางที่ ข-7 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)
1	0.0	29.7	76.8	นนอ	3.80
2	2.4	28.0	87.5	วชว	0.80
3	0.0	27.8	87.6	นอ	0.80
4	8.2	29.8	78.5	น	2.30
5	0.0	29.1	83.4	นนอ	2.50
6	0.0	30.1	78.1	อนอ	3.50
7	2.8	29.1	81.5	น	1.40
8	0.0	28.6	85.5	นนอ	1.30
9	0.0	28.9	81.1	น	0.80
10	76.0	27.7	85.5	ง	0.00
11	1.2	28.9	78.7	อ	2.30
12	5.2	27.8	88.2	อ	0.90
13	0.0	28.9	81.2	ชว	2.30
14	6.4	27.7	83.6	ช	2.00
15	2.2	29.0	80.8	อชอ	2.10
16	0.0	29.0	78.8	ช	2.40
17	0.0	27.6	87.0	นว	1.60
18	7.6	26.2	91.4	ง	0.00
19	0.0	28.7	78.9	นอ	0.90
20	0.0	29.7	77.2	อชอ	2.30
21	41.2	27.4	86.4	อนอ	2.10
22	2.6	28.0	83.0	ช	2.00
23	3.4	27.9	85.0	นอ	2.00
24	0.0	28.8	85.8	นอ	1.80
25	17.8	29.0	82.7	นอ	1.90
26	13.6	28.6	82.1	น	2.80
27	3.8	27.7	87.3	ชอ	2.30
28	20.2	27.2	92.5	ชอ	1.30
29	0.0	28.2	84.7	น	2.50

ตารางที่ ข-7 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)
30	15.0	26.5	89.4	ซอ	2.80
31	0.6	28.7	81.5	อนอ	2.10
เฉลี่ย	7.4	28.4	83.60		1.86

ตารางที่ ข-8 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)
1	1.6	28.9	82.0	ซอ	2.10
2	0.0	28.0	85.1	ซ	1.60
3	0.0	28.7	83.9	ซ	0.90
4	0.6	27.3	89.0	นนอ	1.40
5	0.0	27.9	87.4	ซซว	2.10
6	0.0	29.1	79.5	ซซว	3.80
7	0.0	29.2	79.7	นอ	0.80
8	0.0	29.9	74.7	วซว	2.00
9	46.4	28.0	86.7	นนอ	1.80
10	1.6	28.1	84.7	ซอ	2.60
11	1.4	29.2	76.8	ซ	2.80
12	2.6	26.8	90.2	ซอ	2.50
13	0.0	28.6	79.2	วซว	0.50
14	4.8	27.5	86.3	ซซว	0.80
15	0.0	29.2	75.3	ซซอ	0.90
16	0.0	28.8	80.2	นอ	1.60
17	0.0	29.1	79.5	ซ	1.40
18	0.0	29.4	76.2	ซซว	2.30
19	0.0	29.6	71.6	วซว	2.30
20	0.0	29.8	68.8	อซอ	1.90
21	0.0	29.4	74.9	ซว	1.80
22	2.2	27.5	88.6	ง	0.00
23	0.0	28.9	77.9	วซว	3.00
24	0.0	28.5	78.6	ซ	2.10
25	0.0	28.7	77.2	ซอ	1.30
26	2.4	28.2	81.3	นอ	1.10
27	0.0	29.1	71.7	ซว	5.10
28	0.0	29.5	68.1	วซว	2.80
29	2.4	27.8	81.3	ซซอ	1.50
30	0.0	27.7	83.2	ซซอ	1.60
เฉลี่ย	2.2	28.6	80.0		1.9

