การวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (Sensory Test)

กลิ่นจากโรงงานมักประกอบด้วยสารเกิดกลิ่นหลายชนิด โดยสารเกิดกลิ่นมีความเข้มข้นน้อยมาก สลายตัวเร็ว ยากต่อการวิเคราะห์หาชนิดหรือปริมาณของสารเกิดกลิ่น จึงได้วิเคราะห์กลิ่นด้วยค่าความเข้มกลิ่นโดยการดม (Sensory Test) การทดสอบกลิ่นจากโรงงานด้วยการดม ต้องนำตัวอย่างกลิ่นเจือจางด้วยอากาศที่ไม่มีกลิ่นหลายเท่า และใช้วิธีนี้วิเคราะห์กลิ่นเฉพาะโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับพืช สัตว์ อาหาร ฯลฯ ที่ไม่ใช้สารเคมีอันตรายในขบวนการผลิต จึงไม่มีปัญหาเรื่องเป็นอันตรายต่อผู้ทดสอบกลิ่น

"ค่าความเข้มกลิ่น" (odour concentration) หมายความว่า ค่าแสดงสภาพกลิ่นซึ่งเป็นอัตราส่วนการเจือจางตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นด้วยอากาศบริสุทธิ์จนเกือบจะไม่สามารถรับกลิ่นได้ กลิ่นที่แรงกว่าจะมีค่าความเข้มกลิ่นมากกว่า เพราะต้องเจือจางด้วยอากาศบริสุทธิ์ปริมาตรมากกว่า โดยทำการวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (sensory test) ตามวิธีการต่อไปนี้

วิเคราะห์ความเข้มกลิ่น(odour concentration) ด้วยการใช้ถุงทดสอบกลิ่นความจุ 3 ลิตรจำนวน 3 ถุง บรรจุอากาศที่ไม่มีกลิ่นในถุงทดสอบกลิ่น 2 ถุง อีกหนึ่งถุงบรรจุอากาศที่ไม่มีกลิ่นและตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นซึ่งรู้ปริมาตรแน่นอน นำถุง 3 ใบนี้ให้ผู้ทดสอบกลิ่นหนึ่งคนดมว่าถุงไหนมีกลิ่น โดยทั่วไป จะเตรียมผู้ทดสอบกลิ่น(Panelist) 12 คน แบ่งเป็น 2 คณะ คณะละ 6 คนต่อการทดสอบกลิ่นหนึ่งตัวอย่าง ผู้ทดสอบกลิ่น 2 คณะจะดมกลิ่นสลับกันและพัก เพื่อให้ผู้ทดสอบกลิ่นสามารถรับรู้กลิ่นได้ถูกต้องในการทดสอบกลิ่นตัวอย่างหนึ่ง จะต้องมีผู้ทดสอบกลิ่น 6 คน เตรียมถุงทดสอบ 6 ชุด ชุดละ 3 ใบ ต่อผู้ทดสอบกลิ่น 1 คน นำคำตอบของ Panelist ทุกคน คำนวณหาค่า Odour Concentration โดยตัดค่าสูงสุดและต่ำสุดออก วิธีนี้ใช้ทดสอบกลิ่นได้ทั้งตัวอย่างอากาศที่เก็บจากปล่องระบายอากาศและอากาศบริเวณทั่วไปที่มีความเข้มข้นกลิ่นมากหรือน้อย

1. การเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (Sensory Test)

การเก็บตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นควรทำในวันเดียวกัน หรือหนึ่งวันก่อนวันวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม การเก็บตัวอย่างกลิ่นสามารถทำได้โดยใช้ปั๊มดูดอากาศใส่ถุงเก็บตัวอย่างโดยตรง หรือใส่ถุงเก็บตัวอย่างที่บรรจุภายใน Sampling box ด้วยอัตราการไหลของอากาศ 10 ลิตร/นาที

1.1 <u>อุปกรณ์หลักในการเก็บตัวอย่างกลิ่นเพื่อวิเคราะห์ด้วยการดม</u> :

1. Sampling bag : ถุงเก็บตัวอย่างอากาศ ขนาด 3-20 ลิตร วัสดุที่ใช้ทำถุงต้องไม่มีกลิ่น สารดูดซึมและซึมผ่านถุงได้น้อย โดยมากนิยมใช้ Polyvinyl fluoride และ Polyester
2. Pump : ปั๊มควรมีความเร็วไม่ต่ำกว่า 4 LPM

ปั๊มต้องดูดกลิ่นน้อยที่สุด เช่น Diaphram pump

ไม่ควรใช้ vacuum pump ที่ใช้น้ำมัน

ในกรณีที่ใช้ small battery pump เตรียม cassette จำนวนเท่ากับจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อเปลี่ยนจุดเก็บตัวอย่าง ต้องเปลี่ยน cassette อันใหม่ cassette ที่ใช้เก็บตัวอย่างแล้วต้องล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้งก่อนใช้

3. Teflon tube : สำหรับต่อระหว่างปั๊มและถุงเก็บตัวอย่างกลิ่น และต่อจากปล่องมายังปั๊ม

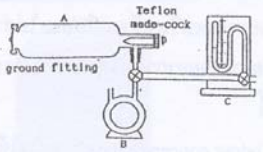
ถ้าตัวอย่างอากาศมีความชื้นสูง ควรมี trap เพื่อดักไอน้ำในอากาศ trapที่ใช้อาจเป็น scrubbling bottle ขนาด 250 ml

1.2 <u>การเก็บตัวอย่างอากาศมีกลิ่นที่บริเวณทั่วไป</u>

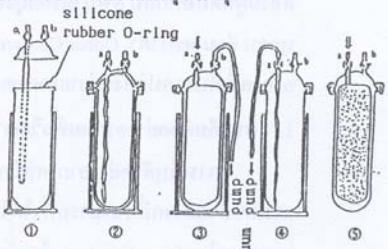
โดยปกติ คนจะได้รับกลิ่นในบรรยากาศทั่วไปเป็นระยะช่วงสั้นๆ เนื่องจากกระแสลมพัดพากลิ่น คนจะรู้สึกไม่พอใจต่อกลิ่น เมื่อได้กลิ่นเหม็น 2-3 ครั้ง ภายในเวลา 5 นาที จากความจริงดังกล่าว การเก็บตัวอย่างบริเวณทั่วไป จึงต้องเก็บตัวอย่างให้เสร็จภายใน 30 วินาที

