รายการอ้างอิง

พงษ์วิภา หล่อสมบูรณ์ และคณะ. คู่มือการจัดทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์. นนทบุรี: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2547.

Adler, L.B. and H. B. Shuey. Acetylene Handling. New York: AIChE, 1963.

Austin, O. K. Commercial Manufacture of Carbon Black. In Reinforcement of Elastomers. G. Kraus ed. New York: Wiley, 1965.

Austin T. G. Shreve's Chemical Process Industries. 5th ed. Singapore: McGraw-Hill, 1984.

Baayen H. Eco-indicator 99 Manual For Designers. Netherland: Ministry of Housing Spatial Planning and the Environment, 2000.

Barnthouse, L., and Others. Life-Cycle Impact Assessment : The state-of-the-Art. 2nd ed. USA: Society of Environmental Toxicology and Chemistry(SETAC), 1998.

Dannenberg, E. M. and Corp, C. Carbon(Carbon Black). 3rd ed. Vol. 4. USA: ECT, 1985.

Elliott, A. M. Chemistry of Coal Utilization. Second supplementary volume. Prepared Under the Guidance of the Committee on Chemistry of Coal Utilization. Canada: Wiley-Interscience Publication, 1981.

Hardie, D. Acetylene Manufacture and Uses. New York: Oxford, 1965.

Kirk, O. Carbon black. Volume 4. 4th ed. Encyclopedia of Chemical Technology. New York: John wiley & Sons, 1998.

Kirk, O. Acetylene. Volume 13. 4th ed. Encyclopedia of chemical technology. New York: John wiley & Sons, 1998.

Lankey, R. and McMichael, C. F. Life-Cycle Environmental Comparison of Primary and Secondary Batteries. Proceedings of the 1999 IEEE International symposium on Electronics and the Environment[Online].1999. Available from: http://www.pprc.org/pprc/rpd/statefnd/carnegie/lifecycle1:html[1999, May 18]

Lindner, S. A. and Deepak, S. A Comparative Life Cycle Analysis of Gasoline, Battery, and Electricity Powered Lawn Mowers. Environmental Engineering Science Journal 21 (November 2004): 768-785.

Mantell, L. C. Acetylene : Its Properties Manufacture and Uses. New York: Academic, 1967.

McKETTA, J. J. Inorganic Chemicals Handbook. New York: Marcel Dekker, 1993.

Nadal, G. Life Cycle Air Emissions from Fuel Cells and Gas Turbines in Power Generation. London: University of London, 1997.

Scacchi, W. and Mi, P. Process Life Cycle Engineering : A Knowledge-Base Approach and Environment. USA: John Wiley and Son, 1997.

Tan, H. B. Life cycle Assessment for Green Productivity. Singapore: Asian Productivity Organization, 2003.

Ullmann, S. Acetylene. Volume 1. 6th ed. Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: VCH, 2003.

Ullmann, S. Carbon Black. Volume 16. 6th ed. Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: VCH, 2003.

Wenzel, H.; Hauschild, M.; and Alting, L. The Structure of the LCA method. Environmental Assessment of Products. 1 (January 1997): 37-139.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากที่เราทราบว่า (LCA) เป็นวิธีที่จะให้ทราบถึงลักษณะของสิ่งแวดล้อมของวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ สำหรับการประยุกต์ที่สำคัญคือ ใช้สำหรับการวิเคราะห์และสนับสนุนในการพิจารณาภาพรวมของระบบสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ทั้งภายในและภายนอก ซึ่งลักษณะของ LCA มีระเบียบวิธีกระบวนความคิดแบ่งเป็น 3 ลักษณะ

1. Techno sphere คือรูปแบบทางเทคนิคของระบบเช่นกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ กระบวนการขนส่ง โดยที่ระดับค่าความไม่แน่นอน ไม่เกินระดับที่ 2

2. Eco sphere คือรูปแบบโครงสร้างทางด้านสิ่งแวดล้อม ค่าความไม่แน่นอนจะอยู่ระดับ 1 ใน 3 ของระดับการกระจัด ไม่สามารถทดสอบเบื่องต้น เช่น การเปลี่ยนของบรรยากาศ

3. Value sphere การวิเคราะห์โดยหลักใช้หัวข้อหลายปัจจัยมาคิดเช่นผลกระทบความรุนแรงจากการใช้โลหะหนักในอีก 100 ปีข้างหน้า

การแสดงผลโปรแกรม SimaPro 6 มี 3 ส่วนคือ

1. ข้อมูลในส่วนคำอธิบายเป้าหมาย
2. ข้อมูลในส่วนการค้นหา(ในส่วนห้องสมุด)
3. คุณภาพของข้อมูลจะแสดงอกเป็นสี

ข้อแนะนำสำหรับการกำหนดขอบเขตสำหรับการประเมินด้วย LCA ถึงแม้ว่าค่าที่จะได้สามารถคลาดเคลื่อนได้ถึง 30 % ของผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม แต่ก็สามารถให้ค่ายอมรับได้

ข้อกำหนดการเข้าสู่ระบบโปรแกรม SimaPro 6

1. การตัดข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผล(% Cut-off) เนื่องจากโปรแกรมได้บรรจุข้อมูลที่เป็นของกระบวนการผลิต 2,500 กระบวนการ ทำให้ต้องกำหนดเงื่อนไขในการพิจารณาตัดข้อมูล(% Cut- off) ส่วนใหญ่ ใช้ 0.1% ของภาระด้านสิ่งแวดล้อม ใช้สำหรับพิจารณา Single score และ Impact category

2. การแบ่งขอบเขต(Allocation) เนื่องจากหลายกระบวนการผลิตมีผลิตภัณฑ์ที่ออกมาหลากหลายทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาตามหลัก ISO ด้วย สำหรับการแบ่งเช่นบางอย่างไม่สามารถแบ่งได้ กรณีได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้ แต่ถ้ามากเกิดไปก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ควรเลี่ยง แต่ถ้า

ไม่สามารถเลี่ยงในการ การแบ่งขอบเขต(Allocation) จะยึดตามมาตราฐาน ISO พิจารณามวลเข้าและมวลออกด้วย

สำหรับการประเมินผลกระทบ โปรแกรม SimaPro ใช้หลักการประเมินได้แก่ ลักษณะผลที่เกิด(Characterization) การหาขนาดของผลกระทบ(Normalization) การให้น้ำหนักผลกระทบ (Weighting)ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลักษณะที่เกิด(Characterization) หมายถึงการคำนวณผลกระทบที่ปล่อยออกในรูปของตัวบ่งชี้ที่เรียกว่า ค่าแฟกเตอร์สำหรับคูณกับปริมาณ น้ำหนัก เพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นให้ผลกระทบมากน้อยเพียงไร โดยคำนวนศักยภาพของผลกระทบดังสมการ

$$EP(j)i = Qi \times EF(j)i$$

EP (Environmental impacts potentials) คือ ศักยภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

Q (Quantity of substance) คือ ปริมาณมลภาวะสารที่ปล่อยออก

EF (Substance's equivalency factor) คือค่าเทียบเท่าของสารที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(j) (Environmental impact category) คือผลกระทบประเภท j

(i) (Emission of the substance) คือมลภาวะของสาร i

การหาขนาดของผลกระทบ (Normalization) หมายถึงการแสดงขนาดของผลกระทบของผลิตภัณฑ์ดังสมการ

$$NEP(j) = EP(j)/[T \times ER) (j)/(T \times ER(j)]$$

NEP(The normalized Environmental impact potential) คือ ค่าปกติทางศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

ER (The normalization reference for impact category for specific area) คือค่าอ้างอิงปกติของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

T (Time of functional unit) คือ อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การให้น้ำหนัก (Weighting) หมายถึงการให้ความสำคัญของลักษณะของผลกระทบอันได้แก้ ผลกระทบทางสุขภาพของมนุษย์ ระบบนิเวศน์ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งโปรแกรมสามารถแสดงค่าตัวชี้วัดทั้ง 3 ประเภทในรูปคะแนนเดี่ยว(Singer Score)ดังสมการ

$$WEP(j) = WF(j) \times NEP(j)$$

WEP(The weight environment impact potential) คือ ค่าอ้างอิงปกติของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

NEP (Weight factor) คือ ค่าสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการประมวลผลจากโปรแกรม SimaPro 6

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Human Health

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		DALY	0.0037	0.0468	0.233
Remaining processes		DALY	0.00036	0.0447	0.229
Coal from underground mine UCPTE U		DALY	3.84E-5	0.000224	0.000162
Leakage production natural gas GUS U		DALY	4.73E-5	2.47E-6	4.51E-5
Produced natural gas D U		DALY	4.75E-5	2.05E-6	4.18E-5
Coal cokes U		DALY	6.33E-5	3.65E-6	9.63E-5
Output gas turbine pipeline GUS U		DALY	0.000157	8.2E-6	0.00015
Coal tailings in landfill U		DALY	0.000266	0.00179	0.00152
Electricity gas power plant in W-D U		DALY	0.00272	9.26E-5	0.00221

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Human Health

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		DALY	0.0037	0.0468	0.233
Remaining processes		DALY	0.00343	0.00295	0.23
Heat gas B250	DALY	x	0.000513	x	
Coal tailings in landfill U		DALY	0.000266	0.00179	0.00152
Coal power plant in D U		DALY	4.66E-6	0.0046	0.00122
Lime B250	DALY	x	0.00921	x	
acetylene(from carbide & dry generator process)		DALY	x	0.0277	x

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Human Health

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		DALY	0.0037	0.0468	0.233
Remaining processes		DALY	0.00362	0.0463	0.0251
Petroleum gas blow off U		DALY	6.44E-7	1.73E-6	0.00278
Lignite power plant in D U		DALY	1.13E-5	0.000376	0.00297
Petroleum gas in gas turbine onshore U		DALY	7E-7	1.87E-6	0.00301
Crude oil production offshore U		DALY	7.81E-7	2.09E-6	0.00338
Crude oil production onshore U		DALY	8.16E-7	2.18E-6	0.00351
Petroleum gas in gas turbine offshore U		DALY	9.32E-7	2.5E-6	0.00404
Residual oil Europe in boiler 1MW U		DALY	3.86E-6	1.48E-5	0.00952
Naphtha refinery Europe U		DALY	2.49E-8	4.59E-7	0.00978
Diesel in diesel generator offshore U		DALY	8.14E-6	8.16E-6	0.0117
Tanker oceanic ETH U		DALY	4.07E-6	1.09E-5	0.0176
Petroleum gas flaring U		DALY	4.8E-6	1.29E-5	0.0207
Diesel in diesel generator onshore U		DALY	3.28E-5	1.82E-5	0.0249
Refinery gas in furnace Europe U		DALY	2.34E-6	1.22E-5	0.0282
Residual oil in refinery furnace Europe U		DALY	5.72E-6	3.23E-5	0.0656

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Ecosystem Quality

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		PDF*m2yr	137	1.18E3	1.45E4
Remaining processes		PDF*m2yr	20.5	1.04E3	1.25E4
Infra natural gas pipeline GUS U		PDF*m2yr	1.69	0.0886	1.62
Coal from underground mine UCPTE U		PDF*m2yr	1.89	11	7.97
Infra fuel gas power plant U		PDF*m2yr	2.18	0.134	2.25
Uranium natural in concentrate U		PDF*m2yr	2.72	89.8	710
Coal cokes U		PDF*m2yr	3.26	0.188	4.95
Drilling waste to land farming U		PDF*m2yr	-3.85	0.962	1.21E3
Coal tailings in landfill U		PDF*m2yr	4.7	31.6	26.8
Output gas turbine pipeline GUS U		PDF*m2yr	6	0.314	5.72
Infra natural gas HP user D U		PDF*m2yr	11.9	0.406	9.7
Electricity gas power plant in W-D U		PDF*m2yr	77.9	2.65	63.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Ecosystem Quality