ตารางที่ ข-9 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)
1	0.0	26.5	73.7	อชอ	7.00
2	0.0	26.0	75.9	นอ	3.50
3	0.0	27.0	73.4	นอ	3.80
4	0.0	27.0	75.1	นอ	7.90
5	0.0	27.2	76.8	นอ	8.90
6	0.0	26.9	71.7	ชอ	5.50
7	0.0	26.7	72.9	อ	6.00
8	0.0	26.8	73.5	ชอ	10.50
9	0.0	26.8	71.0	อ	12.30
10	0.0	26.6	68.2	อ	6.80
11	0.0	27.0	72.8	นอ	4.50
12	0.0	26.1	77.9	นนอ	7.80
13	0.0	26.2	76.5	นอ	4.50
14	0.0	25.8	77.7	นอ	3.00
15	0.0	26.5	78.1	นอ	3.40
16	0.0	26.6	85.5	นอ	5.50
17	0.0	27.6	80.2	นอ	8.30
18	0.0	27.4	81.6	นอ	3.80
19	0.0	27.4	82.9	อนอ	2.30
20	0.0	27.4	77.8	อนอ	7.90
21	0.0	27.4	78.8	นอ	8.00
22	0.0	27.7	80.1	นอ	1.90
23	0.0	26.8	77.8	นนอ	2.00
24	0.0	26.7	79.1	นอ	4.60
25	0.0	26.8	76.3	นนอ	5.40
26	0.0	26.4	78.0	นนอ	2.50
27	0.0	27.0	75.9	นอ	2.40
28	0.0	27.7	75.3	นนอ	2.80
เฉลี่ย	0.0	24.3	69.18		4.93

ตารางที่ ข-10 แสดงข้อมูลสภาพอากาศประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)
1	0.0	28.5	75.1	นนอ	2.60
2	0.0	28.2	76.8	นอ	5.60
3	0.0	28.2	77.8	นอ	0.90
4	0.0	28.0	74.8	นอ	2.40
5	0.0	27.8	76.7	น	3.60
6	0.0	28.2	73.1	น	5.50
7	0.0	28.2	75.0	นอ	3.00
8	0.0	28.7	76.4	น	2.40
9	0.0	28.2	74.5	นอ	4.60
10	0.0	27.9	76.6	อ	5.10
11	0.0	28.2	74.5	นอ	9.50
12	0.0	28.1	71.5	อ	3.00
13	0.0	27.7	69.6	อ	4.50
14	0.0	27.7	62.9	นอ	3.60
15	0.0	26.7	76.6	น	4.60
16	0.0	27.6	74.3	น	3.30
17	0.0	27.2	71.0	นนว	1.90
18	0.0	27.5	71.3	น	1.90
19	0.0	28.0	71.4	นอ	2.60
20	0.0	27.9	71.5	อนอ	3.50
21	0.0	28.6	74.5	น	2.30
22	0.0	28.9	71.6	นนว	2.30
23	0.0	28.6	72.5	นอ	4.60
24	0.0	28.3	71.6	นอ	6.80
25	0.0	28.7	73.4	อชอ	5.50
26	0.0	28.6	75.3	นอ	3.80
27	0.0	29.0	74.2	ชอ	5.80
28	0.0	28.8	75.3	อ	5.60
29	0.0	28.8	76.3	นอ	3.40
30	0.0	29.1	74.1	อนอ	3.00
31	0.0	29.2	74.5	อ	5.60
เฉลี่ย	0.0	28.2	73.70		3.96



ตารางที่ ข-11 อธิบายความหมายของสัญลักษณ์และตัวย่อของทิศทางลม

ตัวย่อของทิศทางลม		
น	(N)	ทิศเหนือ
นนอ	(NNE)	ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออก
นอ	(NE)	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
อนอ	(ENE)	ทิศตะวันออกค่อนไปทางเหนือ
อ	(E)	ทิศตะวันออก
อชอ	(ESE)	ทิศตะวันออกค่อนไปทางใต้
ชอ	(SE)	ทิศตะวันออกเฉียงใต้
ชชอ	(SSE)	ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก
ช	(S)	ทิศใต้
ชชว	(SSW)	ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก
ชว	(SW)	ทิศตะวันตกเฉียงใต้
วชว	(WSW)	ทิศใต้ค่อนไปทางใต้
ว	(W)	ทิศตะวันตก
วนว	(WNW)	ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ
นว	(NW)	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
นนว	(NNW)	ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก

## 2.5 การเตรียมสารและการคำนวณ

### 2.5.1 วิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณของฝุ่นละออง

การหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP ตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย LS Particle Size Analyzer

ปริมาณฝุ่นรวมขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน ของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 ประกอบด้วย 4 ทิศ ได้แก่ ทิศเหนือ (N), ทิศตะวันออก (E), ทิศใต้ (S) และทิศตะวันตก (W)

