

# แนวทางการทำบัญชีการปล่อยสารอินทรีย์ระเหย 3.

## 3.1 การรั่วระเหย: Fugitives

รศ.ดร.วราวุธ เสือดี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

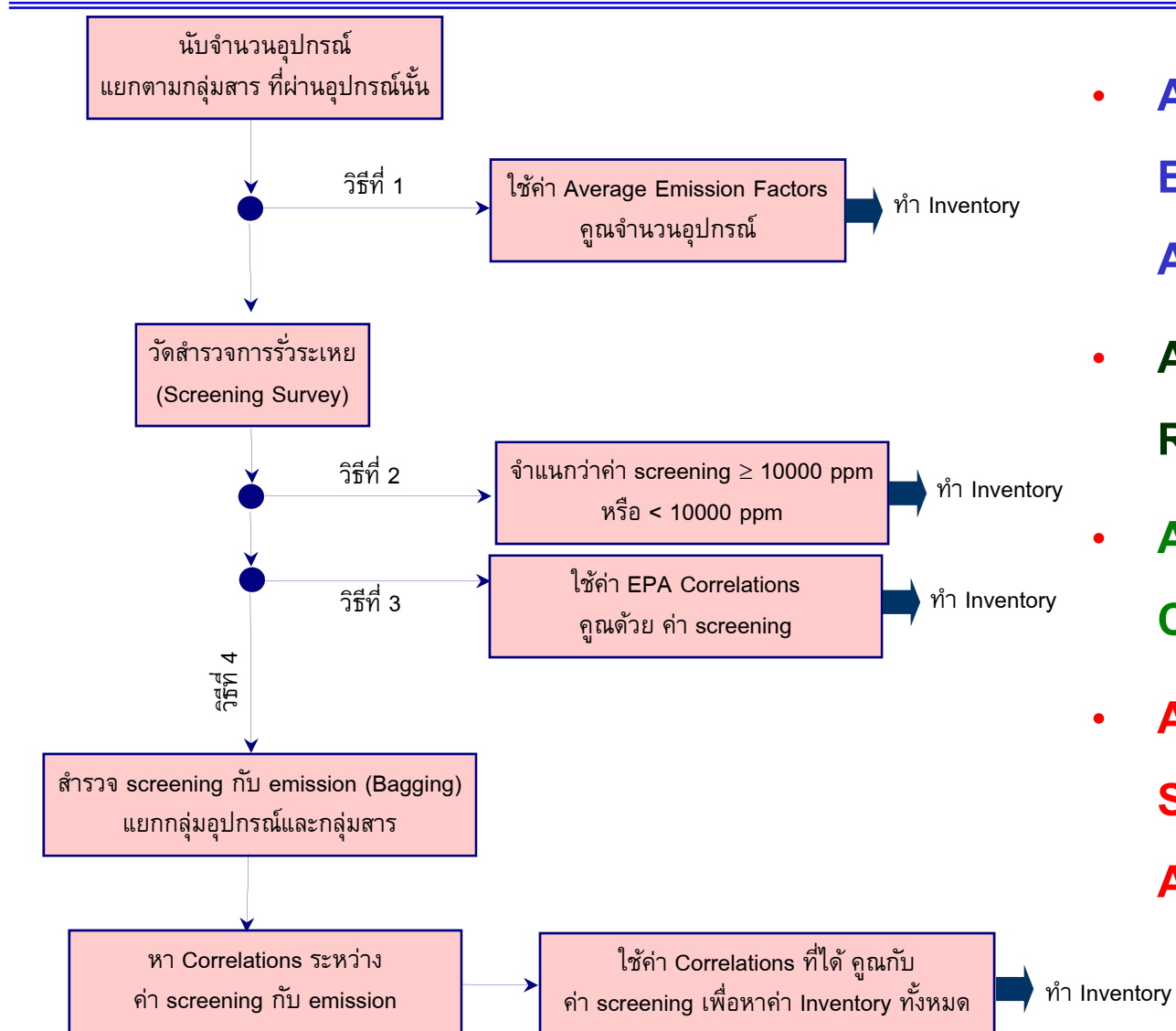
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