วิธีเก็บตัวอย่างอากาศมีกลิ่นที่บริเวณทั่วไป

1. Vacuum bottle method : ลดความดันในขวดแก้วเก็บตัวอย่างกลิ่นให้ต่ำกว่า 10 mmHg ด้วย vacuum pump แล้วปิดจุก ถือ vacuum bottle นี้ไปยังตำแหน่งที่จะเก็บตัวอย่าง เมื่อได้กลิ่น เปิดก็อกให้อากาศเข้า และปิดก็อกภายใน 30 วินาที



2. Sampling bag method : ต่อถุงเก็บตัวอย่างเข้ากับก็อกของฝาขวดแก้วเก็บตัวอย่าง ใส่ถุงเก็บตัวอย่างลงในขวดแก้ว แล้วปิดฝาล็อกด้วย clamp เปิดก็อกทั้งสองที่ฝาขวด ต่อปั๊มเพื่อดูดอากาศในขวดแก้วออก อากาศจากภายนอกขวดแก้วจะเข้ามาเต็มถุงเก็บตัวอย่าง แล้วปิดก็อก ต่อปั๊มดูดอากาศในถุงเก็บตัวอย่างออกจนถุงแฟ็บ ปิดก็อกที่มีถุงสวมอยู่ ขวดแก้วนี้พร้อมที่ใช้เก็บตัวอย่าง นำขวดนี้ไปยังตำแหน่งที่จะเก็บตัวอย่าง เปิดก็อกที่ถุงสวมอยู่ เมื่อได้กลิ่นโชยแรงที่สุด ปิดก็อกนี้ทันที เมื่ออากาศเข้าเต็มถุง นำถุงออกจากขวดแก้ว ปิดจุกให้แน่น บันทึกข้อมูลการเก็บตัวอย่างที่ฉลากบนถุง



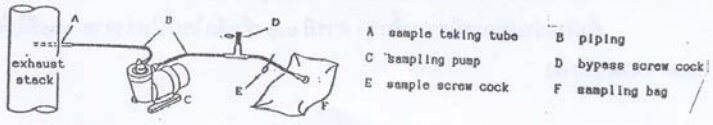
1.3 <u>การเก็บตัวอย่างอากาศมีกลิ่นที่ปล่องระบายอากาศเสีย</u>

ควรใช้เวลาเก็บตัวอย่าง 1-3 นาทีต่อหนึ่งตัวอย่าง ปริมาตรอากาศที่เก็บ 3-20 ลิตร โดยปกติ 10 ลิตรก็พอเพียงสำหรับการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างกลิ่นที่ปล่องระบายอากาศเสีย ต้องไม่ให้ไอน้ำเข้าถุงเก็บตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างที่เก็บมีความชื้น หรือความร้อนสูง ควรมีอุปกรณ์ดักไอน้ำก่อนที่อากาศจะถูกดูดเข้าถุงเก็บตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างมีฝุ่นละอองมาก ควรมีอุปกรณ์กรองฝุ่น เช่น glass wool ใส่ตอนปลายของ Teflon tube ที่ใช้เก็บตัวอย่าง

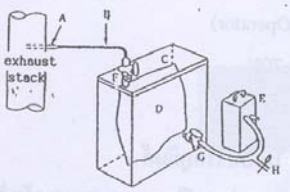
การเก็บตัวอย่างอากาศมีกลิ่นที่ปล่องระบายอากาศเสีย มี 2 วิธี คือ

1. Direct method : สวม sample tube เข้ากับปล่องระบายอากาศเสีย ใช้ปั๊มดูดตัวอย่างกลิ่นโดยเปิด bypass screw cock แล้วเปิดปั๊ม เพื่อไล่อากาศที่ค้างใน tube ออก เปิด sample screw cock และปิด bypass screw cock เพื่อดูดตัวอย่างกลิ่นใส่ถุงเก็บตัวอย่าง ควบคุมอัตราการไหลของอากาศโดยปรับ bypass screw cock



ถ้าใช้ปั๊มตัวเดียวเก็บตัวอย่างกลิ่นหลาย ตัวอย่าง ต้องไล่อากาศที่ค้างใน tube ให้หมดกลิ่นก่อน ด้วยการเปิดปั๊ม และปล่อยลมออก หากยังมีกลิ่นติดอยู่ ต้องถอดและทำความสะอาดชิ้นส่วนของปั๊ม เช่น valve, diaphram, pump-head เป่าให้แห้ง ประกอบเข้าด้วยกันแล้วไล่อากาศอีกครั้ง

2. Indirect method



A sample taking tube B piping
C sucking case for sampling D sampling bag
E sampling pump F Teflon-made cock
G cock H screw cock

ใส่ถุงเก็บตัวอย่างในsampling case สวม sampling tube เข้ากับปล่องระบายอากาศ เปิดcock(G,F) ที่sampling case ปิด cock ที่ปั๊ม เปิดปั๊มซึ่งต่ออยู่หลัง sampling case ซึ่งจะดูดกลิ่นเข้าถุงเก็บตัวอย่าง เพราะความดันใน sampling case ลดลง

1.4 <u>ข้อดีข้อเสียของการเก็บตัวอย่างกลิ่น Direct method และ Indirect method</u>

Direct method

ข้อดี : สะดวกกว่า เพราะไม่ต้องใช้ sampling case ในการเก็บตัวอย่าง

ข้อเสีย : กลิ่นของปั๊มอาจปนกับกลิ่นตัวอย่าง เพราะตัวอย่างกลิ่นต้องผ่านปั๊มก่อนเข้าถุงเก็บตัวอย่าง ควรปล่อยตัวอย่างกลิ่นผ่านปั๊มประมาณ 2-3 นาที ก่อนเก็บตัวอย่าง