ทิศเหนือ (N)	=	36.5
ทิศตะวันออก (E)	=	24.0
ทิศใต้ (S)	=	16.9
ทิศตะวันตก (W)	=	23.8

$$\text{สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ย } \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าปริมาณ TSP ของทั้ง 4 ทิศ } \bar{x} &= \frac{36.5+24.0+16.9+23.8}{4} \\ \bar{x} &= 25.1 \end{aligned}$$

เมื่อ  $\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต  
 $\sum x$  คือ ผลบวกของข้อมูลทุกค่า  
 $n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ตารางที่ ข-12 ปริมาณของฝุ่นละออง PM 0.1, PM 2.5, PM 10 และ TSP ในการทดลองแบบรายเดือน และการทดลองแบบสองเดือน (ฤดูฝน)

ขนาดของฝุ่น (ไมครอน)	พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 (ฤดูฝน)											
	ปริมาณของฝุ่นละออง (เปอร์เซ็นต์/ตั้งแต่ 0.040-2000 ไมครอน)											
	พ.ค. 57				มิ.ย. 57				พ.ค.-มิ.ย. 57			
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W
PM 0.1	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0.01
PM 2.5	1.9	0.86	0.68	1.09	1.38	1.90	0.99	1.05	1.38	7.14	0.59	0.81
PM 10	9.21	5.24	4.28	5.58	8.06	9.21	4.99	5.12	3.94	10.3	3.59	4.91
TSP	36.5	24.0	16.9	23.8	37.5	36.5	28.4	30.7	31.6	29.9	23.2	24.1

ตารางที่ ข-13 ปริมาณของฝุ่นละออง PM 0.1, PM 2.5, PM 10, และ TSP ในการทดลองแบบรายเดือน และการทดลองแบบสองเดือน (ฤดูร้อน)

ขนาดของฝุ่น (ไมครอน)	กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558 (ฤดูร้อน)											
	ปริมาณของฝุ่นละออง (เปอร์เซ็นต์/ตั้งแต่ 0.040-2000 ไมครอน)											
	ก.พ. 58				มี.ค. 58				ก.พ.-มี.ค. 58			
	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S
PM 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM 2.5	1.1	0.76	5.79	1.1	0.76	5.79	1.1	0.76	5.79	1.1	0.76	5.79
PM 10	4.32	3.8	8.06	4.32	3.8	8.06	4.32	3.8	8.06	4.32	3.8	8.06
TSP	37.1	33.6	26.8	37.1	33.6	26.8	37.1	33.6	26.8	37.1	33.6	26.8

ตารางที่ ข-14 ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ทิศ ของโรงแยกก๊าซ ฝุ่นละอองขนาด PM0.1, PM2.5, PM10 และ TSP แบบรายเดือนของเดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 และแบบสองเดือน จากเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 และจากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558

เดือน	ขนาดของฝุ่นละออง			
	PM0.1	PM2.5	PM10	TSP
พฤษภาคม พ.ศ. 2557	0.005	1.13	4.95	25.1
มิถุนายน พ.ศ. 2557	0.005	1.33	5.52	33.3
พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557	0.005	2.48	3.21	27.2
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	0.0025	2.91	3.59	38.1
มีนาคม พ.ศ. 2558	0.0075	3.67	8.82	61.7
กุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558	0.0075	1.56	5.11	39.2

## 2.5.2 วิธีการคำนวณหาค่าความถี่ของทิศทางลม (ร้อยละ)

วิธีการคำนวณหาค่าความถี่ของทิศทางลม ยกตัวอย่างของทิศทางลมประจำเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ทำได้โดยการแบ่งทิศทางลมทั้งหมดออกเป็น 16 ทิศ (ตารางที่ ข-11) และเรียงลำดับความเร็วลมทั้ง 31 วัน โดยเรียงจากค่าจำนวนน้อยไปหาค่าจำนวนมาก หลังจากนั้นมาดูว่าในวันที่ 1 ความเร็วลมเท่านี้เกิดขึ้นในทิศทางลมใด ให้ทำเครื่องหมายหนึ่งในช่องนั้น และให้ทำเช่นเดียวกันกับวันที่ 2 จนถึงวันที่ 31 สามารถดูการคำนวณได้จากตารางที่ ข-7 จากนั้นนับรวมคะแนนในแต่ละช่อง นำคะแนนที่ได้ เช่น ในช่อง ทิศเหนือ (N) รวมคะแนนแล้วมีค่าเท่ากับ 5 นำมาคำนวณเป็นร้อยละ