9-10-11 ตุลาคม 2555



# ขั้นตอนการทำ Emission Inventory สำหรับ Fugitives VOCs



- **Approach 1: Average Emission Factor Approach**

- **Approach 2: Screening Ranges Approach**

- **Approach 3: EPA Correlation Approach**

- **Approach 4: Unit-Specific Correlation Approach**

# Approach 1: Average Emission Factor Approach

---

โดยหลักการคือ นับแยกกลุ่มอุปกรณ์ แยกตามประเภทและกลุ่มสาร แล้วคูณกับ **Average Emission Factors** ที่เหมาะสม

## Services

(1) gas valves (2) light liquid valves (3) connectors; (4) single equation for light liquid pump seals. Correlation equations, for the petroleum industry that apply to refineries, marketing terminals, and oil and gas production

## Operation Data

operations data are available for:

(1) valves; (2) connectors; (3) flanges; and (4) pump seals; (5) open-ended lines; and (6) other. The petroleum industry correlations apply to all services for a given equipment type.

# การจำแนกอุปกรณ์ที่ใช้งานกับสารอินทรีย์ระเหย

---

การนับจำนวนอุปกรณ์ที่อาจมีการรั่วระเหยของสารอินทรีย์ระเหยนั้นมีหลักการดังต่อไปนี้

- ใช้งานกับ ท่อหรือการไหลผ่านที่มีสัดส่วนสารอินทรีย์ระเหย ไม่ต่ำกว่า ร้อย ละสิบ โดยมวล
- สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds : VOCs) หมายถึง สารประกอบที่มีคาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) เป็นองค์ประกอบหลัก และมีความดันไอมากกว่า 0.1 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท ยกเว้นมีเทน คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ โลหะคาร์ไบด์หรือคาร์บอนเนต แอมโมเนียมคาร์บอนเนต สารในกลุ่มป้องกันหรือปราบศัตรูพืชหรือสัตว์ และกรดอินทรีย์

# การจำแนกอุปกรณ์ที่ใช้งานกับสารอินทรีย์ระเหย

---

“ก๊าซ/ไอ” (Gas/vapor) หมายความว่า “ก๊าซ/ไอ” (Gas/Vapor) หมายความว่า สถานะของสารอินทรีย์ที่มีสถานะเป็นก๊าซหรือไอขณะที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์

“ของเหลวเบา” (Light liquid) หมายความว่า ของเหลวที่ประกอบด้วย สารอินทรีย์ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปโดยสารชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดที่เป็นองค์ประกอบมีความดันไอ (Vapor Pressure) มากกว่า 0.3 กิโลปาสกาล ที่ 20 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดที่มีความดันไอกว่า 0.3 กิโลปาสกาลดังกล่าวต้องมีค่าความเข้มข้นรวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และมีสถานะเป็นของเหลวขณะที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์

“ของเหลวหนัก” (Heavy liquid) หมายความว่า ของเหลวที่ประกอบด้วย สารอินทรีย์ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปและมีคุณสมบัติไม่ใช่ของเหลวเบา

# อุปกรณ์ที่ไม่หับรวมในวิธีนี้

- การรั่วระเหยจากอุปกรณ์นั้นไม่ได้ปล่อยสู่บรรยากาศ เช่น การต่อทางออกจาก pressure release valve กับระบบปิด โดย“ระบบปิด” (Closed System) หมายความว่า ระบบที่ควบคุมอุปกรณ์มิให้มีการระบายไอสารอินทรีย์ง่าย ออกสู่สิ่งแวดล้อมเช่น ระบบท่อปิด (Closed – vent system) ที่มีการบำบัด โดยการต่อ เข้าปล่องเผา (Flare) หรือผ่านสารดูดซับ (Absorber) หรือระบบ หมุนเวียนเข้าสู่กระบวนการผลิต (Closed – loop system)
- ในการใช้งานปกติ อุปกรณ์นั้นไม่ได้สัมผัสกับกระแสการไหลของสารอินทรีย์ ระเหยในท่อ
- อุปกรณ์นั้น ถูกหุ้มคลุมตำแหน่งที่อาจมีการรั่วระเหย เช่น ที่ก้านวาล์ว
- อุปกรณ์นั้นมีระบบควบคุม 2 ชั้น เช่น double mechanical sealed หรือ dual mechanical seal สำหรับ วาล์ว หรือ ปั๊ม