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		PDF*m2yr	137	1.18E3	1.45E4
Remaining processes		PDF*m2yr	129	141	1.37E4
Electricity oil I U		PDF*m2yr	0.417	13.9	110
Coal tailings in landfill U		PDF*m2yr	4.7	31.6	26.8
Coal power plant in D U		PDF*m2yr	0.0715	70.5	18.7
Uranium natural in concentrate U		PDF*m2yr	2.72	89.8	710
acetylene(from carbide & dry generator process)		PDF*m2yr	x	835	x

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Ecosystem Quality

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		PDF*m2yr	137	1.18E3	1.45E4
Remaining processes		PDF*m2yr	127	1.08E3	1.81E3
Petroleum gas in gas turbine offshore U		PDF*m2yr	0.0398	0.107	173
Naphtha refinery Europe U		PDF*m2yr	0.000476	0.00878	187
Diesel in diesel generator offshore U		PDF*m2yr	0.198	0.198	284
Residual oil Europe in boiler 1MW U		PDF*m2yr	0.242	0.926	596
Infra transport long distance U		PDF*m2yr	0.141	0.377	607
Uranium natural in concentrate U		PDF*m2yr	2.72	89.8	710
Refinery gas in furnace Europe U		PDF*m2yr	0.0604	0.314	728
Petroleum gas flaring U		PDF*m2yr	0.209	0.56	903
Diesel in diesel generator onshore U		PDF*m2yr	1.33	0.741	1.01E3
Tanker oceanic ETH U		PDF*m2yr	0.242	0.649	1.05E3
Drilling waste to land farming U		PDF*m2yr	3.85	0.962	1.21E3
Residual oil in refinery furnace Europe U		PDF*m2yr	0.458	2.59	5.25E3

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Resources

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		MJ surplus	9.65E3	2.53E4	1.14E6
Remaining processes		MJ surplus	233	1.54E4	6.73E3
Crude oil production offshore U		MJ surplus	115	309	5E5
Crude oil production onshore U		MJ surplus	144	386	6.21E5
Raw natural gas N U		MJ surplus	1.03E3	51.2	964
Coal from underground mine UCPTE U		MJ surplus	1.51E3	8.8E3	6.36E3
Raw natural gas D U		MJ surplus	1.6E3	68.8	1.4E3
Raw natural gas NL U		MJ surplus	1.93E3	196	2.58E3
Raw natural gas GUS U		MJ surplus	3.09E3	162	2.95E3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Resources

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		MJ surplus	9.65E3	2.53E4	1.14E6
Remaining processes		MJ surplus	7.81E3	843	9.5E3
Crude oil production offshore U		MJ surplus	115	309	5E5
Crude lignite mine UCPTE U		MJ surplus	10.7	357	2.83E3
Coal from underground mine S-Africa U		MJ surplus	3.33	385	598
Crude oil production onshore U		MJ surplus	144	386	6.21E5
Coal from underground mine E-Europe U		MJ surplus	2.31	406	382
Coal from open mine U		MJ surplus	57	876	1.31E3
Heat gas B250 MJ surplus		x	2.24E3	x	
Coal from underground mine UCPTE U		MJ surplus	1.51E3	8.8E3	6.36E3
acetylene(from carbide & dry generator process)		MJ surplus	x	1.07E4	x

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Product: Electricity gas power plant in W-D U

Project: ETH-ESU 96 Unit processes

Category: Energy\Electricity by fuel\Gas

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Indicator: Damage assessment

Category: Resources

Cut-off: 1%

Process	DQI	Unit	Electricity gas power plant in W-D U	acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)	acetylene carbon black from naphtha
Total of all processes		MJ surplus	9.65E3	2.53E4	1.14E6
Remaining processes		MJ surplus	9.39E3	2.46E4	2.1E4
Crude oil production offshore U		MJ surplus	115	309	5E5
Crude oil production onshore U		MJ surplus	144	386	6.21E5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ค.1 บัญชีรายการสารเข้าและออก กระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Compartment: All compartments

Indicator: Inventory

Category:

Skip unused: No

Relative mode: Non Cut-off: 1%

Analyzing 1E3 kg processing 'acetylene carbon black from coal (Carbide & dry generator process)'

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
1	Volume occupied, reservoir	Raw	m3y	70.8
2	Water, turbine use, unspecified natural origin	Raw	m3	1.71E+04
3	Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	Raw	m3	877
4	Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	Raw	m3	13.4
5	Radon-222	Air	kBq	2.71E+06
6	Krypton-85	Air	kBq	1.88E+06
7	Radioactive species, unspecified	Air	kBq	2.73E+05
8	Hydrogen-3, Tritium	Water	kBq	7.56E+04
9	Radon-222	Air	kBq	2.95E+04
10	Radioactive species, unspecified	Water	kBq	2.51E+03
11	Xenon-133	Air	kBq	1.35E+03
12	Radium-226	Water	kBq	932
13	Hydrogen-3, Tritium	Air	kBq	318
14	Xenon-135	Air	kBq	231
15	Krypton-88	Air	kBq	88.9
16	Argon-41	Air	kBq	44.7
17	Thorium-230	Water	kBq	35.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
18	Carbon-14	Air	kBq	30.8
19	Radon-220	Air	kBq	29.3
20	Cesium-137	Water	kBq	23.8
21	Xenon-135m	Air	kBq	22.8
22	Uranium alpha	Water	kBq	14.7
23	Ruthenium-106	Water	kBq	12.2
24	Cobalt-60	Water	kBq	11.2
25	Iodine-129	Water	kBq	7.29
26	Xenon-138	Air	kBq	6.18
27	Plutonium-241	Water	kBq	4.98
28	Xenon-131m	Air	kBq	4.6
29	Potassium-40	Water	kBq	4.41
30	Polonium-210	Water	kBq	3.52
31	Lead-210	Water	kBq	3.52
32	Noble gases, radioactive, unspecified	Air	kBq	2.67
33	Cesium-134	Water	kBq	2.58
34	Carbon-14	Water	kBq	2.55
35	Strontium-90	Water	kBq	2.43
36	Uranium-238	Water	kBq	2.41
37	Krypton-85m	Air	kBq	2.23
38	Polonium-210	Air	kBq	1.99
39	Thorium-228	Water	kBq	1.96
40	Manganese-54	Water	kBq	1.71
41	Technetium-99	Water	kBq	1.28
42	Cerium-144	Water	kBq	1.15
43	Lead-210	Air	kBq	1.15
44	Krypton-87	Air	Bq	998

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
45	Radium-228	Water	Bq	982
46	Thorium-232	Water	Bq	823
47	Krypton-89	Air	Bq	700
48	Xenon-133m	Air	Bq	681
49	Radium-226	Air	Bq	644
50	Xenon-137	Air	Bq	566
51	Radium-224	Water	Bq	491
52	Uranium-235	Water	Bq	449
53	Uranium alpha	Air	Bq	436
54	Uranium-238	Air	Bq	362
55	Uranium-234	Water	Bq	301
56	Potassium-40	Air	Bq	289
57	Thorium-234	Water	Bq	227
58	Protactinium-234	Water	Bq	225
59	Cobalt-58	Water	Bq	219
60	Plutonium-alpha	Water	Bq	201
61	Radioactive species, from fission and activation	Water	Bq	151
62	Uranium-234	Air	Bq	146
63	Radium-228	Air	Bq	142
64	Silver-110	Water	Bq	140
65	Thorium-230	Air	Bq	135
66	Ruthenium-106	Air	Bq	122
67	Thorium-228	Air	Bq	120
68	Iodine-129	Air	Bq	109
69	Zirconium-95	Water	Bq	103
70	Thorium-232	Air	Bq	76.5
71	Curium alpha	Water	Bq	66.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
72	Americium-241	Water	Bq	50.4
73	Antimony-124	Water	Bq	36.2
74	Plutonium-241	Air	Bq	33.4
75	Cesium-137	Air	Bq	28.1
76	Strontium-90	Air	Bq	20.1
77	Zinc-65	Water	Bq	16.4
78	Cesium-134	Air	Bq	14.6
79	Thorium-234	Air	Bq	12.2
80	Protactinium-234	Air	Bq	12.2
81	Iodine-131	Air	Bq	12.2
82	Promethium-147	Air	Bq	10.3
83	Iodine-135	Air	Bq	10.2
84	Sodium-24	Water	Bq	7.79
85	Uranium-235	Air	Bq	7.07
86	Iodine-133	Air	Bq	6.8
87	Chromium-51	Water	Bq	5.56
88	Iodine-131	Water	Bq	4.84
89	Cerium-144	Air	Bq	4.07
90	Neptunium-237	Water	Bq	3.22
91	Antimony-125	Water	Bq	2.06
92	Plutonium-alpha	Air	Bq	1.22
93	Iodine-133	Water	Bq	1.16
94	Cobalt-60	Air	mBq	869
95	Curium alpha	Air	mBq	608
96	Cobalt-58	Air	mBq	584
97	Strontium-89	Water	mBq	572
98	Americium-241	Air	mBq	383

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
99	Cobalt-57	Water	mBq	259
100	Barium-140	Water	mBq	253
101	Antimony-122	Water	mBq	253
102	Niobium-95	Water	mBq	144
103	Technetium-99m	Water	mBq	119
104	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Water	mBq	109
105	Tellurium-123m	Air	mBq	91.8
106	Zinc-65	Air	mBq	89.6
107	Ruthenium-103	Water	mBq	84.8
108	Barium-140	Air	mBq	80.4
109	Chromium-51	Air	mBq	72.3
110	Lanthanum-140	Water	mBq	52.4
111	Lanthanum-140	Air	mBq	50.9
112	Cerium-141	Water	mBq	37.8
113	Strontium-89	Air	mBq	36.5
114	Yttrium-90	Water	mBq	29.2
115	Manganese-54	Air	mBq	20.9
116	Silver-110	Air	mBq	20.6
117	Molybdenum-99	Water	mBq	17.7
118	Radioactive species, alpha emitters	Water	mBq	16.6
119	Tellurium-123m	Water	mBq	10.7
120	Antimony-124	Air	mBq	5.65
121	Iron-59	Water	mBq	4.48
122	Tellurium-132	Water	mBq	4.37
123	Niobium-95	Air	mBq	3.69
124	Radioactive species, other beta emitters	Air	mBq	2.59
125	Cerium-141	Air	mBq	1.91

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
126	Cadmium-109	Water	mBq	1.46
127	Cesium-136	Water	mBq	1.36
128	Zirconium-95	Air	mBq	1.34
129	Technetium-99	Air	µBq	851
130	Iron-59	Air	µBq	800
131	Antimony-125	Air	µBq	719
132	Ruthenium-103	Air	µBq	209
133	Plutonium-238	Air	µBq	45.6
134	Cobalt-57	Air	µBq	35.3
135	Neptunium-237	Air	µBq	20.1
136	Curium-244	Air	µBq	18.3
137	Curium-242	Air	µBq	2.02
138	Water, unspecified natural origin/kg	Raw	tn.lg	550
139	Carbon dioxide	Air	tn.lg	19.3
140	Carbon monoxide	Air	tn.lg	13.9
141	Limestone, in ground	Raw	tn.lg	9.79
142	Coal, 18 MJ per kg, in ground	Raw	tn.lg	8.15
143	Coal, hard, unspecified, in ground	Raw	tn.lg	8.01
144	Air	Raw	tn.lg	2.21
145	Nitrogen	Air	tn.lg	1.69
146	Coal dust	Air	tn.lg	1.26
147	Limestone waste	Waste	kg	986
148	Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	Raw	kg	769
149	Calcium compounds, unspecified	Water	kg	430
150	Oxygen	Air	kg	325
151	VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Water	kg	293
152	Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground	Raw	kg	239