### ตัวอย่างที่ 1

ทิศเหนือ (N) มีค่าเท่ากับ	5
คิดเป็นร้อยละ	$5 \times 100$
หารด้วยจำนวนวัน	$(5 \times 100) \div 31$
ร้อยละ	16.1

### ตัวอย่างที่ 2

ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออก (N) มีค่าเท่ากับ	3
คิดเป็นร้อยละ	$3 \times 100$
หารด้วยจำนวนวัน	$(3 \times 100) \div 31$
ร้อยละ	9.7

ตารางที่ ข-15 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0.8	1		1									1				
0.9			1		1											
1.3							1									
1.4	1															
1.6															1	
1.8			1													
1.9			1													
2			1						2							
2.1				2		1										
2.3	1				1	1	1				1					
2.4									1							
2.5	1	1														
2.8	1						1									
3.5				1												
3.8																
รวม	5	3	5	3	2	2	3	-	3	-	1	1	-	-	1	-
ร้อยละ	16.1	9.7	16.1	9.7	6.5	6.5	9.7	-	9.7	-	3.2	3.2	-	-	3.2	-

ตารางที่ ข-16 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0.5												1				
0.8		1								1						
0.9								1	1							
1.10			1													
1.30							1									
1.40									1							
1.50								1								
1.60			1					1	1							
1.8		1									1					
1.9																
2.00						1						1				
2.10									1	1						
2.30										1		1				
2.50																
2.60									1							
2.80										1						1

ตารางที่ ข-16 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
3.00												1				
3.80										1						
5.10											1					
รวม	-	2	3	-	-	1	4	3	5	4	2	5	-	-	-	-
ร้อยละ	-	6.7	10	-	-	3.3	13.3	10	16.7	13.3	6.7	16.7	-	-	-	-

ตารางที่ ข-17 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNNW	NW	NNW
0.5												1				
0.8	1		2							1		1				
0.9			1		1			1	1							
1.1			1													
1.3							2									
1.4	1	1							1							
1.5								1								
1.6								1	1						1	
1.8			1	1							1					
1.9			1													
2			1									1				
2.1				2					1	1						
2.3	1				1	1	1			1	1	1				
2.4																
2.5	1	2					1									



ตารางที่ ข-17 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 (ต่อ)

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
2.6							1									
2.8	1						1		1			1				
3												1				
3.5				1												
3.8		1								1						
5.1											1					
รวม	5	6	8	3	2	3	7	3	8	4	3	6	-	-	1	-
ร้อยละ	8.2	9.8	13.1	4.9	3.3	4.9	11.5	4.9	13.1	6.6	4.9	9.8	-	-	1.6	-

ตารางที่ ข-18 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ความเร็วลม	ทิศทางลม																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
1.9			1														
2		1															
2.3				1													
2.4			1														
2.5		1															
2.8		1															
3			1														
3.4			1														
3.5			1														
3.8			2														
4.5			2														
4.6			1														
5.4		1															
5.5			1						1								
6					1												

ตารางที่ ๗-18 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
6.8					1											
7						1										
7.8		1														
7.9			1	1												
8			1													
8.3			1													
8.9			1													
10.5								1								
12.3					1											
รวม	-	5	15	2	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละ	-	17.9	53.6	7.1	10.7	3.6	7.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-19 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0.9		1														
1.9	1															
2.3	1															
2.4	1		1													
2.6		1	1													
3			1	1	1											
3.3	1															
3.4			1													
3.5				1												
3.6	1		1													
3.8			1													
4.5						1										
4.6	1		3													
5.1					1											
5.5	1					1										
5.6			1		2											

ตารางที่ ข-19 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ความเร็วลม	ทิศทางลม															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
5.8							1									
6.8			1													
9.5			1													
รวม	7	1	13	2	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละ	22.6	3.2	41.9	6.5	16.1	3.2	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-20 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ความเร็วลม	ทิศทางลม																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
0.9			1														
1.9	1		1													1	
2		1															
2.3	1			1												1	
2.4	1		2														
2.5		1															
2.6		1	1														
2.8		1															
3			2	1	1												
3.3	1																
3.4			2														
3.5			1	1													
3.6	1		1														
3.8			3														
4.5			2		1												
4.6	1		4														
5.1					1												