Indirect method

ข้อดี : ตัวอย่างกลิ่นถูกดูดเก็บเข้าถุงเก็บตัวอย่างโดยไม่ผ่านปั๊ม จึงไม่มีกลิ่นของปั๊มเจือปน สามารถใช้ปั๊มดูดตัวอย่างกลิ่นหลายตัวอย่างโดยไม่ต้องล้าง

1.5 <u>ข้อสำคัญในการเก็บตัวอย่างกลิ่น</u>

1. ต้องระมัดระวังการเก็บตัวอย่างกลิ่นที่ปล่องระบายอากาศ เพราะตำแหน่งที่เก็บมักอยู่สูงจากพื้น
2. ต้องบันทึกข้อมูลการเก็บตัวอย่างบนถุงเก็บตัวอย่าง เช่น ชื่อโรงงาน จุดเก็บ วัน เวลา สภาพแวดล้อม
3. เพื่อป้องกันกลิ่นเดิมของถุงเก็บตัวอย่างเจือปน ควร rinse ถุงเก็บตัวอย่างกลิ่นด้วยตัวอย่างกลิ่นที่จะเก็บ
4. การเคลื่อนย้ายถุงเก็บตัวอย่าง ต้องหลีกเลี่ยงการกระแทก ความร้อน และของมีคมซึ่งอาจทำให้ถุงแตก
5. ถุงเก็บตัวอย่างกลิ่นต้องเก็บที่อุณหภูมิห้อง ในห้องที่ไม่มีแสงจ้า เพื่อรอการวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม
6. ห้ามใช้ถุงเก็บตัวอย่างซ้ำ ยกเว้น กรณีที่ครั้งแรกใช้เก็บตัวอย่างที่มีความเข้มข้นต่ำ ครั้งต่อไป สามารถใช้เก็บตัวอย่างเดียวกันที่ความเข้มข้นสูงกว่าได้

2. วิธีวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม

2.1 ลักษณะห้องทดสอบกลิ่น

1. ห้องทดสอบกลิ่นควรเป็นห้องที่สบาย ไม่มีกลิ่น ไม่มีคนเข้าออก รบกวนผู้ทดสอบกลิ่น
2. ห้องทดสอบกลิ่นต้องไม่อยู่ใกล้ห้องที่มีกลิ่น เช่น ห้องส้วม ห้องครัว เป็นต้น
3. ผู้ทดสอบกลิ่นต้องไม่เห็นคนเตรียมตัวอย่างกลิ่น (Operator)
4. อุณหภูมิห้องที่เหมาะสมคือ 17-35^{0}C ความชื้น 40-70%

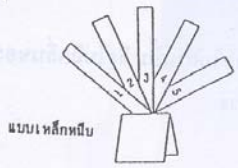
2.2 คุณสมบัติผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist)

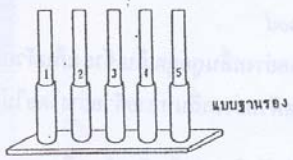
1. ผู้ทดสอบกลิ่นต้องมีสุขภาพกาย และสุขภาพจิตดี ไม่เป็นโรคภูมิแพ้
2. ควรมีอายุระหว่าง 18- 60 ปี ผู้ทดสอบกลิ่นที่มีอายุมากกว่า 40 ปี ควรทดสอบการรับรู้กลิ่นทุก 3 ปี เพื่อตรวจสอบการรับรู้กลิ่นของจมูก
3. ผู้ทดสอบกลิ่นต้องผ่านการทดสอบการรับรู้กลิ่น ผู้ที่ผ่านการทดสอบสามารถใช้ทดสอบกลิ่นได้นาน 5 ปี โดยทั่วไป 90 % ของผู้ทดสอบกลิ่น จะผ่านการทดสอบการดมกลิ่น
4. ผู้ทดสอบกลิ่นต้องไม่ดื่มเหล้า ไม่สูบบุหรี่
5. ผู้ทดสอบกลิ่น ต้องไม่เป็นคนในโรงงานหรือคนอยู่ใกล้โรงงาน เพราะมีความเคยชินกับกลิ่นชนิดนั้น

2.3 ทดสอบการรับรู้กลิ่นของ Panelist

อุปกรณ์

1. แผ่นกระดาษสำหรับจุ่มสารทดสอบกลิ่น(Smell Strip) เป็นแผ่นกระดาษ ขนาด 14 x 0.7 ซม.
2. ฐานรอง Smell strip





3. สารทดสอบการรับรู้กลิ่น ได้แก่ Liquid Parafin ซึ่งเป็นสารไม่มีกลิ่น และสารมีกลิ่น 5 ชนิด ได้แก่

	สารมีกลิ่น	*ลักษณะกลิ่น*
A	Beta Phenyl-ethyl alcohol [$C_9H_{10}O$]	กลิ่นดอกไม้
B	Methyl Cyclopentenolon [$C_6H_9O_2$]	กลิ่นไหม้
C	iso-Valeric acid [$C_5H_{10}O_2$]	กลิ่นเน่า
D	Gamma Undecalactone [$C_{11}H_{20}O_2$]	กลิ่นผลไม้
E	Scatol [C_9H_8N]	กลิ่นอุจจาระ

สารมีกลิ่นทั้ง 5 ชนิดนี้ ต้องเก็บในตู้เย็น เอาออกจากตู้เย็นก่อนใช้ 1-2 ชั่งโมง

วิธีทดสอบ

1. เขียนหมายเลข 1-5 บน Smell strip ปลายที่ไม่มีรอยขีด โดยใช้ดินสอ ไม่ใช้ปากกาเพราะหมึกมีกลิ่น แล้วใส่ Smell strip ในฐานรอง
2. จุ่ม Smell strip 2 แผ่นในสารมีกลิ่น 1 ชนิด ไม่ควรใช้กระดาษที่หมายเลขติดกัน เช่น 1,2 หรือ 4,5 เป็นต้น กระดาษที่เหลืออีก 3 แผ่นจุ่มใน Liquid Paraffin ซึ่งเป็นสารไม่มีกลิ่น การจุ่มสารทดสอบกลิ่นควรจุ่มลึก 1 ซม.เท่ากันทุกแผ่น และอย่าจุ่มสารมากจนหยด
3. นำ Smell strip ทั้ง 5 แผ่นให้ผู้ทดสอบกลิ่นดมทันทีคนละ 1 ชุด ไม่ควรทิ้ง smeell strip ไว้นานเกิน 3 นาที วิธีการดมให้นำมาใกล้จมูกทีละแผ่น แล้วตอบว่าแผ่นไหนมีกลิ่น อย่าดมครั้งละ 2 แผ่น หรือ 5 แผ่นพร้อมกัน
4. เมื่อทดสอบกลิ่นเสร็จแล้วทิ้ง Smell strip ลงในถุงพลาสติก รัดถุงให้แน่น
5. เปลี่ยนสารทดสอบกลิ่นชนิดต่อไป โดยทำซ้ำข้อ 1-4 จนครบสารมีกลิ่นทั้ง 5 ชนิด