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
153	Marl, in ground	Raw	kg	153
154	Nitrogen dioxide	Air	kg	146
155	Gravel, in ground	Raw	kg	132
156	Chloride	Water	kg	104
157	Hydrogen	Air	kg	104
158	Particulates	Air	kg	76.5
159	Wood, dry matter	Raw	kg	69.7
160	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	Raw	kg	67.9
161	Water	Water	kg	67.3
162	Sulfate	Water	kg	64.3
163	Methane	Air	kg	60.7
164	Iron, in ground	Raw	kg	41.2
165	Sulfur oxides	Air	kg	31.1
166	Nitrogen oxides	Air	kg	18
167	Sodium, ion	Water	kg	14.4
168	Aluminum	Water	kg	13.4
169	Calcium, ion	Water	kg	13.3
170	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Air	kg	12
171	Magnesium	Water	kg	11.4
172	Oil	Raw	kg	8.96
173	Particulates, > 10 um (process)	Air	kg	8.06
174	Sand, unspecified, in ground	Raw	kg	5.57
175	Solved substances	Water	kg	5.51
176	Iron	Water	kg	5.27
177	Potassium	Water	kg	4.04
178	Clay, unspecified, in ground	Raw	kg	4.02
179	Sodium chloride, in ground	Raw	kg	3.01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
180	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, u	Air	kg	2.85
181	Salts, unspecified	Water	kg	2.64
182	Particulates, < 10 um (stationary)	Air	kg	2.11
183	Bauxite, in ground	Raw	kg	1.67
184	Solved substances, inorganic	Water	kg	1.37
185	Hydrogen chloride	Air	kg	1.35
186	Baryte, in ground	Raw	kg	1.11
187	Barium	Water	kg	1.1
188	Clay, bentonite, in ground	Raw	kg	1.06
189	TOC, Total Organic Carbon	Water	g	998
190	Undissolved substances	Water	g	942
191	Suspended substances, unspecified	Water	g	827
192	Phosphate	Water	g	799
193	Titanium, ion	Water	g	796
194	Copper, in ground	Raw	g	642
195	Nitrate	Water	g	387
196	Wood, unspecified, standing/kg	Raw	g	309
197	Hydrogen fluoride	Air	g	291
198	Manganese	Water	g	276
199	Oils, unspecified	Water	g	272
200	Silicon	Air	g	255
201	Barite	Water	g	222
202	Strontium	Water	g	217
203	Dinitrogen monoxide	Air	g	188
204	Zinc, ion	Water	g	135
205	Chromium, ion	Water	g	133
206	Xylene	Air	g	128

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
207	Ammonia	Air	g	109
208	COD, Chemical Oxygen Demand	Water	g	99.3
209	Aluminum	Air	g	98.8
210	Lubricant	Raw	g	89.6
211	Chromium, in ground	Raw	g	79.7
212	Calcium	Air	g	78.3
213	Particulates, < 10 um (mobile)	Air	g	70.1
214	Lead	Water	g	68.4
215	Nickel, ion	Water	g	67.4
216	Vanadium, ion	Water	g	67.1
217	Copper, ion	Water	g	67
218	Selenium	Water	g	66.5
219	Iron	Air	g	63.7
220	Calcium	Soil	g	58.1
221	Hypochlorite	Water	g	50.6
222	Hypochlorous acid	Water	g	50.6
223	Fatty acids as C	Water	g	50.3
224	Uranium, 560 GJ per kg, in ground	Raw	g	49.7
225	Pentane	Air	g	47.7
226	Boron	Air	g	47.6
227	Carbon	Soil	g	44.8
228	Nickel, in ground	Raw	g	43.2
229	Lead, in ground	Raw	g	41.3
230	Ethane	Air	g	39.1
231	Molybdenum	Water	g	35.7
232	Fluoride	Water	g	35.2
233	Manganese, in ground	Raw	g	33.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
234	Propane	Air	g	30.6
235	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Air	g	30
236	Benzene, ethyl-	Air	g	29.8
237	Iron	Soil	g	29.1
238	Magnesium	Air	g	28.5
239	Ammonia, as N	Water	g	27.1
240	Arsenic, ion	Water	g	27
241	Boron	Water	g	26.7
242	Cobalt	Water	g	26.5
243	Butane	Air	g	25.4
244	Benzene	Air	g	25.3
245	Potassium	Air	g	20
246	Nitrogen, total	Water	g	19.7
247	Sodium	Air	g	18.5
248	Toluene	Air	g	18.4
249	Metallic ions, unspecified	Water	g	18.3
250	Formaldehyde	Air	g	16.8
251	Aluminum	Soil	g	14.5
252	Helium	Air	g	13.5
253	Bromine	Air	g	13.3
254	DOC, Dissolved Organic Carbon	Water	g	12.8
255	Ethene	Air	g	12.1
256	Oils, unspecified	Soil	g	10.2
257	Vanadium	Air	g	9.57
258	Hydrocarbons, aromatic	Water	g	9.19
259	Sulfur	Soil	g	8.73
260	BOD5, Biological Oxygen Demand	Water	g	8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
261	Sulfur trioxide	Water	g	7.98
262	Hexane	Air	g	7.46
263	Hydrocarbons, aromatic	Air	g	6.97
264	Metals, unspecified	Air	g	6.53
265	Hydrogen sulfide	Air	g	6.15
266	Acetic acid	Air	g	5.19
267	Ammonium, ion	Water	g	4.66
268	Titanium	Air	g	4.51
269	Propene	Air	g	4.13
270	Heptane	Air	g	3.55
271	Iodine	Air	g	3.51
272	VOC, volatile organic compounds as C	Water	g	3.44
273	Nickel	Air	g	3.41
274	Uranium, 451 GJ per kg, in ground	Raw	g	3.14
275	Zinc	Air	g	2.92
276	Triethylene glycol	Water	g	2.46
277	Manganese	Air	g	2.29
278	Mineral waste	Waste	g	2.29
279	Methanol	Air	g	2.2
280	Ethanol	Air	g	2.19
281	Nitrite	Water	g	1.96
282	Phenols, unspecified	Water	g	1.95
283	Copper	Air	g	1.89
284	Selenium	Air	g	1.87
285	Silicon	Water	g	1.68
286	Nitrogen, organic bound	Water	g	1.61
287	Phosphorus, total	Air	g	1.57

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
288	Toluene	Water	g	1.48
289	Barium	Air	g	1.45
290	Benzene	Water	g	1.35
291	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Water	g	1.31
292	Lead	Air	g	1.19
293	Zinc, in ground	Raw	g	1.13
294	Mercury	Air	g	1.12
295	Oils, biogenic	Soil	g	1.1
296	Acetaldehyde	Air	g	1.1
297	Acetone	Air	g	1.09
298	Iodide	Water	mg	982
299	Xylene	Water	mg	970
300	Strontium	Air	mg	814
301	Phosphorus	Soil	mg	766
302	Cadmium, ion	Water	mg	729
303	Kjeldahl-N	Water	mg	673
304	Silver, in ground	Raw	mg	618
305	Chromium	Water	mg	593
306	Manganese	Soil	mg	581
307	Butene	Air	mg	532
308	Acids, unspecified	Water	mg	494
309	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Air	mg	470
310	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Air	mg	416
311	Chromium	Air	mg	397
312	Sulfide	Water	mg	396
313	Cobalt	Air	mg	372
314	Tin, in ground	Raw	mg	343

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
315	Ethyne	Air	mg	330
316	Hydrocarbons, unspecified	Water	mg	329
317	Arsenic	Air	mg	312
318	Acenaphthylene	Water	mg	289
319	Cyanide	Water	mg	282
320	Antimony	Water	mg	252
321	Benzene, ethyl-	Water	mg	236
322	Zinc	Soil	mg	231
323	Tin, ion	Water	mg	225
324	Tungsten	Water	mg	223
325	Molybdenum	Air	mg	179
326	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Water	mg	165
327	Methane, tetrafluoro-, FC-14	Air	mg	163
328	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Water	mg	121
329	Propionic acid	Air	mg	111
330	Hydrogen sulfide	Water	mg	111
331	Ruthenium	Water	mg	105
332	Methane, dichloro-, HCC-30	Water	mg	101
333	Tributyltin	Water	mg	89.1
334	Cadmium	Air	mg	87.6
335	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Air	mg	86.3
336	Chromium	Soil	mg	72.7
337	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Air	mg	69.5
338	Antimony	Air	mg	55.5
339	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Water	mg	45
340	Ethane, dichloro-	Air	mg	40.7
341	Aldehydes, unspecified	Air	mg	39.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
342	Tin	Air	mg	34.5
343	Lanthanum	Air	mg	30.6
344	Mercury	Water	mg	28.4
345	Glutaraldehyde	Water	mg	27.4
346	Thorium	Air	mg	22
347	Ethane, dichloro-	Water	mg	20.9
348	Uranium	Air	mg	20.3
349	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Air	mg	18.1
350	Scandium	Air	mg	16.5
351	Beryllium	Air	mg	16.5
352	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Air	mg	15.8
353	Cyanide	Air	mg	15.7
354	Nitrogen	Soil	mg	15.3
355	Phenol	Air	mg	14.2
356	Methane, dichloro-, HCC-30	Air	mg	14.1
357	Chloroform	Water	mg	12.8
358	Hydrocarbons, chlorinated	Water	mg	12.6
359	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Air	mg	11.9
360	Cesium	Water	mg	10.6
361	Chromium VI	Water	mg	9.68
362	Thallium	Air	mg	9.09
363	Silver	Water	mg	8.82
364	Phosphorus compounds, unspecified	Water	mg	8.64
365	Ethene, chloro-	Air	mg	6.62
366	Lead	Soil	mg	6.12
367	Arsenic	Soil	mg	5.81
368	Benzo(a)pyrene	Air	mg	5.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
369	Chlorinated solvents, unspecified	Water	mg	4.61
370	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Air	mg	3.73
371	Beryllium	Water	mg	3.65
372	Ethene, trichloro-	Water	mg	3.49
373	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Air	mg	3.39
374	Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Air	mg	2.13
375	Nickel	Soil	mg	2.01
376	Zirconium	Air	mg	1.72
377	Copper	Soil	mg	1.34
378	Chloroform	Air	mg	1.07
379	t-Butyl methyl ether	Air	mg	1.07
380	Formaldehyde	Water	µg	331
381	Cobalt	Soil	µg	267
382	Cadmium	Soil	µg	244
383	Platinum, in ground	Raw	µg	240
384	Rhodium, in ground	Raw	µg	226
385	Palladium, in ground	Raw	µg	212
386	Phthalate, p-dimethyl-	Water	µg	184
387	Rhenium, in ground	Raw	µg	184
388	t-Butyl methyl ether	Water	µg	107
389	Molybdenum, in ground	Raw	µg	101
390	Cobalt, in ground	Raw	µg	93.7
391	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Water	µg	84.2
392	Hydrocarbons, chlorinated	Air	µg	82
393	Ethene, tetrachloro-	Water	µg	55.2
394	Acrolein	Air	µg	46.2
395	Mercury	Soil	µg	45.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from coal
396	Platinum	Air	µg	34.8
397	Phthalate, p-dibutyl-	Water	µg	29.3
398	Benzaldehyde	Air	µg	15.9
399	Ethene, chloro-	Water	µg	15.7
400	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Water	µg	8.97
401	Benzene, pentachloro-	Air	µg	5.97
402	Benzene, hexachloro-	Air	µg	2.23
403	Phthalate, dioctyl-	Water	µg	1.92
404	Benzene, chloro-	Water	µg	1.73
405	Phenol, pentachloro-	Air	ng	964
406	Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-di	Air	ng	864
407	Ethane, hexachloro-	Water	ng	465
408	Land use II-III	Raw	m2a	216
409	Land use II-III, sea floor	Raw	m2a	17.8
410	Land use II-IV	Raw	m2a	15.7
411	Land use III-IV	Raw	m2a	8.53
412	Land use II-IV, sea floor	Raw	m2a	1.84
413	Land use IV-IV	Raw	cm2a	216
414	Heat, waste	Air	MWh	32.7
415	Heat, waste	Water	MWh	4.56
416	Energy, potential, stock, in barrage water	Raw	GJ	3.45
417	Heat, waste	Soil	MJ	124