ตารางที่ ข-20 การคำนวณหาค่าร้อยละของทิศทางลมประจำเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (ต่อ)

ความเร็วลม	ทิศทางลม																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
5.4		1															
5.5	1		1			1											
5.6			1		2												
5.8							1										
6					1												
6.8			1		1												
7						1											
7.8		1															
7.9			1														
8			1														
8.3			1														
8.9			1														
9.5			1														
10.5							1										
12.3					1												
รวม	7	6	28	3	8	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
ร้อยละ	11.9	10.2	47.5	5.1	13.6	3.4	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4

### 2.5.3 วิธีการคำนวณหาค่าความเร็วลม (เมตร/วินาที)

การคำนวณหาค่าความเร็วลม ยกตัวอย่างของทิศทางลมประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 จากตารางที่ ข-7 จากวันที่ 1 และ 2 จะเห็นได้ว่าในช่องความเร็วลมมีหน่วยเป็น (นอต) ต้องแปลงหน่วยให้เป็น (เมตร/วินาที) โดยการนำค่าความเร็วลม (นอต) มาคูณกับ 0.514 จะได้หน่วยเป็น (เมตร/วินาที)

การคำนวณหาค่าความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ โดยการสร้างตารางแนวตั้งเป็น ทิศทางลมทั้ง 16 ทิศ แนวนอนเป็นค่าความเร็วลมทั้ง 31 วัน ในแต่ละวันมีลมเกิดขึ้นในทิศทางใดให้ บันทึกค่าลงในทิศทางนั้น หลังจากนั้นให้ดูว่าในทิศทางใดที่มีค่าสูงที่สุดให้ดึงค่านั้นมา เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบกราฟความเร็วลม

**ตัวอย่างที่ 1** การคำนวณหาค่าความเร็วลมประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ความเร็วลม (นอต)	$3.80 \times 0.514$
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	1.95
ความเร็วลม (นอต)	$0.80 \times 0.514$
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	0.41



ตารางที่ ข-21 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)
1	0.0	29.7	76.8	นนอ	3.80	1.95
2	2.4	28.0	87.5	วซว	0.80	0.41
3	0.0	27.8	87.6	นอ	0.80	0.41
4	8.2	29.8	78.5	น	2.30	1.18
5	0.0	29.1	83.4	นนอ	2.50	1.29
6	0.0	30.1	78.1	อนอ	3.50	1.80
7	2.8	29.1	81.5	น	1.40	0.72
8	0.0	28.6	85.5	นนอ	1.30	0.67
9	0.0	28.9	81.1	น	0.80	0.41
10	76.0	27.7	85.5	ง	0.00	0.00
11	1.2	28.9	78.7	อ	2.30	1.18
12	5.2	27.8	88.2	อ	0.90	1.95
13	0.0	28.9	81.2	ซว	2.30	0.41
14	6.4	27.7	83.6	ซ	2.00	0.41
15	2.2	29.0	80.8	อซอ	2.10	1.18
16	0.0	29.0	78.8	ซ	2.40	0.46
17	0.0	27.6	87.0	นว	1.60	1.18
18	7.6	26.2	91.4	ง	0.00	1.03
19	0.0	28.7	78.9	นอ	0.90	1.08
20	0.0	29.7	77.2	อซอ	2.30	1.23
21	41.2	27.4	86.4	อนอ	2.10	0.82
22	2.6	28.0	83.0	ซ	2.00	0.00
23	3.4	27.9	85.0	นอ	2.00	0.46
24	0.0	28.8	85.8	นอ	1.80	1.18
25	17.8	29.0	82.7	นอ	1.90	1.08
26	13.6	28.6	82.1	น	2.80	1.03
27	3.8	27.7	87.3	ซอ	2.30	1.03
28	20.2	27.2	92.5	ซอ	1.30	0.93
29	0.0	28.2	84.7	น	2.50	0.98
30	15.0	26.5	89.4	ซอ	2.80	1.44
31	0.6	28.7	81.5	อนอ	2.10	1.18
เฉลี่ย	7.4	28.4	83.60		1.86	0.96