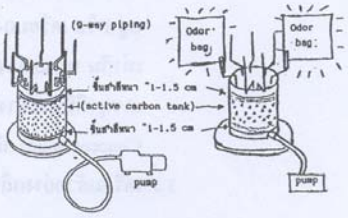
วิธีการดมกลิ่นจาก Strip

หมายเหตุ:

1. ถ้ามีเวลาวิเคราะห์กลิ่นน้อย ใช้สารมีกลิ่น 3 ชนิดทดสอบได้แก่ สาร B, C , E
2. ผู้ทดสอบกลิ่นที่ตอบผิด 1 ข้อ ให้ทดสอบใหม่ หรือคัดออก
3. ก่อนวันทดสอบกลิ่น ต้องแจ้งผู้ทดสอบกลิ่นว่า วันทดสอบกลิ่นต้องไม่ทานอาหารรสจัด ไม่ใช้น้ำหอม ซึ่งจะทำให้การทดสอบกลิ่นผิดจากความจริง
4. ต้องอธิบายขั้นตอนการดมกลิ่นให้ผู้ทดสอบกลิ่นทราบ และบอกให้ทราบว่าคำตอบของผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคนไม่เหมือนกัน
5. ผู้ทดสอบกลิ่นที่ดมกลิ่นเสร็จ ยังไม่ออกไปนอกห้อง ควรรอจนกว่าทุกคนทดสอบกลิ่นเสร็จ เพราะอาจจะทำให้ผู้ทดสอบกลิ่นที่ยังดมไม่เสร็จ รีบร้อนดมกลิ่น ทำให้ผลการทดสอบที่คลาดเคลื่อนความเป็นจริง
6. ควรจัดให้มีผู้ทดสอบกลิ่น 2 ชุด ชุดละ 6 คน สลับกันดมกลิ่น ครั้งละ 15-20 นาที ตัวอย่างกลิ่นหนึ่งๆใช้เวลาทดสอบ 20-40 วินาที

2.4 <u>อุปกรณ์การวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม</u>

1. <u>Air Pump</u> สามารถดูดอากาศได้ 4 ลิตร/นาที ต้องใช้ปั๊มที่ไม่ทำให้เกิดกลิ่น เช่น Diaphragm Pump หรือ Carbon Plate Pump อย่าใช้ปั๊มที่ใช้น้ำมันเพราะมีกลิ่นน้ำมันปนกับตัวอย่าง
2. <u>เครื่องกรองอากาศ</u> ต้องปราศจากกลิ่น ประกอบด้วยกระบอกบรรจุ Activated Carbon และท่อเปิดหลายทางสำหรับสวม Odour Bag ควรทำความสะอาด Activated Carbon ที่ใช้แล้วด้วยน้ำสะอาดอบแห้งที่อุณหภูมิ 100-200 ^{0}C จนน้ำหนักคงที่
3. <u>Syringe</u> ขนาดต่างๆสำหรับดูดตัวอย่างอากาศจากถุงเก็บตัวอย่างมายัง Odour Bag



การผลิต Odor Free Air

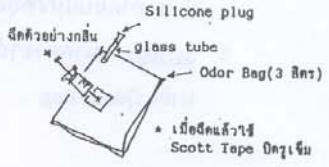
4. ถุงทดสอบกลิ่น (Odour Bag) ขนาด 25x25 ซม. ความจุ 3 ลิตร ทำด้วย Polyester มีหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. ยาว 6 ซม. สวมติดที่มุมหนึ่ง ปิดด้วยจุก Silicone ถุงนี้ใช้บรรจุตัวอย่างกลิ่นผสมกับอากาศปราศจากกลิ่น
5. Silicone Plug no. 03 สำหรับปิดปากถุงทดสอบกลิ่น

2.5 วิธีเตรียมตัวอย่างอากาศเพื่อทดสอบกลิ่น

ในหนึ่งวันไม่ควรทำการทดสอบกลิ่นด้วยการดมเกิน 10 ชุดตัวอย่าง เพื่อให้คนทดสอบกลิ่นสามารถดมกลิ่นได้ถูกต้อง การวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดมประกอบด้วยเจ้าหน้าที่เตรียมตัวอย่าง (Operator) 2 คน เจ้าหน้าที่ทดสอบกลิ่น(Panelist) 6 คน