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.2 บัญชีรายการสารเข้าและออก กระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา

Method: Eco-indicator 99 (E) V2.1 / Europe EI 99 E/E

Compartment: All compartments

Indicator: Inventory

Category:

Skip unused: No

Relative mode: Non Cut-off: 1%

Analyzing 1E3 kg processing 'acetylene carbon black from naphtha'

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
1	Water, turbine use, unspecified natural origin	Raw	m3	1.35E+05
2	Wood, dry matter	Raw	kg	83.7
3	Air	Raw	tn.lg	2.21
4	Baryte, in ground	Raw	tn.lg	1.37
5	Bauxite, in ground	Raw	kg	16.9
6	Chromium, in ground	Raw	kg	1.6
7	Clay, bentonite, in ground	Raw	kg	111
8	Clay, unspecified, in ground	Raw	kg	247
9	Coal, 18 MJ per kg, in ground	Raw	tn.lg	6.91
10	Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	Raw	tn.lg	5.7
11	Cobalt, in ground	Raw	mg	15.7
12	Copper, in ground	Raw	kg	6.75
13	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	Raw	kg	51.8
14	Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	Raw	m3	2.66E+03
15	Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	Raw	m3	2.17E+04
16	Gravel, in ground	Raw	tn.lg	2.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
17	Iron, in ground	Raw	tn.lg	1.54
18	Lead, in ground	Raw	g	963
19	Manganese, in ground	Raw	g	449
20	Marl, in ground	Raw	tn.lg	1.29
21	Molybdenum, in ground	Raw	mg	810
22	Nickel, in ground	Raw	kg	1.01
23	Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground	Raw	tn.lg	311
24	Palladium, in ground	Raw	g	3.89
25	Platinum, in ground	Raw	g	4.39
26	Rhenium, in ground	Raw	g	3.25
27	Rhodium, in ground	Raw	g	4.14
28	Sand, unspecified, in ground	Raw	kg	606
29	Silver, in ground	Raw	g	996
30	Sodium chloride, in ground	Raw	kg	94.7
31	Tin, in ground	Raw	g	554
32	Uranium, 560 GJ per kg, in ground	Raw	g	393
33	Zinc, in ground	Raw	g	86.1
34	Energy, potential, stock, in barrage water	Raw	MWh	7.14
35	Volume occupied, reservoir	Raw	m3y	560
36	Water, unspecified natural origin/kg	Raw	kton	2.43
37	Land use II-III	Raw	m2a	1.77E+03
38	Land use II-III, sea floor	Raw	m2a	2.21E+04
39	Land use II-IV	Raw	m2a	502
40	Land use II-IV, sea floor	Raw	m2a	2.28E+03
41	Land use III-IV	Raw	m2a	408
42	Land use IV-IV	Raw	m2a	5.64

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
43	Acetaldehyde	Air	g	20.5
44	Acetic acid	Air	g	95.1
45	Acetone	Air	g	20.4
46	Acrolein	Air	mg	9.53
47	Aldehydes, unspecified	Air	mg	314
48	Aluminum	Air	g	335
49	Americium-241	Air	Bq	3.03
50	Ammonia	Air	g	88.4
51	Antimony	Air	mg	281
52	Antimony-124	Air	mBq	44.6
53	Antimony-125	Air	mBq	5.68
54	Argon-41	Air	kBq	353
55	Arsenic	Air	g	14.7
56	Barium	Air	g	5.04
57	Barium-140	Air	mBq	635
58	Benzaldehyde	Air	mg	3.27
59	Benzene	Air	kg	2.49
60	Benzene, ethyl-	Air	g	594
61	Benzene, hexachloro-	Air	µg	22.9
62	Benzene, pentachloro-	Air	µg	61.2
63	Benzo(a)pyrene	Air	mg	198
64	Beryllium	Air	mg	54.5
65	Boron	Air	g	222
66	Bromine	Air	g	23
67	Butane	Air	kg	24.1
68	Butene	Air	g	580

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
69	Cadmium	Air	g	29.7
70	Calcium	Air	g	513
71	Carbon-14	Air	kBq	244
72	Carbon dioxide	Air	tn.lg	204
73	Carbon monoxide	Air	kg	368
74	Cerium-141	Air	mBq	15.1
75	Cerium-144	Air	Bq	32.2
76	Cesium-134	Air	Bq	115
77	Cesium-137	Air	Bq	222
78	Chloroform	Air	mg	14.2
79	Chromium	Air	g	18.8
80	Chromium-51	Air	mBq	572
81	Cobalt	Air	g	32.3
82	Cobalt-57	Air	µBq	279
83	Cobalt-58	Air	Bq	4.62
84	Cobalt-60	Air	Bq	6.87
85	Copper	Air	g	68.3
86	Creosote	Air	kg	15.7
87	Curium-242	Air	µBq	16
88	Curium-244	Air	µBq	145
89	Curium alpha	Air	Bq	4.81
90	Cyanide	Air	mg	516
91	Dinitrogen monoxide	Air	kg	3.48
92	Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p	Air	µg	6.15
93	Ethane	Air	kg	6.31
94	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Air	g	3.29

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
95	Ethane, dichloro-	Air	mg	537
96	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Air	mg	184
97	Ethanol	Air	g	40.8
98	Ethene	Air	kg	1.52
99	Ethene, chloro-	Air	mg	87.4
100	Ethyne	Air	g	1.93
101	Formaldehyde	Air	g	158
102	Heat, waste	Air	TJ	3.06
103	Helium	Air	kg	21.8
104	Heptane	Air	kg	5.69
105	Hexane	Air	kg	12
106	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Air	kg	18.2
107	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Air	g	31.5
108	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Air	kg	6.59
109	Hydrocarbons, aromatic	Air	g	15.4
110	Hydrogen	Air	kg	83.3
111	Hydrogen-3, Tritium	Air	kBq	2.51E+03
112	Hydrogen chloride	Air	kg	4.77
113	Hydrogen fluoride	Air	g	592
114	Hydrogen sulfide	Air	g	159
115	Iodine	Air	g	10.4
116	Iodine-129	Air	Bq	865
117	Iodine-131	Air	Bq	96.1
118	Iodine-133	Air	Bq	53.8
119	Iodine-135	Air	Bq	80.6
120	Iron	Air	g	476

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
121	Iron-59	Air	mBq	6.32
122	Krypton-85	Air	kBq	1.49E+07
123	Krypton-85m	Air	kBq	17.6
124	Krypton-87	Air	kBq	7.88
125	Krypton-88	Air	kBq	703
126	Krypton-89	Air	kBq	5.53
127	Lanthanum	Air	mg	149
128	Lanthanum-140	Air	mBq	402
129	Lead	Air	g	68
130	Lead-210	Air	kBq	2.72
131	Magnesium	Air	g	116
132	Manganese	Air	g	74.5
133	Manganese-54	Air	mBq	165
134	Mercury	Air	g	3.27
135	Methane	Air	tn.lg	1.27
136	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Air	g	123
137	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Air	mg	29.6
138	Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Air	mg	16.8
139	Methane, dichloro-, HCC-30	Air	mg	71.5
140	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Air	mg	26.8
141	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Air	g	2.99
142	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Air	mg	138
143	Methane, tetrafluoro-, FC-14	Air	g	1.65
144	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Air	mg	125
145	Methanol	Air	g	57.4
146	Molybdenum	Air	g	16.5

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
147	Neptunium-237	Air	µBq	159
148	Nickel	Air	g	690
149	Niobium-95	Air	mBq	29.2
150	Nitrogen	Air	tn.lg	1.69
151	Nitrogen oxides	Air	kg	730
152	NMVOC, non-methane volatile organic compound	Air	tn.lg	2.34
153	Noble gases, radioactive, unspecified	Air	kBq	21.1
154	Oxygen	Air	kg	325
155	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Air	g	2.25
156	Particulates, < 10 um (mobile)	Air	kg	5.9
157	Particulates, < 10 um (stationary)	Air	kg	84.9
158	Particulates, > 10 um (process)	Air	kg	25.8
159	Pentane	Air	kg	30.3
160	Phenol	Air	mg	110
161	Phenol, pentachloro-	Air	µg	9.88
162	Phosphorus, total	Air	g	14.3
163	Platinum	Air	mg	9.82
164	Plutonium-238	Air	µBq	361
165	Plutonium-241	Air	Bq	264
166	Plutonium-alpha	Air	Bq	9.61
167	Polonium-210	Air	kBq	4.08
168	Potassium	Air	g	309
169	Potassium-40	Air	Bq	469
170	Promethium-147	Air	Bq	81.7
171	Propane	Air	kg	23.9
172	Propene	Air	kg	1.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
173	Propionic acid	Air	g	1.81
174	Protactinium-234	Air	Bq	96.2
175	Radioactive species, other beta emitters	Air	mBq	20.4
176	Radium-226	Air	kBq	3.44
177	Radium-228	Air	Bq	230
178	Radon-220	Air	kBq	21.5
179	Radon-222	Air	kBq	2.35E+05
180	Ruthenium-103	Air	mBq	1.65
181	Ruthenium-106	Air	Bq	961
182	Scandium	Air	mg	50.3
183	Selenium	Air	g	19
184	Silicon	Air	kg	1.12
185	Silver-110	Air	mBq	163
186	Sodium	Air	g	798
187	Strontium	Air	g	5.04
188	Strontium-89	Air	mBq	289
189	Strontium-90	Air	Bq	159
190	Sulfur oxides	Air	tn.lg	1.27
191	t-Butyl methyl ether	Air	mg	169
192	Technetium-99	Air	mBq	6.73
193	Tellurium-123m	Air	mBq	726
194	Thallium	Air	mg	35.6
195	Thorium	Air	mg	93.7
196	Thorium-228	Air	Bq	195
197	Thorium-230	Air	kBq	1.07
198	Thorium-232	Air	Bq	124