ตารางที่ ข-22 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)
1	1.6	28.9	82.0	ซอ	2.10	1.08
2	0.0	28.0	85.1	ซ	1.60	0.82
3	0.0	28.7	83.9	ซ	0.90	0.46
4	0.6	27.3	89.0	นนอ	1.40	0.72
5	0.0	27.9	87.4	ซซว	2.10	1.08
6	0.0	29.1	79.5	ซซว	3.80	1.95
7	0.0	29.2	79.7	นอ	0.80	0.41
8	0.0	29.9	74.7	วซว	2.00	1.03
9	46.4	28.0	86.7	นนอ	1.80	0.93
10	1.6	28.1	84.7	ซอ	2.60	1.34
11	1.4	29.2	76.8	ซ	2.80	1.44
12	2.6	26.8	90.2	ซอ	2.50	1.29
13	0.0	28.6	79.2	วซว	0.50	0.26
14	4.8	27.5	86.3	ซซว	0.80	0.41
15	0.0	29.2	75.3	ซซอ	0.90	0.46
16	0.0	28.8	80.2	นอ	1.60	0.82
17	0.0	29.1	79.5	ซ	1.40	0.72
18	0.0	29.4	76.2	ซซว	2.30	1.18
19	0.0	29.6	71.6	วซว	2.30	1.18
20	0.0	29.8	68.8	อซอ	1.90	0.98
21	0.0	29.4	74.9	ซว	1.80	0.93
22	2.2	27.5	88.6	ง	0.00	0.00
23	0.0	28.9	77.9	วซว	3.00	1.54
24	0.0	28.5	78.6	ซ	2.10	1.08
25	0.0	28.7	77.2	ซอ	1.30	0.67
26	2.4	28.2	81.3	นอ	1.10	0.57
27	0.0	29.1	71.7	ซว	5.10	2.62
28	0.0	29.5	68.1	วซว	2.80	1.44
29	2.4	27.8	81.3	ซซอ	1.50	0.77
30	0.0	27.7	83.2	ซซอ	1.60	0.82
เฉลี่ย	2.2	28.6	80.0		1.9	0.97

ตารางที่ ข-23 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)
1	0.0	26.5	73.7	อซอ	7.00	3.60
2	0.0	26.0	75.9	นอ	3.50	1.80
3	0.0	27.0	73.4	นอ	3.80	1.95
4	0.0	27.0	75.1	นอ	7.90	4.06
5	0.0	27.2	76.8	นอ	8.90	4.57
6	0.0	26.9	71.7	ซอ	5.50	2.83
7	0.0	26.7	72.9	อ	6.00	3.08
8	0.0	26.8	73.5	ซอ	10.50	5.40
9	0.0	26.8	71.0	อ	12.30	6.32
10	0.0	26.6	68.2	อ	6.80	3.50
11	0.0	27.0	72.8	นอ	4.50	2.31
12	0.0	26.1	77.9	นนอ	7.80	4.01
13	0.0	26.2	76.5	นอ	4.50	2.31
14	0.0	25.8	77.7	นอ	3.00	1.54
15	0.0	26.5	78.1	นอ	3.40	1.75
16	0.0	26.6	85.5	นอ	5.50	2.83
17	0.0	27.6	80.2	นอ	8.30	4.27
18	0.0	27.4	81.6	นอ	3.80	1.95
19	0.0	27.4	82.9	อนอ	2.30	1.18
20	0.0	27.4	77.8	อนอ	7.90	4.06
21	0.0	27.4	78.8	นอ	8.00	4.11
22	0.0	27.7	80.1	นอ	1.90	0.98
23	0.0	26.8	77.8	นนอ	2.00	1.03
24	0.0	26.7	79.1	นอ	4.60	2.36
25	0.0	26.8	76.3	นนอ	5.40	2.78
26	0.0	26.4	78.0	นนอ	2.50	1.29
27	0.0	27.0	75.9	นอ	2.40	1.23
28	0.0	27.7	75.3	นนอ	2.80	1.44
เฉลี่ย	0.0	24.3	69.18		4.93	2.53