# Liquid Categories

<b>Petroleum Product</b>	<b><u>VP at 20°C, kPa</u></b>	<b>Type of Liquid</b>
Gasoline RVP 6	24.80	LL
Gasoline RVP 7	29.64	LL
Gasoline RVP 7.8	33.04	LL
Gasoline RVP 8	33.91	LL
Gasoline RVP 9	38.55	LL
Gasoline RVP 10	42.74	LL
Gasoline RVP 11	47.97	LL
Gasoline RVP 11.5	50.41	LL
Gasoline RVP 12	52.73	LL
Gasoline RVP 13	57.21	LL
Gasoline RVP 13.5	60.02	LL
Gasoline RVP 15	67.31	LL
Jet Kerosene	0.08	HL
Jet Naphtha (JP-4)	28.33	LL
Residual Oil No.6	0.0004	HL
Crude Oil (RVP 5)	0.00	HL

# Approach 1: Average Emission Factor Approach

## SOCMI Average Emission Factors

Equipment Type	Service	Emission Factor (kg/hr per source) <sup>b</sup>
Valves	Gas	0.00597
	Light liquid	0.00403
	Heavy liquid	0.00023
Pump seals <sup>c</sup>	Light liquid	0.0199
	Heavy liquid	0.00862
Compressor seals	Gas	0.228
Pressure relief valves	Gas	0.104
Connectors	All	0.00183
Open-ended lines	All	0.0017
Sampling connections	All	0.0150

<sup>a</sup> Source: EPA, November 1995, Table 2-1.

<sup>b</sup> These factors are for TOC emission rates.

<sup>c</sup> The light liquid pump seal factor can be used to estimate the leak rate from agitator seals.



# Approach 1: Average Emission Factor Approach

## Refinery Average Emission Factors

Equipment Type	Service	Emission Factor (kg/hr per source) <sup>b</sup>
Valves	Gas	0.0268
	Light liquid	0.0109
	Heavy liquid <sup>d</sup>	0.00023
Pump seals <sup>c</sup>	Light liquid	0.114
	Heavy liquid <sup>d</sup>	0.021
Compressor seals	Gas	0.636
Pressure relief valves	Gas	0.16
Connectors	All	0.00025
Open-ended lines	All	0.0023
Sampling connections	All	0.0150

<sup>a</sup> Source: EPA, November 1995, Table 2-2. Based on data gathered in the 1970's.

<sup>b</sup> These factors are for non-methane organic compound emission rates.

<sup>c</sup> The light liquid pump seal factor can be used to estimate the leak rate from agitator seals.

<sup>d</sup> The American Petroleum Institute is conducting a program to develop revised emission factors for components in heavy liquid service. Contact state or local agencies to determine the appropriate application of heavy liquid emission factors.

## Approach 2: Screening Ranges Approach

---

โดยหลักการคือ ใช้อุปกรณ์การตรวจวัด VOCs และ  
จำแนกว่ามีการรั่วไหลหรือไม่ โดยมีการแนะนำ  
วิธีการที่ปรากฏอยู่ใน

**EPA Reference Method 21- Determination of  
Volatile Organic Compound Leaks (40 CFR 60,  
Appendix A)**

นับแยกกลุ่มอุปกรณ์ แยกตามประเภทและกลุ่มสาร  
แล้วคูณกับ Emission Factors ที่เหมาะสม

## Approach 2: Screening Ranges Approach

### SOCMI Screening Ranges Emission Factors

Equipment type	Service	≥10,000 ppmv Emission factor (kg/hr/source) <sup>a</sup>	<10,000 ppmv Emission factor (kg/hr/source) <sup>a</sup>
Valves	Gas	0.0782	0.000131
	Light liquid	0.0892	0.000165
	Heavy liquid	0.00023	0.00023
Pump seals <sup>b</sup>	Light liquid	0.243	0.00187
	Heavy liquid	0.216	0.00210
Compressor seals	Gas	1.608	0.0894
Pressure relief valves	Gas	1.691	0.0447
Connectors	All	0.113	0.0000810
Open-ended lines	All	0.01195	0.00150

<sup>a</sup>These factors are for total organic compound emission rates.

<sup>b</sup>The light liquid pump seal factors can be applied to estimate the leak rate from agitator seals.

# Approach 2: Screening Ranges Approach

## Refinery Screening Ranges Emission Factors

Equipment type	Service	≥10,000 ppmv Emission factor (kg/hr/source) <sup>b</sup>	<10,000 ppmv Emission factor (kg/hr/source) <sup>b</sup>
Valves	Gas	0.2626	0.0006
	Light liquid	0.0852	0.0017
	Heavy liquid	0.00023	0.00023
Pump seals <sup>c</sup>	Light liquid	0.437	0.0120
	Heavy liquid	0.3885	0.0135
Compressor seals	Gas	1.608	0.0894
Pressure relief valves	Gas	1.691	0.0447
Connectors	All	0.0375	0.00006
Open-ended lines	All	0.01195	0.00150

<sup>a</sup>Source: Reference 6.

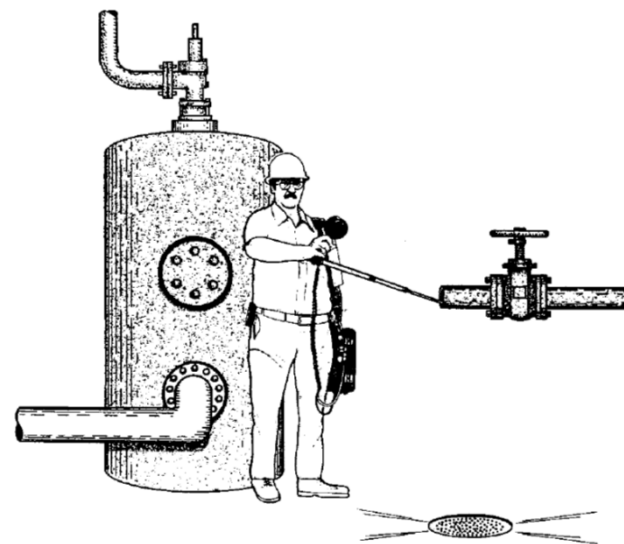
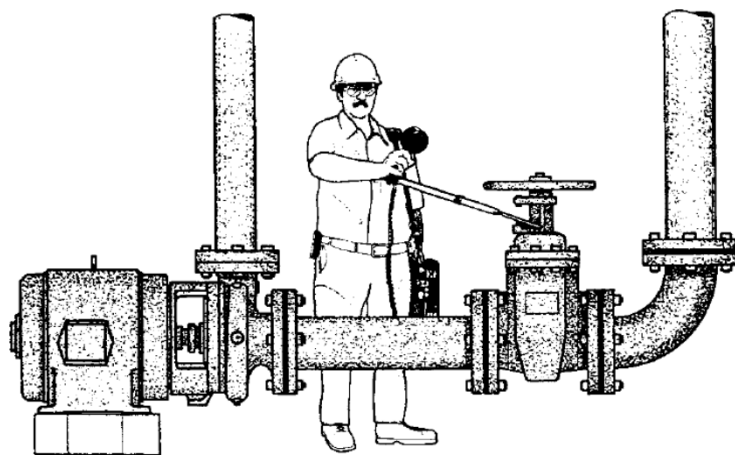
<sup>b</sup>These factors are for non-methane organic compound emission rates.

<sup>c</sup>The light liquid pump seal factors can be applied to estimate the leak rate from agitator seals.