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
199	Thorium-234	Air	Bq	96.2
200	Tin	Air	mg	105
201	Titanium	Air	g	14
202	Toluene	Air	kg	3.54
203	Uranium	Air	mg	103
204	Uranium-234	Air	kBq	1.15
205	Uranium-235	Air	Bq	55.9
206	Uranium-238	Air	kBq	1.49
207	Uranium alpha	Air	kBq	3.45
208	Vanadium	Air	kg	2.57
209	Water	Air	kg	67.2
210	Xenon-131m	Air	kBq	36.4
211	Xenon-133	Air	kBq	1.07E+04
212	Xenon-133m	Air	kBq	5.38
213	Xenon-135	Air	kBq	1.83E+03
214	Xenon-135m	Air	kBq	180
215	Xenon-137	Air	kBq	4.47
216	Xenon-138	Air	kBq	48.9
217	Xylene	Air	kg	2.39
218	Zinc	Air	g	105
219	Zinc-65	Air	mBq	709
220	Zirconium	Air	mg	45.3
221	Zirconium-95	Air	mBq	10.6
222	Radon-222	Air	kBq	2.14E+07
223	Acenaphthylene	Water	g	4.38
224	Acids, unspecified	Water	g	11.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
225	Aluminum	Water	kg	12.4
226	Americium-241	Water	Bq	399
227	Ammonia, as N	Water	kg	26.1
228	Antimony	Water	mg	201
229	Antimony-122	Water	Bq	2
230	Antimony-124	Water	Bq	286
231	Antimony-125	Water	Bq	16.3
232	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Water	g	64.4
233	Arsenic, ion	Water	g	37
234	Barite	Water	kg	275
235	Barium	Water	kg	41.1
236	Barium-140	Water	Bq	2
237	Benzene	Water	kg	2.07
238	Benzene, chloro-	Water	µg	4.82
239	Benzene, ethyl-	Water	g	381
240	Beryllium	Water	mg	13.8
241	BOD5, Biological Oxygen Demand	Water	kg	2.18
242	Boron	Water	g	549
243	Cadmium-109	Water	mBq	11.5
244	Cadmium, ion	Water	g	19.6
245	Calcium, ion	Water	kg	632
246	Carbon-14	Water	kBq	20.2
247	Cerium-141	Water	mBq	298
248	Cerium-144	Water	kBq	9.13
249	Cesium	Water	g	15.9
250	Cesium-134	Water	kBq	20.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
251	Cesium-136	Water	mBq	10.7
252	Cesium-137	Water	kBq	188
253	Chloride	Water	tn.lg	8.54
254	Chlorinated solvents, unspecified	Water	mg	174
255	Chloroform	Water	mg	169
256	Chromium-51	Water	Bq	43.9
257	Chromium VI	Water	mg	15.6
258	Chromium, ion	Water	g	257
259	Cobalt	Water	g	22.6
260	Cobalt-57	Water	Bq	2.05
261	Cobalt-58	Water	kBq	1.73
262	Cobalt-60	Water	kBq	88.3
263	COD, Chemical Oxygen Demand	Water	kg	57.5
264	Copper, ion	Water	g	88.1
265	Curium alpha	Water	Bq	529
266	Cyanide	Water	g	72.6
267	DOC, Dissolved Organic Carbon	Water	g	39.3
268	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Water	µg	759
269	Ethane, dichloro-	Water	mg	276
270	Ethane, hexachloro-	Water	µg	6.13
271	Ethene, chloro-	Water	µg	207
272	Ethene, tetrachloro-	Water	µg	728
273	Ethene, trichloro-	Water	mg	46
274	Fatty acids as C	Water	kg	80.3
275	Fluoride	Water	kg	2.03
276	Formaldehyde	Water	mg	3.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
277	Glutaraldehyde	Water	g	34
278	Heat, waste	Water	MWh	122
279	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Water	kg	2.06
280	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	Water	g	190
281	Hydrocarbons, aromatic	Water	kg	9.48
282	Hydrocarbons, unspecified	Water	g	4.75
283	Hydrogen-3, Tritium	Water	kBq	5.98E+05
284	Hydrogen sulfide	Water	g	3.23
285	Hypochlorite	Water	g	64.3
286	Hypochlorous acid	Water	g	64.3
287	Iodide	Water	kg	1.59
288	Iodine-129	Water	kBq	57.7
289	Iodine-131	Water	Bq	38.2
290	Iodine-133	Water	Bq	9.14
291	Iron	Water	kg	19.2
292	Iron-59	Water	mBq	35.4
293	Lanthanum-140	Water	mBq	414
294	Lead	Water	g	111
295	Lead-210	Water	kBq	1.17
296	Magnesium	Water	kg	36.1
297	Manganese	Water	kg	1.19
298	Manganese-54	Water	kBq	13.5
299	Mercury	Water	mg	274
300	Methane, dichloro-, HCC-30	Water	g	127
301	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Water	mg	1.11
302	Molybdenum	Water	g	50.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
303	Molybdenum-99	Water	mBq	140
304	Neptunium-237	Water	Bq	25.5
305	Nickel, ion	Water	g	105
306	Niobium-95	Water	Bq	1.13
307	Nitrate	Water	kg	11.1
308	Nitrite	Water	g	16.5
309	Nitrogen, organic bound	Water	kg	5.57
310	Nitrogen, total	Water	kg	34.6
311	Oils, unspecified	Water	kg	292
312	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Water	g	206
313	Phenols, unspecified	Water	kg	1.97
314	Phosphate	Water	g	875
315	Phosphorus compounds, unspecified	Water	g	7.74
316	Phthalate, dioctyl-	Water	µg	30.2
317	Phthalate, p-dibutyl-	Water	µg	444
318	Phthalate, p-dimethyl-	Water	mg	2.79
319	Plutonium-241	Water	kBq	39.4
320	Plutonium-alpha	Water	kBq	1.59
321	Polonium-210	Water	kBq	1.17
322	Potassium	Water	kg	82.2
323	Potassium-40	Water	kBq	1.47
324	Protactinium-234	Water	kBq	1.78
325	Radioactive species, alpha emitters	Water	mBq	132
326	Radioactive species, from fission and activation	Water	kBq	1.19
327	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Water	mBq	863
328	Radium-224	Water	kBq	793

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
329	Radium-226	Water	kBq	8.93E+03
330	Radium-228	Water	kBq	1.59E+03
331	Ruthenium	Water	g	159
332	Ruthenium-103	Water	mBq	669
333	Ruthenium-106	Water	kBq	96.1
334	Salts, unspecified	Water	kg	21
335	Selenium	Water	g	70.5
336	Silicon	Water	g	142
337	Silver	Water	g	9.62
338	Silver-110	Water	kBq	1.11
339	Sodium-24	Water	Bq	61.5
340	Sodium, ion	Water	tn.lg	5.12
341	Solved substances	Water	kg	4.69
342	Strontium	Water	kg	96.3
343	Strontium-89	Water	Bq	4.52
344	Strontium-90	Water	kBq	19.2
345	Sulfate	Water	kg	413
346	Sulfide	Water	g	519
347	Sulfur trioxide	Water	g	8.82
348	t-Butyl methyl ether	Water	mg	13.9
349	Technetium-99	Water	kBq	10.1
350	Technetium-99m	Water	mBq	941
351	Tellurium-123m	Water	mBq	84.2
352	Tellurium-132	Water	mBq	34.5
353	Thorium-228	Water	kBq	3.17E+03
354	Thorium-230	Water	kBq	279

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

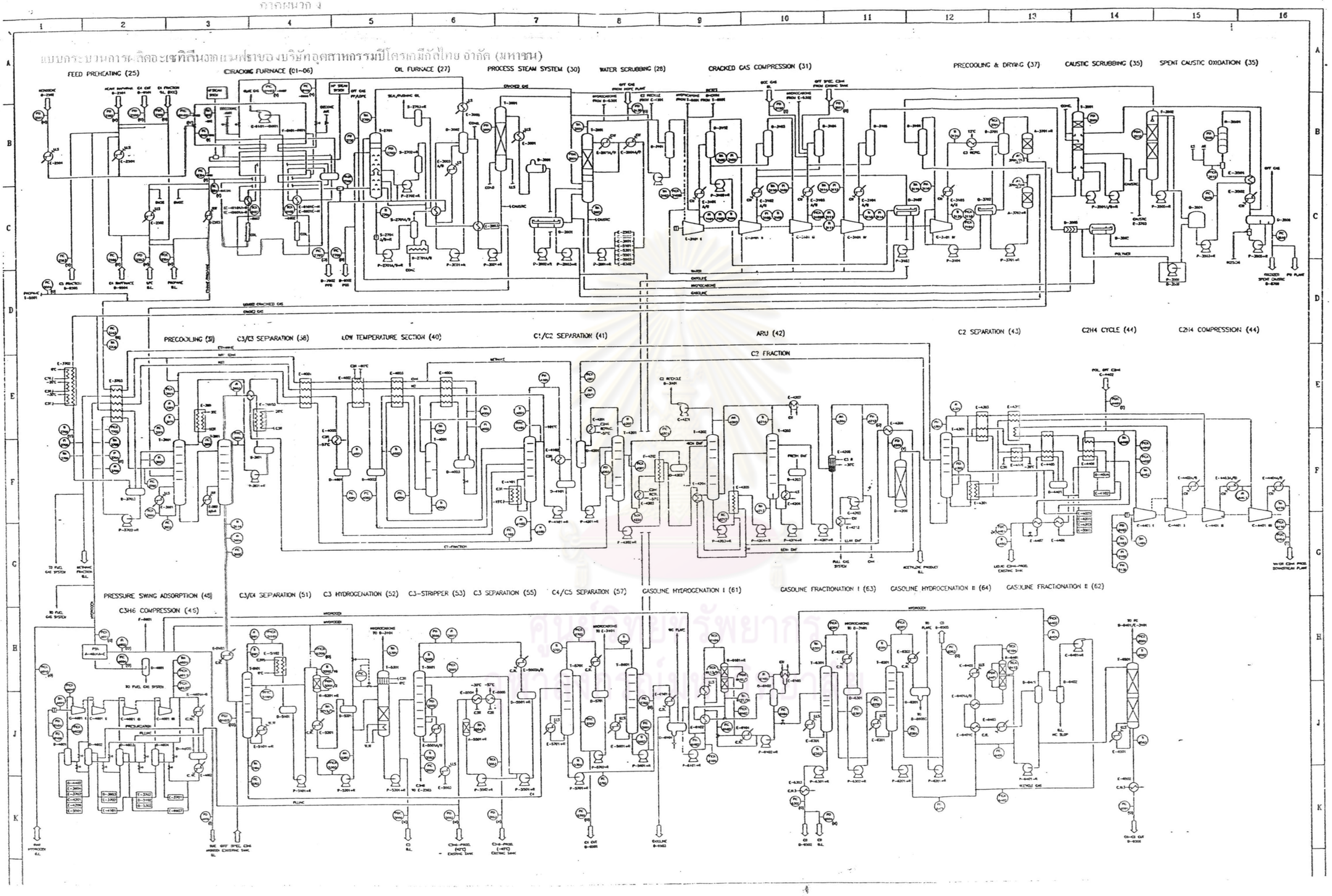
No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
355	Thorium-232	Water	Bq	275
356	Thorium-234	Water	kBq	1.8
357	Tin, ion	Water	mg	77.3
358	Titanium, ion	Water	g	676
359	TOC, Total Organic Carbon	Water	kg	241
360	Toluene	Water	kg	1.72
361	Tributyltin	Water	g	13.8
362	Triethylene glycol	Water	g	39.3
363	Tungsten	Water	mg	360
364	Undissolved substances	Water	kg	855
365	Uranium-234	Water	kBq	2.38
366	Uranium-235	Water	kBq	3.55
367	Uranium-238	Water	kBq	6.04
368	Uranium alpha	Water	kBq	116
369	Vanadium, ion	Water	g	72.3
370	VOC, volatile organic compounds as C	Water	kg	5.55
371	Xylene	Water	kg	1.49
372	Yttrium-90	Water	mBq	231
373	Zinc-65	Water	Bq	130
374	Zinc, ion	Water	g	516
375	Zirconium-95	Water	Bq	817
376	Aluminum	Soil	kg	18.2
377	Heat, waste	Soil	GJ	1.23
378	Nitrogen	Soil	g	16.8
379	Oils, biogenic	Soil	g	1.32
380	Arsenic	Soil	g	7.29

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Substance	Compartment	Unit	acetylene carbon black from naphtha
381	Cadmium	Soil	mg	313
382	Calcium	Soil	kg	72.9
383	Carbon	Soil	kg	56.5
384	Chromium	Soil	g	91.1
385	Cobalt	Soil	mg	432
386	Copper	Soil	g	2.16
387	Iron	Soil	kg	36.5
388	Lead	Soil	g	9.85
389	Manganese	Soil	g	729
390	Mercury	Soil	mg	59.4
391	Nickel	Soil	g	3.24
392	Oils, unspecified	Soil	kg	13.7
393	Phosphorus	Soil	g	932
394	Sulfur	Soil	kg	10.9
395	Zinc	Soil	g	295

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
แบบกระบวนการผลิตอะซิทิลีนของแผนกปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)



ภาคผนวก จ

จ.1

Total operating cost of TPI Acetylene black product.