ตารางที่ ข-24 ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	ทิศทางลม	ความเร็วลม (นอต)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)
1	0.0	28.5	75.1	นนอ	2.60	1.34
2	0.0	28.2	76.8	นอ	5.60	2.88
3	0.0	28.2	77.8	นอ	0.90	0.46
4	0.0	28.0	74.8	นอ	2.40	1.23
5	0.0	27.8	76.7	น	3.60	1.85
6	0.0	28.2	73.1	น	5.50	2.83
7	0.0	28.2	75.0	นอ	3.00	1.54
8	0.0	28.7	76.4	น	2.40	1.23
9	0.0	28.2	74.5	นอ	4.60	2.36
10	0.0	27.9	76.6	อ	5.10	2.62
11	0.0	28.2	74.5	นอ	9.50	4.88
12	0.0	28.1	71.5	อ	3.00	1.54
13	0.0	27.7	69.6	อ	4.50	2.31
14	0.0	27.7	62.9	นอ	3.60	1.85
15	0.0	26.7	76.6	น	4.60	2.36
16	0.0	27.6	74.3	น	3.30	1.70
17	0.0	27.2	71.0	นนว	1.90	0.98
18	0.0	27.5	71.3	น	1.90	0.98
19	0.0	28.0	71.4	นอ	2.60	1.34
20	0.0	27.9	71.5	อนอ	3.50	1.80
21	0.0	28.6	74.5	น	2.30	1.18
22	0.0	28.9	71.6	นนว	2.30	1.18
23	0.0	28.6	72.5	นอ	4.60	2.36
24	0.0	28.3	71.6	นอ	6.80	3.50
25	0.0	28.7	73.4	อซอ	5.50	2.83
26	0.0	28.6	75.3	นอ	3.80	1.95
27	0.0	29.0	74.2	ซอ	5.80	2.98
28	0.0	28.8	75.3	อ	5.60	2.88
29	0.0	28.8	76.3	นอ	3.40	1.75
30	0.0	29.1	74.1	อนอ	3.00	1.54
31	0.0	29.2	74.5	อ	5.60	2.88
เฉลี่ย	0.0	28.2	73.70		3.96	2.04

ตารางที่ ข-25 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ทิศทางลม	ความเร็วลม					เร็วลมสูงสุด ในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	1.18	0.72	0.41	1.44	1.29	1.44
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	1.95	1.29	0.67			1.95
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	0.41	0.46	1.03	0.93	0.98	1.03
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	1.8	1.08	1.08			1.8
ทิศตะวันออก (E)	1.18	0.46				1.18
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	1.08	1.18				1.18
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	1.18	0.67	1.44			1.44
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)						
ทิศใต้ (S)	1.03	1.23	1.03			1.23
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)						
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	1.18					1.18
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	0.41					0.41
ทิศตะวันตก (W)						
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)						
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0.82					0.82
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)						

ตารางที่ ข-26 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ทิศทางลม	ความเร็วลม					เร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)						
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	0.72	0.93				0.93
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	0.41	0.82	0.57			0.82
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)						
ทิศตะวันออก (E)						
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	0.98					0.98
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	1.08	1.34	1.29	0.67		1.34
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)	0.46	0.77	0.82			0.82
ทิศใต้ (S)	0.82	0.46	1.44	0.72	1.08	1.44
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	1.08	1.95	0.41	1.18		1.95
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0.93	2.62				2.62
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	1.03	0.26	1.18	1.54	1.44	1.54
ทิศตะวันตก (W)						
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)						
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)						
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)						

ตารางที่ ข-27 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ทิศทางลม	ความเร็วลม					เร็วลมสูงสุด ในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)						
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	4.01	1.03	2.78	1.29	1.44	4.01
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	1.8	1.95	4.06	4.57	2.31	4.27
	2.31	1.54	1.75	2.83	4.27	
	1.95	4.11	0.98	2.36	1.23	
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	1.18	4.06				4.06
ทิศตะวันออก (E)	3.08	6.32	3.5			6.32
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	3.6					3.6
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	2.83	5.4				5.4
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)						
ทิศใต้ (S)						
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)						
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)						
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)						
ทิศตะวันตก (W)						
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)						
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)						
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)						