หน้าที่ของ Operator

1. ก่อนวันวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (Sensory Test) Operator ต้องเตรียมงานดังนี้
   1.1 นัดผู้ทดสอบกลิ่นทุกคน ให้มาพร้อมเพรียงกัน
   1.2 เตรียมอุปกรณ์การวิเคราะห์ Sensory Test ทุกชิ้นให้ครบ ทำความสะอาด Syringe และเข็มแล้วตากแห้ง Activated Carbon ที่บรรจุในเครื่องกรองอากาศ ซึ่งใช้งานหลายครั้งแล้ว ควรทำความสะอาดด้วยการล้างน้ำ แล้วอบแห้งที่ 110-200 $^{\circ}$C
2. การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบกลิ่น
   2.1 กำหนดอัตราส่วนการเจือจางตัวอย่างกลิ่น
   2.2 เตรียมตัวอย่างให้ Panelist ทดสอบกลิ่น
   2.3 รวบรวมคำตอบของ Panelist เพื่อคำนวณความเข้มข้นของกลิ่น (Odour Concentration)
3. การเตรียมถุงทดสอบกลิ่น
   3.1 บรรจุ Activated Carbon ในเครื่องกรองอากาศซึ่งมี 9 ทางตามรูป ต่อกับปั๊มด้วย Silicone tube
   3.2 ใส่ Odour bag ที่เครื่องกรองอากาศ เปิดปั๊มเพื่อดูดอากาศเข้า Odour bag ปิดจุกด้วย Silicone plug no.03 ไม่ควรเติมอากาศไว้ในถุงนี้เกินครึ่งวัน เพราะอาจมีการรั่วหรือสารอื่นเจือปน
   3.3 ใช้ Syringe ดูดตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นจากถุงเก็บตัวอย่าง กำหนดปริมาตรตัวอย่างอากาศตามความแรงของกลิ่น แล้วฉีดใส่ Odour bag บริเวณฉลากที่มีหมายเลขถุงและปิดตำแหน่งที่เจาะ Syringe ด้วยเทปใส จดหมายเลขถุงที่ใส่ตัวอย่างกลิ่น
   3.4 ใช้เข็มเจาะรูที่ฉลากหมายเลขถุงที่เหลืออีก 2 ถุง ปิดด้วยเทปใสเหมือนกับใบแรกที่ใส่ตัวอย่างกลิ่น เพื่อไม่ให้ผู้ทดสอบกลิ่น เห็นความแตกต่างของ Odour bag ทั้ง 3 ใบ ซึ่งมีตัวอย่างกลิ่นอยู่ 1 ใบ เตรียมถุงทดสอบกลิ่นอีก 5 ชุด สำหรับ Panelist 5 คน โดยใช้ปริมาตรตัวอย่างอากาศเท่ากัน หมายเลขถุงที่มีกลิ่นสำหรับ Panelist แต่ละคน อาจกำหนดให้แตกต่างกันได้ จดหมายเลขถุงที่มีตัวอย่างกลิ่น จดปริมาตรตัวอย่างกลิ่นเพื่อคำนวณความเข้มข้นกลิ่น(Odour Concentration) นำ Odour bag ทั้ง 3 ใบนี้ให้ผู้ทดสอบ (Panelist) ดม
   3.5 เตรียมตัวอย่างกลิ่นต่อไป โดยเปลี่ยนปริมาตรตัวอย่างกลิ่น



2.6 การทดสอบกลิ่น

Panelist แต่ละคนจะได้รับถุงทดสอบกลิ่น 3 ใบ ต่อหนึ่งตัวอย่าง ซึ่งเป็นถุงบรรจุอากาศไม่มีกลิ่น 2 ใบ อีก 1 ใบบรรจุตัวอย่างกลิ่นเจือจางด้วยอากาศในอัตราส่วนที่กำหนด นำถุงทั้ง 3 ใบนี้ให้ผู้ทดสอบกลิ่นหนึ่งคนดม โดยใช้มือข้างหนึ่งถือปากถุงเข้ามาใกล้จมูก ใช้มืออีกข้างกดถุงเบาๆ อย่าพ่นลมหายใจเข้าถุง ให้ Panelist เขียนหมายเลขถุงที่มีกลิ่นในกระดาษคำตอบ ถ้าคำตอบของ Panelist ทุกคนถูกต้อง ให้ทดสอบตัวอย่างชุดใหม่ โดยลดปริมาตรตัวอย่างกลิ่น คือเพิ่มอัตราส่วนการเจือจาง (Dilution ratio) ***หยุดทดสอบกลิ่นที่ Dilution ratio สุดท้ายที่มี Panelist ตอบถูกคนเดียว***

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการเจือจางและปริมาตรตัวอย่างกลิ่น (สำหรับถุงทดสอบกลิ่นขนาด 3 ลิตร)

ปริมาตรตัวอย่างกลิ่น	อัตราส่วนการเจือจาง
300 ml	10
100 ml	30
30 ml	100
10 ml	300
3 ml	1,000
1 ml	3,000
300 µl	10,000
100 µl	30,000
30 µl	100,000

หมายเหตุ

1. การกำหนดอัตราส่วนการเจือจางเป็น 30, 100, 300----เพื่อให้ปริมาตรตัวอย่างกลิ่นที่ฉีดเข้าถุงเป็นตัวเลขง่ายๆสะดวกในการคำนวณ เพราะถุงทดสอบกลิ่นมีปริมาตร 3 ลิตร
2. ถ้าอัตราส่วนการเจือจางเกิน 100,000 ให้เจือจางตัวอย่างกลิ่น 2 ครั้ง คือ ขั้นแรก เจือจาง ตัวอย่างกลิ่นใน Odor bag ความจุ 3 ลิตร จนถึง 1000 เท่า แล้วใช้อากาศจากถุงนี้เจือจาง ต่อใน Odor bag อีกใบ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ตัวอย่างกลิ่นปริมาตรน้อยๆซึ่งคลาดเคลื่อนได้มาก
3. ค่า Odor concentration ด้วย Sensory Test เป็นค่าที่แสดงสภาพปัญหากลิ่นว่ามีกลิ่นมากหรือน้อย เมื่อนำค่า Odor Concentration คูณด้วย Emission Air Flow (Nm^3/min) จะได้ค่า Odor Emission Rate ซึ่งแสดงปัญหากลิ่นของโรงงานนั้นๆว่าไปได้ระยะทางกี่กิโลเมตรจากจุดเกิดกลิ่น ดังนี้

Odor Emission Rate	การเกิดปัญหากลิ่น
$<10^4$	ไม่มีปัญหากลิ่น
10^{5-6}	ปัญหากลิ่นเล็กน้อย ไม่เกิน 500 เมตร
10^{7-8}	เกิดปัญหากลิ่นในระยะไม่เกิน 1 กิโลเมตร
10^{9-10}	เกิดปัญหากลิ่นในระยะ 2-3 กิโลเมตร ปัญหากลิ่นไปได้ไกล 10 กิโลเมตร
10^{11-12}	ปัญหากลิ่นรุนแรงระยะ 4-6 กิโลเมตร ปัญหากลิ่นไปไกล 20-30 กิโลเมตร