ค่าใช้ใช้จ่ายในการผลิตของการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค
ตวอย่างการคำนวณต้นทุนรวม ข้อมูลดังต่อไปนี้

Total operating cost of TPI Acetylene black is considered from the feed and utiliti consumption, packaging, chemical, laboratory, spare part, maintenance, handling, delivery, man hour and venefit. The details of the acetylene price which is based on one year in operation are ;

1. Feed and utilities cost	33.35	Baht/kg
2. Packing	9.76	Baht/kg
3. Chemical + glassware (for lab.)	0.02	Baht/kg
4. Maintenance (Mat'l as bearing, packing, etc.)	7.14	Baht/kg
5. Warehouse	0.58	Baht/kg
6. Shipping	0.50	Baht/kg
7. Transportation from Rayong to Bangkok		
Case 1. By loose bag	1.25	Baht/kg
Case 2. By pallet 1 story	3.75	Baht/kg
Case 3. By pallet 2 stories	1.87	Baht/kg
8. Man-hours	8.25	Baht/kg
9. Depreciation	1.11	Baht/kg
10. Total operating cost		
Case 1. By loose bag	59.74	Baht/kg
Case 2. By pallet 1 story	62.24	Baht/kg
Case 3. By pallet 2 stories	60.36	Baht/kg

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.1(ต่อ)

Details of operating cost

Based on production	1000 ton/year		
1. Acetylene gas	=	1.35 x 1,000	
Material Transfer Price for January 14-20,2006	=	1,350.00	ton/year
,(Acetylene)	=	606.83	US dollar/ton
Total feed cost	=	1,350 x 125 x 39.55	
	=	32,400,000.00	Baht/year
2. Utilities cost			
2.1 Cooling water	=	334 x 1,000	
	=	334,000.00	ton/year
Cooling cost	=	334,000 x .33	
	=	110,220.00	Baht/year
2.2 Electricity	=	580 x 1,000	
	=	580,000.00	kwh/year
Electricity cost	=	580,000 x 1.4	
	=	812,000.00	Baht/year
2.3 Nitrogen	=	18,000.00	
Nitrogen cost	=	18,000 x 1.03	
	=	18,540.00	Baht/year
2.4 Instrument air	=	40 x 1,000	
	=	40,000.00	Nm^3/year
Instrument air cost	=	40,000 x 0.27	
	=	10,834.93	Baht/year
Total utilities cost	=	951,594.93	Baht/year
3. Total feed and utilities cost	=	33,351,594.93	Baht/year
4. Packing cost			
Bag cost	=	25.00	Baht/5 kgs
	=	5,000,000.00	Baht/year
Pallet cost	=	460.00	Baht/125 kgs
	=	3,680,000.00	Baht/year
Wrapped film	=	820.00	Baht/1,250 kgs
		656,000.00	Baht/year
Forklift hire purchase	=	35,000.00	Baht/month
	=	420,000	Baht/year
Total packing cost	=	9,756,000	Baht/year

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.1(ต่อ)

Details of operating cost

Based on production 1,000 ton/year.			
5. Chemical and glassware for lab.	=	39,000.00	Baht/2,000 ton
	=	19,500.00	Baht/year
6. Maintenance			
Spare parts for maintenance such as	=	583,333.33	Baht/month
bearing, packing, lube oil, etc.)	=	7,000,000.00	Baht/year
Main equipment spare parts (2 years)	=	540,000.00	Baht/2,000 ton
	=	135,000.00	Baht/year
Total maintenance cost	=	7,135,000.00	Baht/year
7. Warehouse	=	73.00	Baht/pallet
	=	584,000.00	Baht/year
8. Shipping	=	73.00	Baht/pallet
Sub-contractor	=	0.10	Baht/kg
	=	100,000.00	Baht/year
Shipping staff	=	0.40	Baht/kg
	=	400,000.00	Baht/year
Total shipping cost	=	500,000.00	Baht/year
9. Transportation from Rayong to Bangkok			
Case 1. By loose bag	=	1.25	Baht/kgs
	=	1,250,000.00	Baht/year
Case 2. By pallet 1 story	=	3.75	Baht/kgs
	=	3,750,000.00	Baht/year
Case 3. By pallet 2 stories	=	1.87	Baht/kgs
	=	1,870,000.00	Baht/year
10 Depreciation	=	540,000.00	Baht/2,000 ton
Main equpment + engineering fee	=	16,065,000.00	Baht/2,000 ton
Depreciation (10 years)	=	803,250.00	Baht/year
Lab. Equipments	=	2,176,000.00	Baht/2,000 ton
Depreciation (20 years)	=	54,400.00	Baht/year
Bagging machine	=	5,000,000.00	Baht/2,000 ton
Depreciation (10 years)	=	250,000.00	Baht/year

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.1(ต่อ)

11. Details of man-hours

Section manager	70,000	Baht/month
Supervisor	40,000	Baht/month
Asst.Supervisor	28,000	Baht/month
Engineer	22,000	Baht/month
Boardman	22,000	Baht/month
Shift chemist	22,000	Baht/month
Chief operator	35,000	Baht/month
Lab. Tech/Operator	9,000	Baht/month
Folklift	9,000	Baht/month
Sub-contractor	7,500	Baht/month

Section	**Qt'y**	**Total man-hours**	
11.1 OPT			
Section manager 20%	1	168,000	Baht/year
Supervisor 20%	4	384,000	Baht/year
Asst.Supervisor	1	336,000	Baht/year
Boradman	4	1,056,000	Baht/year
Chief operator 20%	4	336,000	Baht/year
Operator	8	3,360,000	Baht/year
Folklift	1	108,000	Baht/year
Sub-contractor for bagging	6	540,000	Baht/year
Total	29	6,288,000	Baht/year
11.2 Maintenace			
Section manager 20%	1	168,000	Baht/year
Supervisor 20%	1	96,000	Baht/year
Engineer 20%	1	52,800	Baht/year
Technician 50%	2	108,000	Baht/year
Total	5	424,800	Baht/year
11.3 Quality control			
Section manager 20%	1	168,000	Baht/year
Supervisor 20%	1	96,000	Baht/year
Shift chemist 20%	4	211,200	Baht/year
Lab. Tech.	4	432,000	Baht/year
Total	10	907,200	Baht/year

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.1(ต่อ)

11.4 Process engineering			
Section manager 20%	1	168,000	Baht/year
Supervisor 20%	1	96,000	Baht/year
Engineer 20%	1	52,800	Baht/year
Total	3	316,800	Baht/year
11.5 Production control			
Section manager 20%	1	168,000	Baht/year
Supervisor 20%	1	96,000	Baht/year
Engineer 20%	1	52,800	Baht/year
Total	3	316,800	Baht/year
Total man-hours	50	8,253,600	Baht/year

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MANUFACTURING COST OF PRODUCTIONS
ETP PLANT - ACTUAL QTY. / ACTUAL COST
VARIABLE COSTING - LIFO METHOD
FOR THE PERIODS OF JANUARY - JANUARY 2006

Total Cost of Fresh Intake :

	MT	@	Bht.
NAPHTHA	89,927.461	20,634.40	1,855,598,914.83
EE Rich Gas	3,151.190	15,693.11	49,451,980.00
LPG	-	-	-
OFF GAS	736.785	26,435.05	19,476,946.02
Total Cost of Intake	93,815.436		1,924,527,840.86

Total Cost of Utilities :

		UM	@	Bht.
Power	Kwh	3,856,101	1.40	5,379,664.79
Steam 115 Barg.	MT	-	-	-
Steam 45 Barg.	MT	49,715.000	1,161.98	57,767,770.72
Steam 14 Barg.	MT	18,468.000	1,086.87	20,072,359.53
Boiler Feed Water	M3	178,451	2.27	404,281.38
Cooling Water	M3	16,975,750	0.33	5,556,697.68
Potable Water	M3	60,839	1.72	104,665.49
Nitrogen	Nm3	343,923	1.03	353,546.84
Instrument Air	Nm3	520,429	0.27	140,970.26
Plant Air	Nm3	1,327,175	0.18	244,504.94
Waste Water Treatment	M3	-	-	-
Incinerator	KG.	-	-	-
				90,024,461.63

Figures from Utilities Plant

UM	@	Bht.	Diff (Bht.)
3,831,665.000	1.40	5,345,574.02	(34,090.78)
-	-	-	-
49,715.000	1,161.98	57,767,770.72	-
18,468.000	1,086.87	20,072,359.53	-
178,451.000	2.27	404,281.38	-
16,975,750.000	0.33	5,556,697.68	-
61,274.640	1.72	105,414.95	749.46
367,851.530	1.03	378,144.95	24,598.11
520,429.000	0.27	140,970.26	-
1,414,875.130	0.18	260,661.90	16,156.96
40,393.000	1.92	77,506.89	77,506.89
210.000	25.91	5,441.56	5,441.56
		90,114,823.82	90,362.20

Total Cost of Supplies & Chemical :

		UM	@	Bht.
PETROFLO OS16	Kgs.	1,686.000	229.52	386,976.19
PETROFLO 21Y21	Kgs.	361.000	178.07	64,282.70
PETROFLO 20Y18	Kgs.	839.000	110.09	92,369.10
MCP 5070	Kgs.	2,853.000	112.81	321,839.98
EC 3214A	Kgs.	1,702.000	271.34	461,818.74
EC 3013A	Kgs.	158.000	410.72	64,894.16
EC 3315A	Kgs.	1,339.000	291.20	389,917.69
EC 3144A	Kgs.	1,082.000	577.32	624,658.39
EC 1044A	Kgs.	2,290.000	124.14	284,270.34
NALCO 7569	Kgs.	927.000	442.87	410,544.08
BETZ 20Y55	Kgs.	-	-	-
MeOH	Kgs.	-	-	-
DMDS(D-8504) + DMDS(D-8506)	Kgs.	-	-	-
DMF	Kgs.	-	-	-
NH3	Kgs.	-	-	-
NaOH (50%)	Kgs.	110,455.000	7.10	784,255.39
H2SO4 (98%)	Kgs.	-	-	-
KEROBIT BPD.	Kgs.	-	-	-
Betz 20Y3	Kgs.	379.000	331.75	125,734.97
Betz OS16	Kgs.	55.000	227.33	12,503.35
PETROFLO 20Y98	Kgs.	232.000	374.18	86,810.00
DMF	Kgs.	29,740.000	31.26	929,527.21
FURFURAL	Kgs.	3,741.000	53.06	198,504.65
PETROFLO 22Y4204	Kgs.	-	-	-
SODIUM NITRITE	Kgs.	137.500	17.72	2,436.81
TBC	Kgs.	1,550.000	153.00	237,156.69
TOLUENE	Kgs.	6,127.000	24.19	148,235.60
DEHA	Kgs.	104.500	232.11	24,255.48
EC-3071A	Kgs.	298.000	265.01	78,971.63
BETZ 20Y114	Kgs.	647.000	220.57	142,710.36
EC-3062A	Kgs.	594.000	153.73	91,314.21
EC-3353A	Kgs.	4,487.000	259.86	1,165,998.23
EC-9072A	Kgs.	160.000	455.84	72,934.64
GE-Betz DM 20066	Kgs.	-	-	-
C10+ AROMATIC	Kgs.	-	-	-
				7,202,920.60

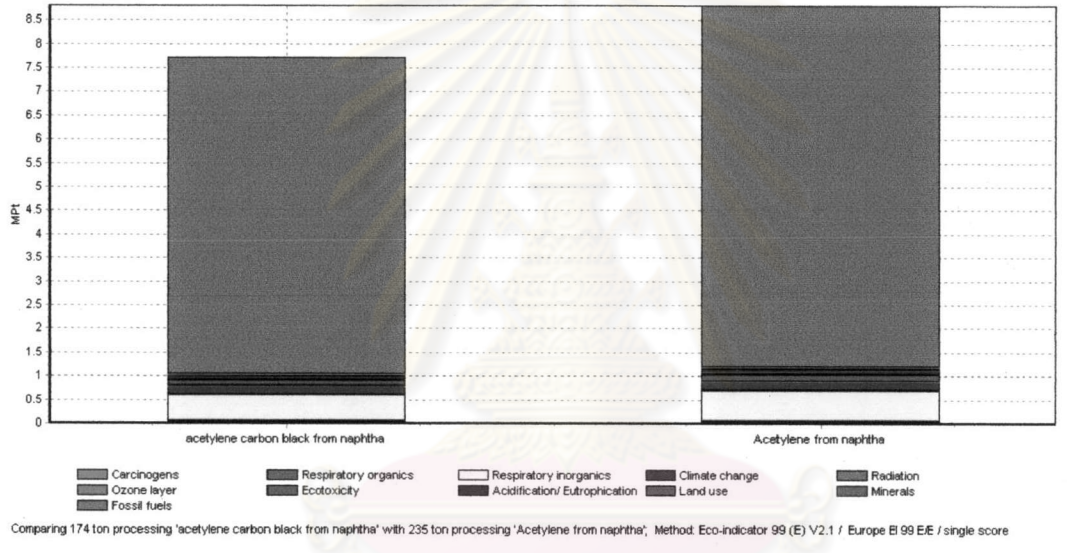
Total Manufacturing Cost of Output :