## Approach 3: EPA correlation equation approach

---

ในกรณีที่เลือกใช้วิธี วิธีการตรวจวัดเพื่อจำแนกสัมประสิทธิ์การปล่อย ( **Source Screening** ) จะต้องมีการมีการวัดเพื่อสำรวจความเข้มข้นสารประกอบอินทรีย์ระเหย ในแต่ละอุปกรณ์ เพื่อ คำนวณการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหย ( **Volatile Organic Compounds; VOCs** )



# Approach 3: EPA correlation equation approach

## SOCMI EPA correlation equation approach

Equipment Type	Default Zero Emission Rate (kg/hr per source)	Pegged Emission Rates (kg/hr per source)		Correlation Equation (kg/hr per source) <sup>b</sup>
		10,000 ppmv	100,000 ppmv	
Gas valves	6.6E-07	0.024	0.11	Leak Rate = $1.87E-06 \times (SV)^{0.873}$
Light liquid valves	4.9E-07	0.036	0.15	Leak Rate = $6.41E-06 \times (SV)^{0.797}$
Light liquid pumps <sup>c</sup>	7.5E-06	0.14	0.62	Leak Rate = $1.90E-05 \times (SV)^{0.824}$
Connectors	6.1E-07	0.044	0.22	Leak Rate = $3.05E-06 \times (SV)^{0.885}$

<sup>a</sup> Source: EPA, November 1995, Tables 2-9, 2-11, and 2-13. To estimate emissions: Use the default zero emission rates only when the screening value (adjusted for background) equals 0.0 ppmv; otherwise use the correlation equations. If the monitoring device registers a pegged value, use the appropriate pegged emission rate.

<sup>b</sup> SV is the screening value (ppmv) measured by the monitoring device.

<sup>c</sup> The emission estimates for light liquid pump seals can be applied to compressor seals, pressure relief valves, agitator seals, and heavy liquid pumps.

# Approach 3: EPA correlation equation approach

## Refinery EPA correlation equation approach

Equipment Type/Service	Default Zero Emission Rate (kg/hr per source) <sup>b</sup>	Pegged Emission Rates (kg/hr per source) <sup>c</sup>		Correlation Equation (kg/hr per source) <sup>d</sup>
		10,000 ppmv	100,000 ppmv	
Connector/All	7.5E-06	0.028	0.030	Leak Rate = $1.51E-06 \times (SV)^{0.735}$
Flange/All	3.1E-07	0.085	0.084	Leak Rate = $4.44E-06 \times (SV)^{0.703}$
Open-Ended Line/All	2.0E-06	0.030	0.079	Leak Rate = $2.16E-06 \times (SV)^{0.704}$
Pump/All	2.4E-05	0.074	0.160 <sup>e</sup>	Leak Rate = $4.82E-05 \times (SV)^{0.610}$
Valve/All	7.8E-06	0.064	0.140	Leak Rate = $2.28E-06 \times (SV)^{0.746}$
Other <sup>f</sup> /All	4.0E-06	0.073	0.110	Leak Rate = $1.32E-05 \times (SV)^{0.589}$

<sup>a</sup> Source: EPA, November 1995, Tables 2-10, 2-12, and 2-14. Developed from the combined 1993 refinery, marketing terminal, and oil and gas production operations data. To estimate emissions: use the default zero emission rates only when the screening value (adjusted for background) equals 0.0 ppmv; otherwise use the correlation equations. If the monitoring device registers a pegged value, use the appropriate pegged emission rate.

<sup>b</sup> Default zero emission rates were based on the combined 1993 refinery and marketing terminal data only (default zero data were not collected from oil and gas production facilities).

<sup>c</sup> The 10,000 ppmv pegged emission rate was based on components screened at greater than 10,000 ppmv; however, in some cases, most of the data could have come from components screened at greater than 100,000 ppmv, thereby resulting in similar pegged emission rates for both the 10,000 and 100,000 ppmv pegged levels (e.g., connector and flanges).

<sup>d</sup> SV is the screening value (ppmv) measured by the monitoring device.

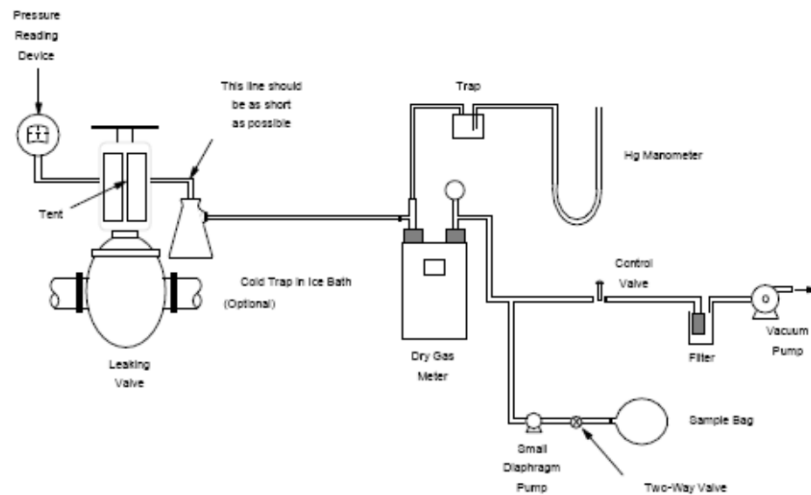
<sup>e</sup> Only two data points were available for the pump 100,000 ppmv pegged emission rate; therefore, the ratio of the pump 10,000 ppmv pegged emission rate to the overall 10,000 ppmv pegged emission rate was multiplied by the overall 100,000 ppmv pegged emission rate to approximate the pump 100,000 ppmv pegged emission rate.

<sup>f</sup> The other equipment type includes instruments, loading arms, pressure relief valves, stuffing boxes, vents, compressors, and dump lever arms.

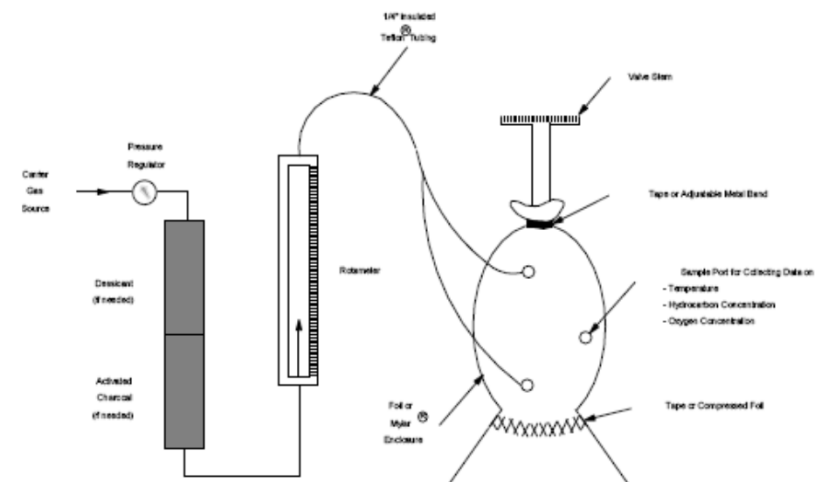


## Approach 4: Unit-Specific Correlation Approach

โดยหลักการคือ วัดสำรวจเพื่อหาค่าอัตราการรั่วระเหยสำหรับอุปกรณ์แต่ละชนิดโดยวิธีการ bagging สร้าง Correlation เฉพาะแต่ละประเภทอุปกรณ์ ใช้ผลการตรวจวัด VOCs (screening) และจำแนกว่ามีการรั่วไหลที่ความเข้มข้นเท่าใด แล้วนำไปคำนวณหา อัตราการปล่อยทั้งหมดเช่นเดียวกับหลักการ EPA Correlation



Sampling train for bagging a source using the vacuum method.



Blow-Through Sampling Technique

# ข้อมูลที่ต้องการในแต่ละ Section

ชื่อโรงงาน :			
เลขทะเบียนโรงงาน :			
ชื่อผู้ติดต่อ :		โทร :	
E-mail Address :			
อุปกรณ์ (Equipment)	สถานะ สารอินทรีย์	จำนวนทั้งหมดของโรงงาน (Total Equipment)	หมายเหตุ
Valves	Gas		
	Light liquid		
	Heavy liquid		
Pumps	Light liquid		
	Heavy liquid		
Compressors	(Gas/Vapour)		
Connectors/Flanges	All		
Pressure Relief Valves	All		
Open-ended lines	All		
Sampling connections	All		

---

End of Presentation 3.