2.7 <u>การคำนวณความเข้มข้นกลิ่น</u> (Odour Concentration)

1. ตัวอย่างอากาศจากจุดเกิดกลิ่น ต้องนำตัวอย่างกลิ่นมาเจือจางด้วยอากาศอย่างน้อย 3 อัตราส่วนตามลำดับ เพราะตัวอย่างที่จุดเกิดกลิ่นมีความเข้มข้นกลิ่นสูง คำนวณ ค่าความเข้มข้นกลิ่น ดังนี้

ค่าความเข้มข้นกลิ่น(Odour Concentration) = 10^x

- หา Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคน ดังนี้

$$Xa = \frac{\log a1 + \log a2}{2}$$

Xa = Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่น(a)

a1 = อัตราส่วนการเจือจางค่าสูงสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่น(a) ตอบถูก

a2 = อัตราส่วนการเจือจางที่ผู้ทดสอบกลิ่น(a) ตอบผิด

- หาค่า Threshold เฉลี่ยของผู้ทดสอบกลิ่น 4 คน โดยตัดค่าสูงสุดต่ำสุดออก

ตัวอย่าง

Panelist	Dilution Time							Threshold of every panelist	Omitted Largest & smallest
	Dilution time	30	100	300	1000	3000	10000		
	log	1.48	2.00	2.48	3.00	3.48	4.00		
A		/	/	x				2.24	x
B		/	/	/	X			2.74	
C		/	/	/	X			2.74	
D		/	/	/	/	/	x	3.74	x
E		/	/	x				2.24	
F		/	/	/	/	x		3.24	

/ = คำตอบที่ถูก X = คำตอบที่ผิด Δ = ไม่แน่ใจ

Threshold ของ Panelist A = $Xa = \frac{\log a1 + \log a2}{2} = \frac{\log 100 + \log 300}{2} = \frac{2.00 + 2.48}{2} = 2.24$

คำนวณค่า Threshold ของ panelist อีก 5 คน แล้วตัดค่าThreshold สูงสุดและต่ำสุดออก นำค่า Threshold ของ panelist 4 คนที่เหลือมาหาค่าเฉลี่ย ดังนี้

$$X = \frac{2.74 + 2.74 + 2.24 + 3.24}{4} = 2.74$$

Odour concentration = $10^x = 10^{2.74} = 550$

2. **ตัวอย่างอากาศเก็บจากบริเวณรั้วโรงงาน** มีความเข้มข้นกลิ่นน้อย อาจมีผู้ทดสอบกลิ่นตอบผิดมากกว่า 2 คน จึงต้องทดสอบกลิ่น 3 ครั้งต่อ 1 อัตราส่วนการเจือจาง ถ้าใช้ผู้ทดสอบกลิ่น 6 คนจะได้คำตอบ 6 x 3 = 18 คำตอบ กำหนดให้ คำตอบถูก คะแนน = 1

คำตอบผิด คะแนน = 0

คำตอบไม่แน่ใจ คะแนน = 0.33

นำจำนวนคำตอบแต่ละชนิดคูณด้วยคะแนน นำคะแนนทั้งหมดบวกกัน หารด้วย 18 จะเป็นค่าเฉลี่ย

$$\textit{Odour concentration} = t \times 10^{(M-0.58)/M-N}$$

t = อัตราส่วนการเจือจางครั้งแรก

M = ค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ถูกต้องในการทดลองครั้งแรก

$$M = \frac{1 \times \text{จำนวนครั้งที่ผู้ทดสอบกลิ่นตอบถูก}}{18}$$

N = ค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ถูกต้องในการทดลองครั้งที่สอง

$$N = \frac{1 \times \text{จำนวนครั้งที่ผู้ทดสอบกลิ่นตอบถูก}}{18}$$

ตัวอย่าง

Panelist	Dilution ratio = 10		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
A	/	/	x
B	/	/	/
C	x	/	x
D	/	/	/
E	/	x	/
F	x	/	/

ถ้าผลการทดสอบตัวอย่างกลิ่นของ Panelist 6 คน ซึ่งมีอัตราส่วนการเจือจางเป็น 10 มีคำตอบตามตัวอย่าง ก. $M = \frac{1 \times 13 + 0 \times 5}{18} = 0.72$

ตัวอย่างกลิ่นนี้จะมีค่า Odour Concentration มากกว่า 10 เพราะค่า M มากกว่า 0.58

ถ้าทำการทดสอบต่อไปโดยใช้อัตราส่วนการเจือจางตัวอย่างกลิ่นเป็น100 มีคำตอบตามที่แสดงใน

ตัวอย่าง

Panelist	Dilution ratio = 100		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
A	/	x	x
B	/	/	x
C	x	Δ	x
D	/	/	/
E	/	x	/
F	x	/	/

$$N = \frac{1 \times 7 + 0 \times 10 + 0.33 \times 1}{18} = 0.41$$

t = อัตราส่วนการเจือจางตัวอย่างกลิ่นครั้งแรก = 10

odor concentration = $t \times 10^{(M-0.58)/(M-N)} = 10^{(0.72-0.58)/(0.72-0.41)} = 28$

การวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม โดยใช้ผู้ทดสอบกลิ่นหนึ่งคน

วิธีนี้ใช้เมื่อต้องการรู้ความเข้มกลิ่น(Odour Concentration)โดยประมาณ เช่น ในการศึกษาประสิทธิภาพระบบกำจัดกลิ่น การสำรวจหาจุดเกิดกลิ่น หรือในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์ตัวอย่างกลิ่นหลายๆจุดซึ่งต้องวิเคราะห์ให้เสร็จภายใน 1 วัน ถ้าผลวิเคราะห์ความเข้มข้นกลิ่นต้องใช้ในทางกฎหมาย ควรใช้วิธีทดสอบกลิ่นด้วยการดมแบบใช้ผู้ทดสอบกลิ่น 6 คน

<u>วิธีที่ 1</u> ใช้บุคคลากร 2 คน คนหนึ่งเตรียมตัวอย่าง อีกคนหนึ่งทดสอบกลิ่น

ขั้นตอนการปฏิบัติ:

1. เตรียมถุงทดสอบกลิ่น 6 ใบ ใส่อากาศปราศจากกลิ่นทั้ง 6 ใบ เขียนหมายเลขถุง 1-6
2. ถุงทดสอบกลิ่น 6 ใบนี้ ใส่ตัวอย่างกลิ่นปริมาตรแตกต่างกันถุงละ 3 เท่าจำนวน 4 ใบ ถุงอีก 2 ใบไม่ใส่ตัวอย่างกลิ่น

ตัวอย่าง

ถุงที่	1	2	3	4	5	6
dilution time	100	300	1000	3000	ไม่ใส่ตัวอย่างกลิ่น	ไม่ใส่ตัวอย่างกลิ่น
คำตอบ	มีกลิ่น	มีกลิ่น	ไม่มี	มีกลิ่น	มีกลิ่น	ไม่มี

ถ้าผู้ทดสอบกลิ่นเลือก 4 ถุงที่มีกลิ่นตามตัวอย่างข้างต้น แสดงว่า ผู้ทดสอบกลิ่นสามารถได้กลิ่นอย่างถูกต้องที่ Dilution time 300

การคำนวณค่าความเข้มข้นของกลิ่น (Odour Concentration)

$$X = \frac{\log a1 + \log a2}{2}$$

X = threshold ของผู้ทดสอบกลิ่น

a1 = อัตราส่วนการเจือจางค่าสูงสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่นตอบถูก

a2 = อัตราส่วนการเจือจางที่ผู้ทดสอบกลิ่น(A)ตอบผิด

แทนค่า $X = \frac{\log 300 + \log 1000}{2} = \frac{2.48 + 3.00}{2} = 2.74$

Odour Concentration $= 10^{x} = 10^{2.74} = 550$

หมายเหตุ :

ถ้าคนทดสอบกลิ่นตอบถูกทั้ง 4 ถุง แสดงว่าความเข้มข้นสูงเกินไป ต้องลดปริมาตรตัวอย่างกลิ่น

ถ้าคนทดสอบกลิ่นตอบถุงที่ Dilution time ต่ำสุดผิด แสดงว่าความเข้มข้นต่ำ ต้องเพิ่มปริมาตรตัวอย่างกลิ่น

<u>วิธีที่ 2</u>

เตรียมถุงบรรจุอากาศปราศจากกลิ่น 4 ใบ ในจำนวนถุง 4 ใบนี้ใส่ตัวอย่างกลิ่น 3 ใบ โดยมีปริมาตรตัวอย่างกลิ่นแตกต่างกันถุงละ 10 เท่า เช่น Dilution time 100, 1000, 10000, ไม่มีกลิ่น ผู้ทดสอบกลิ่นจะเริ่มดมกลิ่นถุงที่มีความเข้มข้นสูงก่อน เมื่อดมกลิ่นครบ 4 ถุง Operator จะเตรียมตัวอย่างกลิ่นปริมาตรเพิ่มขึ้นถุงละ 3 เท่า เช่น 300, 3000, 30000, ไม่มีกลิ่น

ตัวอย่าง

คำตอบที่ 1

ถุงที่	1	2	3	4
dilution time	100	1000	10000	ไม่มีกลิ่น
คำตอบ	1	2	4	3

คำตอบที่ 2

ถุงที่	1	2	3	4
dilution time	300	3000	30000	ไม่มีกลิ่น
คำตอบ	1	4	3	2

ในกรณีนี้ Operator ตัดสินได้ว่า ผู้ทดสอบกลิ่นสามารถดมกลิ่นได้ถูกต้องที่ Dilution time 1000

การทดสอบความสามารถรับรู้กลิ่น

ชื่อผู้ทดสอบกลิ่น.....

วันที่ทดสอบ .....

ชนิดสาร	ชื่อสารมาตรฐาน	หมายเลขกระดาษทดสอบที่มีสารมีกลิ่น					คำตอบของผู้ทดสอบกลิ่น		การตัดสิน
A	β-Phenyl ethyl alcohol	1	2	3	4	5			
B	Methyl cyclopentenolone	1	2	3	4	5			
C	Iso-Valeric acid	1	2	3	4	5			
D	γ-Undecalactone	1	2	3	4	5			
E	Skatole	1	2	3	4	5			

Sensory Test

การคำนวณความเข้มกลิ่นด้วยการดมที่บริเวณรั้วโรงงาน (Boundary Line)

ชื่อโรงงาน .....

จุดเก็บตัวอย่าง .....

วันที่เก็บตัวอย่าง .....วันที่ทดสอบกลิ่น .....

ผู้ทดสอบกลิ่น	อัตราส่วนการเจือจาง								
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
A									
B									
C									
D									
E									
F									
ค่าเฉลี่ยของคำตอบ									

Odour Concentration = $t \times 10^{(M-0.58/M-N)}$

T = อัตราส่วนการเจือจางครั้งแรก

M = ค่าเฉลี่ยคำตอบที่ถูกต้องจากการทดสอบกลิ่นครั้งแรก

N = ค่าเฉลี่ยคำตอบที่ถูกต้องจากการทดสอบกลิ่นครั้งสุดท้าย

การคำนวณความเข้มกลิ่นด้วยการดม ที่จุดเกิดกลิ่น

ชื่อโรงงาน จุดเก็บ

วันที่เก็บตัวอย่าง วันที่ทดสอบกลิ่น

Panelist	ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	Threshold of Panelist
	ปริมาตรตัวอย่างกลิ่น	100 ml	30 ml	10 ml	3 ml	1 ml	300 µl	
	อัตราส่วนการเจือจาง	30	100	300	1000	3000	10000	
	log value	1.48	2.00	2.48	3.00	3.48	4.00	
A	หมายเลขถุงมีกลิ่นที่กำหนด							
	คำตอบของผู้ทดสอบกลิ่น							
	odour intensity							
	ตัดสิน							
B	หมายเลขถุงมีกลิ่นที่กำหนด							
	คำตอบของผู้ทดสอบกลิ่น							
	odour intensity							
	ตัดสิน							
C	หมายเลขถุงมีกลิ่นที่กำหนด							
	คำตอบของผู้ทดสอบกลิ่น							
	odour intensity							
	ตัดสิน							
D	หมายเลขถุงมีกลิ่นที่กำหนด							
	คำตอบของผู้ทดสอบกลิ่น							
	odour intensity							
	ตัดสิน							
E	หมายเลขถุงมีกลิ่นที่กำหนด							
	คำตอบของผู้ทดสอบกลิ่น							
	odour intensity							
	ตัดสิน							
F	หมายเลขถุงมีกลิ่นที่กำหนด							
	คำตอบของผู้ทดสอบกลิ่น							
	odour intensity							
	ตัดสิน							
Average Threshold of Panelist								
Odor Concentration								

โครงการการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการจัดการเพื่อป้องกันและควบคุมมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

ความเป็นมา

กรมโรงงานอุตสาหกรรม มีภารกิจสำคัญในการบริหารจัดการปัญหามลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม มิให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสุขอนามัยของประชาชนทั่วไป จึงได้ประสานขอรับความร่วมมือทางวิชาการจากรัฐบาลเยอรมันผ่านองค์การ GTZ เพื่อดำเนินการโครงการ Management Information System (MIS) for the Industrial Pollution Prevention and Control โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาผู้ประกอบการอุตสาหกรรม โดยเฉพาะ SMEs ในการใช้ประโยชน์ฐานข้อมูลมลพิษโรงงานในการจัดการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดมลพิษ อันเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการเอง ขณะเดียวกันเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงระบบฐานข้อมูลมลพิษโรงงานไว้รองรับข้อมูลเหล่านี้ และทำการแปรผลข้อมูลให้สามารถใช้ประโยชน์สำหรับการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมโรงงานและสามารถเปิดเผยต่อสาธารณะเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เป้าหมายโครงการ

จากวัตถุประสงค์ที่กล่าวข้างต้น โครงการได้มุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ใน 4 ประเด็นหลักได้แก่

1) การปรับปรุงและพัฒนาระบบฐานข้อมูลมลพิษโรงงาน ภายในกรมโรงงานอุตสาหกรรม
2) การพัฒนาผู้ประกอบการอุตสาหกรรม SMEs ในการจัดทำและใช้ประโยชน์ฐานข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม
3) การพัฒนา Consultancy Service ที่จะให้บริการแก่ภาคอุตสาหกรรมในการจัดทำและบริหารจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม
4) การให้บริการข้อมูลข่าวสารการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมต่อสาธารณะ

โดยในระยะแรกจะดำเนินการในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง และอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ก่อนที่จะขยายผลไปสู่อุตสาหกรรมเกษตรอื่นๆ ต่อไป

ระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการในเวลา 2 ปี ระหว่างเดือนมิถุนายน 2548 ถึง พฤษภาคม 2550

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้ข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงานตามแนวทางประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์ (Eco-efficiency) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้การพัฒนาอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างยั่งยืน และลดภาระภาครัฐการในการควบคุมดูแลโรงงานมีให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวม

การปรับปรุงและพัฒนาระบบฐานข้อมูลด้านประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์

การพัฒนาระบบฐานข้อมูล (MIS) ประกอบด้วย 3 หัวข้อหลัก คือ

1 หัวข้อแรก

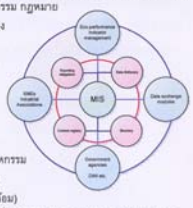
เสริมสร้างระบบเครือข่ายฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการระหว่างหน่วยงานต่างๆ ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งในส่วนกลาง (กรุงเทพฯ) และจังหวัดต่างๆ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์ (Eco-efficiency) กับหน่วยงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม อื่นๆ

2 หัวข้อที่ 2

จัดตั้งระบบฐานข้อมูลเพื่อการเฝ้าระวัง และการประเมินประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์ (Eco-efficiency) ให้กับอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อมในแต่ละประเภทอุตสาหกรรมที่ได้คัดเลือก ซึ่งจะรวมไปถึง การจัดตั้งระบบการเก็บรวบรวม การใช้ประโยชน์ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิต ตลอดจนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์ (Eco-efficiency) ของแต่ละรายอุตสาหกรรม โดยการติดตั้งโปรแกรมการใช้งานด้วยคอมพิวเตอร์ การให้คำปรึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้อุตสาหกรรมเหล่านั้นสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์

3 หัวข้อที่ 3

สร้างระบบฐานข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมที่สาธารณะชนเข้าถึง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ การนำเสนอข้อมูลเชิงสถิติทางด้านสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม กฎหมายหรือข้อบังคับอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษ ผู้รวมรวมและบำบัดของเสีย



การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด และระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม) ซึ่งการให้ข้อมูลข่าวสารเหล่านี้ดำเนินการโดยศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารกรมโรงงานอุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม
กรมโรงงานอุตสาหกรรม
สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน
75/6 ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร 10400
www.diw.go.th

German Technical Cooperation (GTZ)
Office Bangkok
193/63 New Ratchadapisek Road
Bangkok, Thailand 10110
gtz-thailand@gtz.de

IP-Institut für Projektplanung GmbH
Stuttgarter Strasse 48
70469 Stuttgart
Germany
info@ip-consult.de

Thai-German
Partnership Programme
for Enterprise Competitiveness

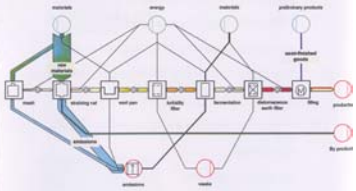
สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน
กรมโรงงานอุตสาหกรรม
75/6 ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ : 02-202-4144
โทรสาร : 02-202-4151
E-mail: www.diw.go.th

Thai-German
Partnership Programme
for Enterprise Competitiveness

Eco-Efficiency Component

Management Information Systems for Industrial Pollution Prevention and Control Project

โครงการการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการจัดการเพื่อป้องกันและควบคุมมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม



สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน
กรมโรงงานอุตสาหกรรม
75/6 ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ : 02-202-4144
โทรสาร : 02-202-4151