	Bht.
Total Cost of Intake	1,924,527,840.86
Total Cost of Utilities	90,024,461.63
Total Cost of Chemical & Catalyst	7,202,920.60
Total Cost of Fixed Operating Expenses	-
Total Manufacturing Cost of Output	2,021,755,223.08

ภาคผนวก ฉ

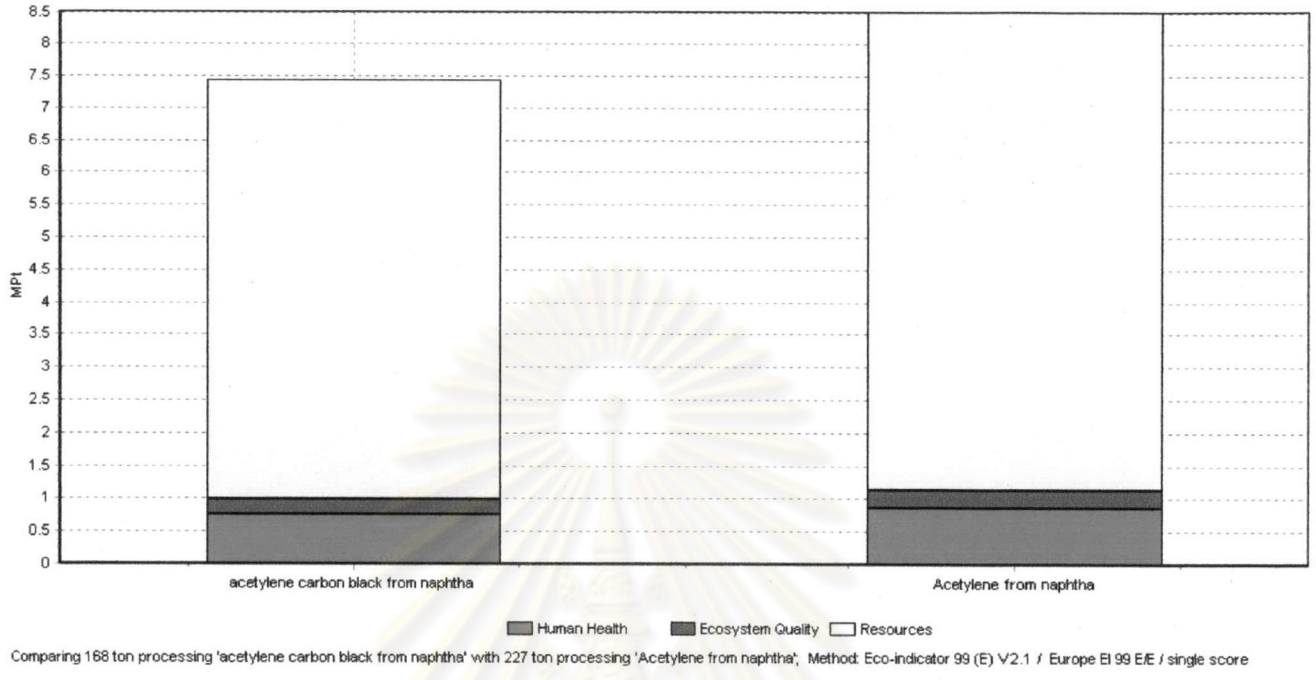
การประยุกต์ในเชิงอุตสาหกรรม

สำหรับประยุกต์ในเชิงอุตสาหกรรม จากการตรวจสอบหาค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยการเก็บข้อมูลการผลิตตั้งแต่เดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2548 ซึ่งความแตกต่างของกราฟแท่ง 2 แท่ง เป็นค่าที่แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโรงผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คมีหน่วยเป็น (Kpt) แสดงได้ดังรูป



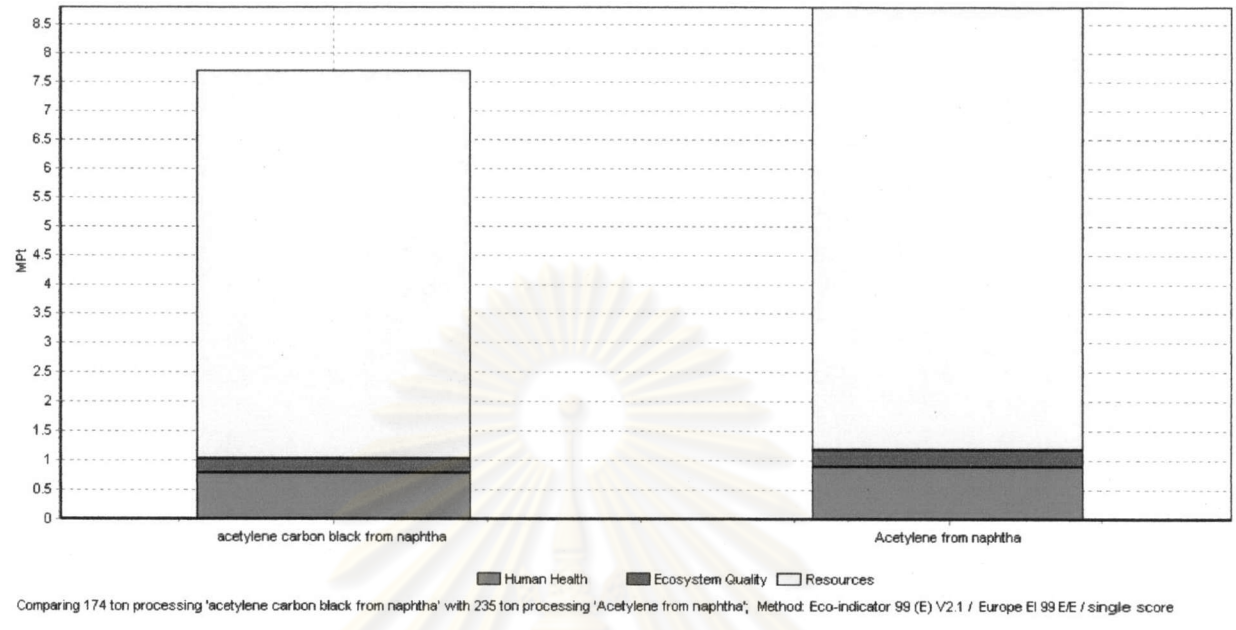
รูปที่ 22 แสดงการตรวจสิ่งแวดล้อมของโรงงานในเดือนสิงหาคมด้วยแบบจำลองอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม SimaPro 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 23 แสดงการตรวจสิ่งแวดล้อมของโรงงานในเดือนกันยายนด้วยแบบจำลองอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม SimaPro 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 24 แสดงการตรวจสิ่งแวดล้อมของโรงงานในเดือนตุลาคมด้วยแบบจำลองอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม SimaPro 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

การเปรียบเทียบผลกระทบของสิ่งแวดล้อมระหว่างกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินกับแนฟธา

อัตราการผลิต(ตัน/เดือน)	เดือน	ค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EI)อะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน(Mpt)	ค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EI)อะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา(Mpt)
181.16	ม.ค.	0.340	8
175.90	ก.พ.	0.330	7.700
172.32	มี.ค.	0.325	7.600
193.00	เม.ย.	0.370	8.55
145.42	พ.ค.	0.275	6.350

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างการคำนวณ

ซ.1 ตัวอย่างการทำสมดุลมวลสารการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์

วัสดุดิบที่ใช้

แคลเซียมคาร์ไบด์ผลิตจากปูนขาวที่เรียกว่า Quicklime และ ถ่านหิน(คาร์บอน)ที่อุณหภูมิ 2100 °C โดยการใช้ เตาเผาชนิดให้ความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้า(electric arc furnace)

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO \qquad (1)$$

ในการผลิตนั้นจะมีสิ่งเจือปนต่างๆในปูนขาว(Quicklime)ซึ่งแต่ละแหล่งของการผลิตจะมีปริมาณสิ่งจือปนไม่เท่ากัน

ปูนเขา(Quicklime)

ปูนขาว(Quicklime)เกิดจากการเผาLimestone โดยเรียกในอีกชื่อหนึ่งก็คือ Lime ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

$CaCO_3$: 75 ถึง 98 % โดยน้ำหนัก

$MgCO_3$: มากกว่า 5 % โดยน้ำหนัก

SiO_2 : มากกว่า 10% โดยน้ำหนัก

Fe_2O_3 : มากกว่า 4% โดยน้ำหนัก

Al_2O_3 : มากกว่า 4 % โดยน้ำหนัก

หินปูน(Limestone)ที่มี $CaCO_3$ เป็นองค์ประกอบน้อยกว่า 75 % จะไม่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต และในกรณีที่ต้องซื้อวัตถุดิบ ผู้ผลิตจะเลือกวัตถุดิบที่มี $CaCO_3$ มากกว่า 90 % ซึ่งจะทำให้สามารถผลิตคาร์ไบด์ได้มาก

คาร์บอน(Coal)

เป็นของผสมระหว่าง Charcoal และ Petroleum Coke ส่วนการพิจารณาอัตราส่วนผสมของผู้ผลิตนั้นมีหลากหลายสูตร แต่ผู้ผลิตจะไม่ใช้ โค้กแบบแข็ง(Hard coke)
สามารถพิจารณาองค์ประกอบของ Charcoal และ Petroleum coke ได้ดังนี้

Charcoal

คาร์บอนคงที่ (Fixed carbon) : 65 ถึง 75 % โดยน้ำหนัก
ความชื้น (Moisture) : 5 ถึง 30% โดยน้ำหนัก
เถ้า(Ash) : มากกว่า 10 % โดยน้ำหนัก
สารระเหยง่าย (Volatiles) : 5 ถึง 30% โดยน้ำหนัก
ฟอซ-ฟรัซ(Phosphorous) : 0.02 ถึง 0.1 % โดยน้ำหนัก

Petroleum Coke

คาร์บอนคงที่(Fixed carbon) : 85 ถัง 95% โดยน้ำหนัก
เถ้า(Ash) : 0.2 ถึง 2 % โดยน้ำหนัก
ฟอซ-ฟรัซ(Phosphorous) : 0.01 ถึง 0.1 % โดยน้ำหนัก
สารระเหยง่าย(Volatiles) : 5 ถึง 12 % โดยน้ำหนัก
ซัลเฟอร์(Sulfur) : เล็กน้อย

ปฏิกิริยาทางเคมี

ภายในเตาเผามีอุณหภูมิ 2100 °C ทุกสารที่เข้ามีปูนขาวเป็นส่วนผสมปฏิกิริยาที่เกิดจะแยกโลหะและก่อให้เข้ารูปดังสมการ

$Fe_2 + 3C = 2\,Fe + 3CO$ (2)
159.8 111.6

$SiO_2 + 2C = Si + 2CO$ (3)
100 54

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$Al_2O_3 + 3C = 2Al + 3CO$ (4)

102 54

$MgO + C = Mg + CO$ (5)