ตารางที่ ข-28 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ทิศทางลม	ความเร็วลม					เร็วลมสูงสุด ในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	1.85	2.83	1.23	2.36	1.7	2.83
	0.98	1.18				
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ (NNE)	1.34	4.88				4.88
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	2.88	0.46	1.23	1.54	2.36	3.5
	1.85	1.34	2.36	3.5	1.95	
	1.75					
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	1.8	1.54				1.8
ทิศตะวันออก (E)	2.62	1.54	2.31	2.88	2.88	2.88
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	2.83					2.83
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	2.98					2.98
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออกเฉียงใต้ (SSE)						
ทิศใต้ (S)						
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)						
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)						
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)						
ทิศตะวันตก (W)						
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)						
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)						
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	0.98	1.18				1.18



ตารางที่ ข-29 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557

ทิศทางลม	ความเร็วลม					เร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	1.18	0.72	0.41	1.44	1.29	1.44
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออก (NNE)	1.95	1.29	0.67	0.72	0.93	1.95
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	0.41	0.46	1.03	0.93	0.98	1.03
	0.41	0.82	0.57			
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	1.8	1.08	1.08			1.8
ทิศตะวันออก (E)	1.18	0.46				1.18
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	1.08	1.18	0.98			1.18
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	1.18	0.67	1.44	1.08	1.34	1.44
	1.29	0.67				
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก (SSE)	0.46	0.77	0.82			0.82
ทิศใต้ (S)	1.03	1.23	1.03	0.82	0.46	1.44
	1.44	0.72	1.08			
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)	1.08	1.95	0.41	1.18		1.95
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	1.18	0.93	2.62			2.62
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)	0.41	1.03	0.26	1.18	1.54	1.54
	1.44					
ทิศตะวันตก (W)						
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)						
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0.82					0.82
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)						

ตารางที่ ข-30 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที) ประจำเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พ.ศ. 2558

ทิศทางลม	ความเร็วลม					เร็วลมสูงสุดในแต่ละทิศ (เมตร/วินาที)
ทิศเหนือ (N)	1.85	2.83	1.23	2.36	1.7	2.83
	0.98	1.18				
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออก (NNE)	4.01	1.03	2.78	1.29	1.44	4.01
	1.34	4.88				
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	1.8	1.95	4.06	4.57	2.31	4.57
	2.31	1.54	1.75	2.83	4.27	
	1.95	4.11	0.98	2.36	1.23	
	2.88	0.46	1.23	1.54	2.36	
	1.85	1.34	2.36	3.5	1.95	
	1.75					
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางเหนือ (ENE)	1.18	4.06	1.8	1.54		4.06
ทิศตะวันออก (E)	3.08	6.32	3.5	2.62	1.54	6.32
	2.31	2.88	2.88			
ทิศตะวันออกเฉียงค่อนไปทางใต้ (ESE)	3.6	2.8				3.6
ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	2.83	5.4	2.98			5.4
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก (SSE)						
ทิศใต้ (S)						
ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก (SSW)						
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)						
ทิศใต้ค่อนไปทางใต้ (WSW)						
ทิศตะวันตก (W)						
ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ (WNW)						
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)						
ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก (NNW)	0.98	1.18				1.18

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล    นางสาวนฤพร ดวงจันทร์  
รหัสประจำตัวนักศึกษา                              5610920006  
วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีอุตสาหกรรม)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลศรีวิชัย	2556

### ทุนการศึกษา

ทุนบัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (หาดใหญ่)

ทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัย  
เพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ปี 2557 สัญญาเลขที่ MSD5710160

### การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Naruephon Duangchan, Natthaya Vanbeem and Kuaanan Techato. (2014). Using of *Tillandsia Usneoides* L. as Biomonitor for Dust from Gas Separation Factory. International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE 2014) at Bangkok (Thailand), held on Nov. 19-21, 2014.

Naruephon Duangchan, Natthaya Vanbeem and Kuaanan Techato. (2016). Using of *Tillandsia usneoides* L. as Dust Biomonitor around Natural Gas Separation Factory. International Conference on Agricultural, Environmental and Civil Engineering (AECAE-2016) at Kuala Lumpur (Malaysia), held on Jan. 5-6, 2016.

Naruephon Duangchan, Natthaya Vanbeem and Kuaanan Techato. (2016). Using of *Tillandsia usneoides* L. as Dust Biomonitor around Natural Gas Separation Factory. International Conference on Facilitating Autonomous Learning via Research-Based Approaches (FCAL) at Surat Rajabhat University (Thailand), held on Oct. 27-28, 2016.