40.3 24.3

ในการเกิดปฏิกิริยาการเผานั้นจะมีสารเจือปนอื่นที่ไม่ต้องการในปูนขาว(lime)หรือหินปูน (limestone) ทำให้สิ่งที่ออกจากเตาเผาปูนขาวจะประกอบไปด้วยปูนขาวที่ไม่ถูกเผาอยู่ในช่วง 5 ถึง 20 % และมีอนุภาคเบาและเล็กๆปนออกมาอยู่ในช่วง 10 ถึง 30 % ขึ้นอยู่กับชนิดของหินปูนและดีกรีของปูนขาวธรรมดา(ที่เอาน้ำประกอบปูนแห้) สำหรับการศึกษาเราได้พิจารณาอนุภาคเบาที่ปนอยู่ในปูนขาวคือ $Ca(OH)_2$ ทำให้เราได้สมการเพิ่มอีก 2 สมการจากอนุภาคเบาและจากปูนเขาที่ไม่ถูกเผา

$$Ca(OH)_2 = CaO + H_2O \quad (6)$$

$$CaCO_3 + C = CaO + 2CO \quad (7)$$

ทุกสมการที่กล่าวมานี้ได้ครอบคลุมคาร์บอนและปฏิกิริยาข้างเคียง ของเถ้าในถ่านหินที่ถูกเผาให้ไหม้แล้ว(charcoal) และปิโตรเลียมโค้กซึ่งล้วนก่อให้เกิดคาร์ไบด์และยังมีสมการของสารระเหยง่ายที่อยู่ในก๊าซและความชื้นที่อยู่ในคาร์บอน(ภายในเตาเผา)

$$H_2O + C = CO + H_2 \quad (8)$$

ส่วนธาตุฟอซ-ฟรัซที่เกิดจาก ก๊าซ ฟอสพีน(Phosphene) และซัลเฟอร์ที่ออกมากับคาร์ไบด์นั้นเป็นค่าที่จะระมัดระวังให้เกิดน้อยมากเพราะค่าตัวนี้จะถูกใช้พิจารณาในการซื้อของผู้ใช้ ดั้งนั้นผู้วิจัยจึงไม่พิจารณาข้อมูลดังกล่าว

ดุลมวลสาร

จากที่ทราบว่าทุกมวลสารมีองค์ประกอบของปูนขาวกรณีที่เราเริ่มคำนวนโดยกำหนด 100 กิโลกรัมของปูนขาวเราสามารถแสดงองค์ประกอบของสารตั้งต้นได้ดังนี้

ปูนขาว

CaO 83 %

$CaCO_3$ ที่ไม่ถูกเผา 10 %

MgO 2%

SiO_2	4%
Fe_2O_3	0.05%
Al_2O_3	0.05
Fines as $Ca(OH)_2$	20%

ถ่านหินที่ถูกเผา (Charcoal)

ความชื้น	5%
สารระเหยง่าย	20%
เถ้า	7%
คาร์บอนคงที่	68%
ธาตุฟอซ-ฟรัซ	0.068%

ปิโตรเลียมโค้ก

สารระเหยง่าย	9.5 %
เถ้า	20 %
คาร์บอนคงที่	7 %
ธาตฟอซ-ฟรัซ	0.02%

สำหรับการปฏิกิริยารีดักชั่นและปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบสมบูรณ์มิได้นำมาพิจารณาในส่วนนี้ และจากสมมุติฐานเราได้ทำการให้ค่าเปอร์เซนของปฏิกิริยารีดักชันดังนี้

Oxide :	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO
%Reduction	85	85	85	85	100

การคำนวณ

100 กิโลกรัมของปูนขาวทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

$Ca(OH)_2$	20	กิโลกรัม
$CaCO_3$	8	กิโลกรัม
CaO	66.4	กิโลกรัม
MgO	1.6	กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SiO_2	3.2	กิโลกรัม
Al_2O_3	0.4	กิโลกรัม
Fe_2O_3	0.4	กิโลกรัม

ปฏิกิริยาที่ (7) ได้ $CaCO_3 + C \rightarrow CaO + 2CO$

เกิด CaO = $\frac{56}{100} \times 8 = 4.48$ กิโลกรัม

ใช้ C = $\frac{12}{100} \times 8 = 0.96$ กิโลกรัม

เช่นเดียวกันพิจารณาปฏิกิริยาที่ (6)

เกิด CaO = 15.15 กิโลกรัม

เกิด H_2O = 4.85 กิโลกรัม

เพราะฉะนั้นมี

ยอดรวมของ CaO ต่อ 100 กิโลกรัม ของปูนขาว = 86.03 กิโลกรัม

ในทำนองเดียวกัน ปฏิกิริยาที่(1) ให้

เกิด CaC_2	=	83.5	กิโลกรัม
ใช้ คาร์บอน	=	47.5	กิโลกรัม
เหลือปูนขาว(Free lime)	=	13.0	กิโลกรัม

ในทำนองเดียวกัน ปฏิกิริยาที่2 ให้

เกิด Fe	=	0.237	กิโลกรัม
ใช้ คาร์บอน	=	0.0765	กิโลกรัม
เหลือ (Free Fe_2O_3)	=	0.06	กิโลกรัม

ในทำนองเดียวกัน ปฏิกิริยาที่ (3) ให้

เกิด Si	=	1.27	กิโลกรัม
ใช้ คาร์บอน	=	10.9	กิโลกรัม
เหลือ(Free SiO_2)	=	0.48	กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในทำนองเดียวกัน ปฏิกิริยาที่ (4) ให้

เกิด Al	=	0.18	กิโลกรัม
ใช้ C	=	1.09	กิโลกรัม

ในทำนองเดียวกันปฏิกิริยาที่ (5)ให้

เกิด Mg	=	0.0965	กิโลกรัม
ใช้ C	=	0.476	กิโลกรัม

ยอดรวมคาร์บอนที่ใช้จากสมการข้างต้นคือ 50.2225 กิโลกรัม

และอีกในหนึ่งยังมีคาร์บอนบางส่วนที่สูญเสียได้สามารถพิจารณาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. พิจารณาจากปฏิกิริยาที่ (8)
2. คาร์บอนบางส่วนหลุดลอดออกจากเตาเผา
3. พิจารณาบนฐานการเผาคาร์บอนส่วนที่เหลือด้วยความร้อนที่มากเกินพอ

การสูญเสียที่พบในอุตสาหกรรมจริงอยู่ในช่วง 10 % ถึง 12 %หรือสามารถสูญเสียไปประมาณ 11 % เพราะเหตุนี้ทำให้มีความต้องการใช้ คาร์บอนมากกว่า 50.2225 กิโลกรัมซึ่งส่งผลดังนี้

คาร์บอนคงที่ ต้องใช้จริง = 1.11×50.225

$= 56$ กิโลกรัม

จะเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนและง่ายที่จะพิจารณาให้คาร์บอนคงที่มาจากการผสมของถ่านหินที่ถูกเผากับปิโตรเลียมโค้ก โดยให้อัตราส่วน ถ่านหินที่ถูกเผา(Charcoal) กับปิโตรเลียมโค้ก คือ 80 : 20

ได้ว่าต้องที่จะทำดังรายการต่อไปนี้

การป้อนถ่านหินที่ถูกเผา = 65 กิโลกรัม

ปิโตรเลียมโค้ก = 13 กิโลกรัม

ด้วยเหตุนี้ปริมาณความชื้นรวมในปูนขาวและถ่านหินที่ถูกเผา $= 4.85+0.05 \times 65$

$= 8.1$ กิโลกรัม

เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาที่(8)

ใช้คาร์บอน = 5.4 กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

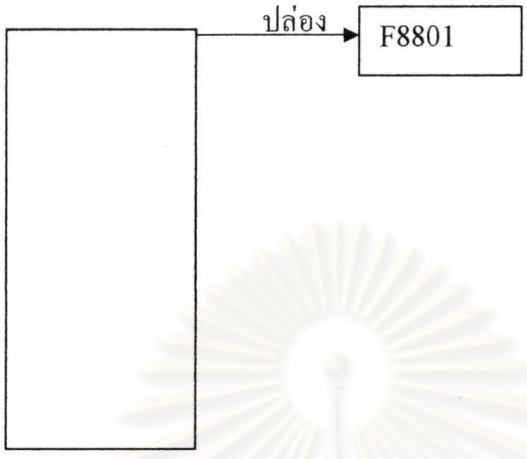
ถ้าคาร์บอนสูญเสียจากสาเหตุที่ 2 และสาเหตุที่ 3 ซึ่งกล่าวมาขั้นต้นแล้ว พบว่า 50% ของคาร์บอนเป็นคาร์บอนที่ไม่ทำปฏิกิริยานั้นทำให้เราทราบต่อไปว่าจะมีคาร์บอนที่เหลือออกมากับคาร์ไบด์ 0.187 กิโลกรัม

ก๊าซจะออกทางยอดของเตาเผาทำให้สามารถบันทึกข้อมูลสำหรับใช้ดุลมวลสารได้ดังนี้

CO (g)	=	57.483	กิโลกรัม
H_2(g)	=	0.90	กิโลกรัม
สารระเหยง่าย	=	14.235	กิโลกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซ.2 ตัวอย่างผลการคำนวณของเสียที่ออกจากปล่องกระบวนการผลิตก๊าซอะเซทิลีนจากแนฟธา



พิจารณา การผลิต 8000 ชั่วโมง

ข้อมูลที่ปล่อง F8801

ที่หัวเผา

CO 100 mg/Nm^3 x 330 Nm^3/hr x 8000 hr/year = 264 kg/year

NO_x 200 mg/Nm_3 x 330 Nm^3/hr x 8000 hr/year = 528 kg/year

HC's 100 mg/Nm^3 x 330 Nm^3/hr x 8000 hr/year = 264 kg/year

กรณีระบบเปลี่ยนแปลง

CO 100 mg/Nm^3 x 2.31 x106 Nm^3/h x 0.5 hr/year = 115.5 kg/year

NO_x 200 mg/Nm^3 x 2.31x106 Nm^3/hr x 0.5 hr/year = 231 kg/year

HC's 19,500 mg/Nm^3 x 2.31x106 Nm^3/hr x 0.5 hr/year = 22.5225x10^3 kg/year

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฌ

ตัวอย่างข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการผลิตอะซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

โดยเริ่ม เก็บข้อมูลกำลังการผลิต ต่างๆของกระบวนการผลิตอะซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วย : เครื่องอัดและเครื่องเป่าอากาศทุกตัว อุปกรณ์เสริมในหอทำน้ำเย็น (Cooling Tower) ปั๊มทุกประเภท อุปกรณ์เสริมต่างๆ โดยคูณจำนวนอุปกรณ์ด้วยค่ากำลังไฟฟ้าของแต่ละตัว

Monthly	Electricity	ACB prod.	% Load		% Time	
	(KWH)	(Ton)	Line 1	Line 2	Line 1	Line 2
1	45582	181.16	96.54	99.18	83.93	88.78
2	42180	175.90	107.19	104.06	94.58	87.60
3	49488	172.32	91.07	90.83	85.70	82.72
4	51384	193.00	109.51	104.35	98.76	97.23
5	42714	145.42	92.23	60.92	86.11	57.81
6	47796	174.41	96.04	93.39	84.29	84.49
7	46176	188.22	101.26	93.33	92.12	90.94
8	45312	173.06	95.46	85.82	92.03	85.34
9	43269	133.70	57.07	86.45	55.00	81.39
10	41856	127.66	93.17	41.48	91.88	41.53
11						
12						
Average	45575.70	166.49	93.95	85.98	86.44	79.78

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัฐเขต หมูทอง เกิดเมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2523 ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จ.เชียงราย สำเร็จการศึกษาระดับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี ที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546 ปัจจุบันเป็นพนักงานของ บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัล ไทย จำกัด(มหาชน) ดำรงตำแหน่ง วิศวกร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย