บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการวิจัย

ระบบที่ทำการศึกษากระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คทั้ง 2 วิธี ซึ่งวิธีแรกเป็นกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คโดยมีรากฐานจากถ่านหิน(Coal) ส่วนวิธีที่สองเป็นกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค โดยมีรากฐานจากแนฟธา การศึกษากระบวนการผลิตอะเซทิลีนนั้น เพื่อตรวจสอบหากระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง จากการพิจารณาวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตพบว่าระบบการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คเหมือนกันแต่แตกต่างกันตรงการผลิตก๊าซอะเซทิลีนที่ พิจารณาจากวิธีแรก มีกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย 2 กระบวนการคือ กระบวนการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์จากถ่านหิน และใช้แคลเซียมคาร์ไบด์สำหรับการผลิตก๊าซอะเซทิลีนจาก Dry generator ของ Knapsack วิธีที่สองเป็นกระบวนการผลิตก๊าซอะเซทิลีนจากการแยกแนฟธา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบ (Cradle-to-Gate) โดยมีขอบเขตของระบบเฉพาะขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบขั้นตอนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คและกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง ส่วนการประเมินผลกระทบที่มีผลต่อสภาวะแวดล้อมได้พิจารณา 3 ส่วนคือ ผลกระทบกับสุขภาพมนุษย์ ผลที่มีต่อระบบนิเวศ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ และผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ

สำหรับขอบเขตของระบบสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตของอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คสามารถแบ่งได้ 2 ส่วนสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ขอบเขตการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากการแปรรูปถ่านหิน

1) การผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์เป็นการใช้เทคโนโลยีของ BASF
2) การผลิตไฟฟ้าเป็นกระบวนการที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง
3) การผลิตก๊าซอะเซทิลีน Dry generator ของ Knapsack dry
4) การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คใช้เทคโนโลยีของ Jilin Chemical Enineering Company โดยใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซเชื้อเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 2 ขอบเขตการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากกระบวนการแยกแนฟธา

1)การผลิตก๊าซอะเซทิลีนใช้เทคโนโลยี Linde AG

2)การผลิตไฟฟ้าใช้ก๊าซเชื้อเพลิงในการผลิต

3)การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คใช้เทคโนโลยีของ Jilin Chemical Engineering Company โดยใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซเชื้อเพลิง

การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากการแปรรูปถ่านหิน ตารางที่ 2 และ จากแนฟธา ตารางที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 การทำแบบจำลองดุลมวลสารการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากการแปรรูปถ่านหิน

การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากการแปรรูปถ่านหิน

เมื่อพิจารณาแบบวัฏจักรชีวิต

Basis produce 1 hr		Carbide process		การผลิตอะเซทิลีน/Dry Generator		การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค	
สสาร Substance(Selected)	Unit	เข้า Raw material	ออก Product	เข้า Raw material	ออก Product	เข้า Raw material	ออก Product
Coke,dry(88 %C)	Kg	8135.99					
Lime(92% CaO)	Kg	4481.93					
Oxygen(98%) 3560 m^3(STP)	Kg	7265.30					
Carbide(80.5%) :CaC_2	Kg		4068.00	4068.00			
acetylene	Kg				1180.45	1180.45	
water	Kg			2288.25			
N_2	Kg					1720.11	
O_2	Kg					522.58	324.72
Calcium hydroxide	Kg				4745.99		
carbon black	Kg						1000.00
Electricity	KWH	11711.02				273.75	
Emission to Air							
CO	Kg		13956.15				176.87
H_2	Kg		20.88				83.31
N_2	Kg		146.14				1720.11
CO_2	Kg		114.82				50.87
Dust	Kg		1284.63				
Other hydrocarbon (C_2H_4) and DMF	Kg					11.92	11.92
H_2O							67.25
Emission to water							
Losses	Kg		292.61				
Lime solution	Kg				429.80		
Grand Total	Kg	19883.22	31594.24	6356.24	6356.24	3435.06	3435.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 การทำแบบจำลองดุลมวลสารการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค

Basis produce 1 hr		การแยกแนฟธา		การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค	
สสาร Substance(Selected)	Unit	เข้า Raw material	ออก Product	เข้า Raw material	ออก Product
Naphtha	kg	270,470.25			
Hydrogen	kg		1,629.62		
Fuel Gas	kg		43,632.27		
Acetylene	kg		1,180.45	1180.45	
Ethylene	kg		86,812.13		
Propylene	kg		47,708.87		
Butadiene	kg		16,880.53		
C5-fraction	kg		11,578.13		
C6-C8 heart cut	kg		48,026.60		
C9-fraction	kg		4,907.14		
Pyrolysis Gas Oil(PGO)	kg		2,652.70		
Pyrolysis Fuel Oil(PFO)	kg		4,204.34		
Pyrolysis Gasoline	kg		27.77		
carbon black	kg				1000.00
Losses			1206.87		
Electricity	KWH	8420.062842		273.7525903	
Emission to Air					
CO	kg		0.19		
NO_x(as NO_2)	kg		0.38		
HC's	kg		6.59		
Solid waste Code and Tar	kg		15.69		
จาก C (graphite);SG 2.26					
H_2	kg				83.31
CO_2	kg				50.87
N_2	kg			1720.11	1720.11
H_2O	kg				67.25
O_2	kg			522.58	324.72
CO	kg				176.87
other (C_2H_4)	kg			11.92	11.92
Grand total	kg	270,470.25	270,470.25	3435.06	3435.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลกระทบต่อส่งแวดล้อมจากการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาและจากถ่านหิน โดยใช้โปรแกรม SimaPro 6.0 เป็นตัวแปรผลซึ่งมีผลกระทบ 3 ด้านดังนี้

1.ผลกระทบต่อมนุษย์ด้านสุขภาพดังนี้ เป็นสารก่อมะเร็ง มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

2.ผลกระทบต่อระบบนิเวศดังนี้ การเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน การลดลงของชั้นโอโซน ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ การเกิดฝนกรด/การเสียสมดุลของธรรมชาติทำให้มีปริมาณแบคทีเรียสูง

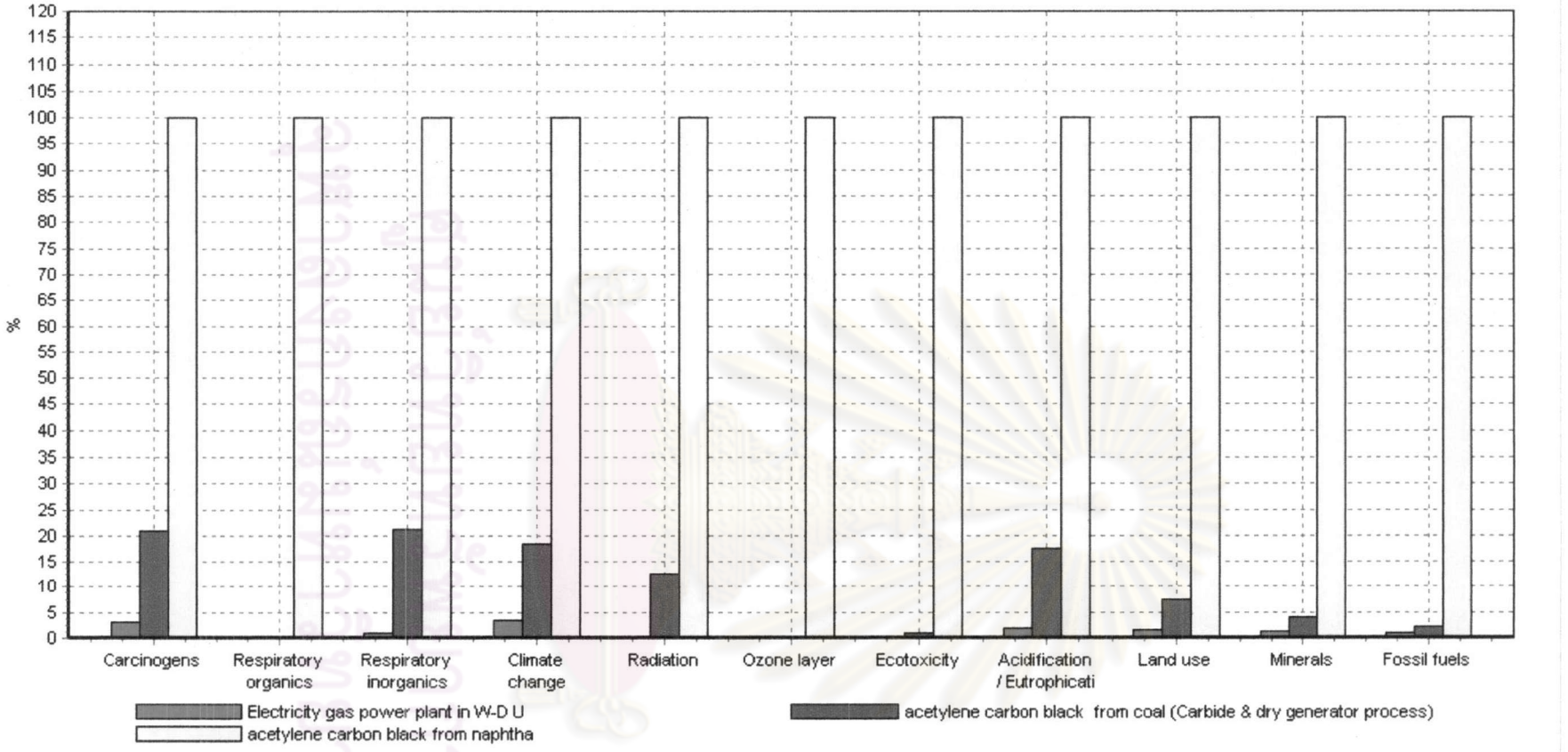
3. ผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติคือ การสูญเสียสินแร่ต่างๆและสารให้พลังงานด้านเชื้อเพลิง

การเปรียบเทียบผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาและจากถ่านหิน

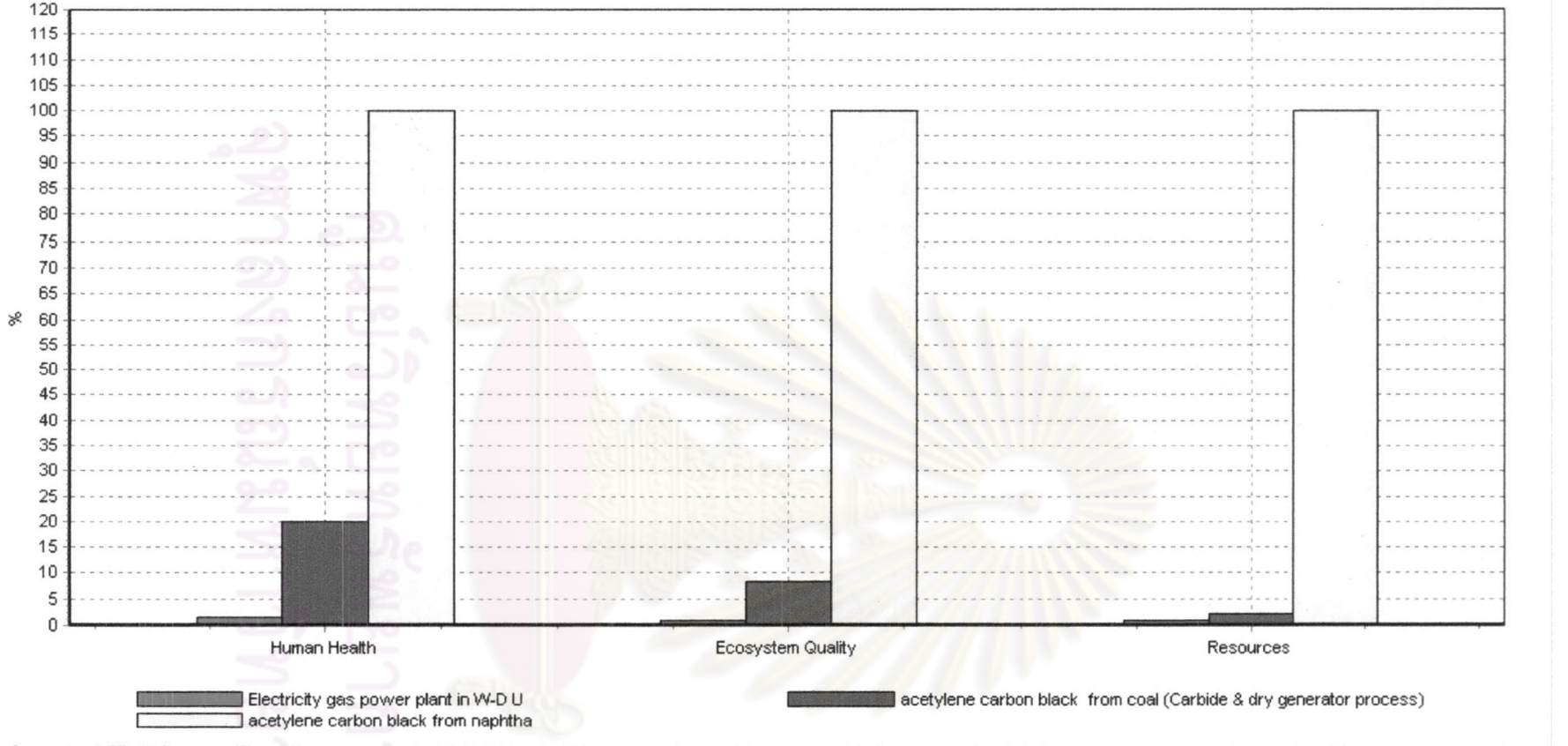
กระบวนการผลิต 2 กระบวนที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กรณีให้พลังงานไฟฟ้าที่เท่ากันคือ 11,984 kWH แสดงดังรายการต่อไปนี้

รูปที่ 9 ถึง รูปที่ 11 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินกับกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา ซึ่งแสดงผลกระทบ (Damage Assessment)ใน 3 ด้านหลักๆของกระบวนการและแสดงผลเปรียบเทียบ 2 กระบวนการผลิต (Impact Singer Score)ในรูปคะแนนเดี่ยว ส่วนรูปที่ 12 ถึง 16 เป็นการแสดงรายละเอียดของผลกระทบกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน และรูปที่ 17 ถึง 21 เป็นการแสดงรายละเอียดของผลกระทบกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา

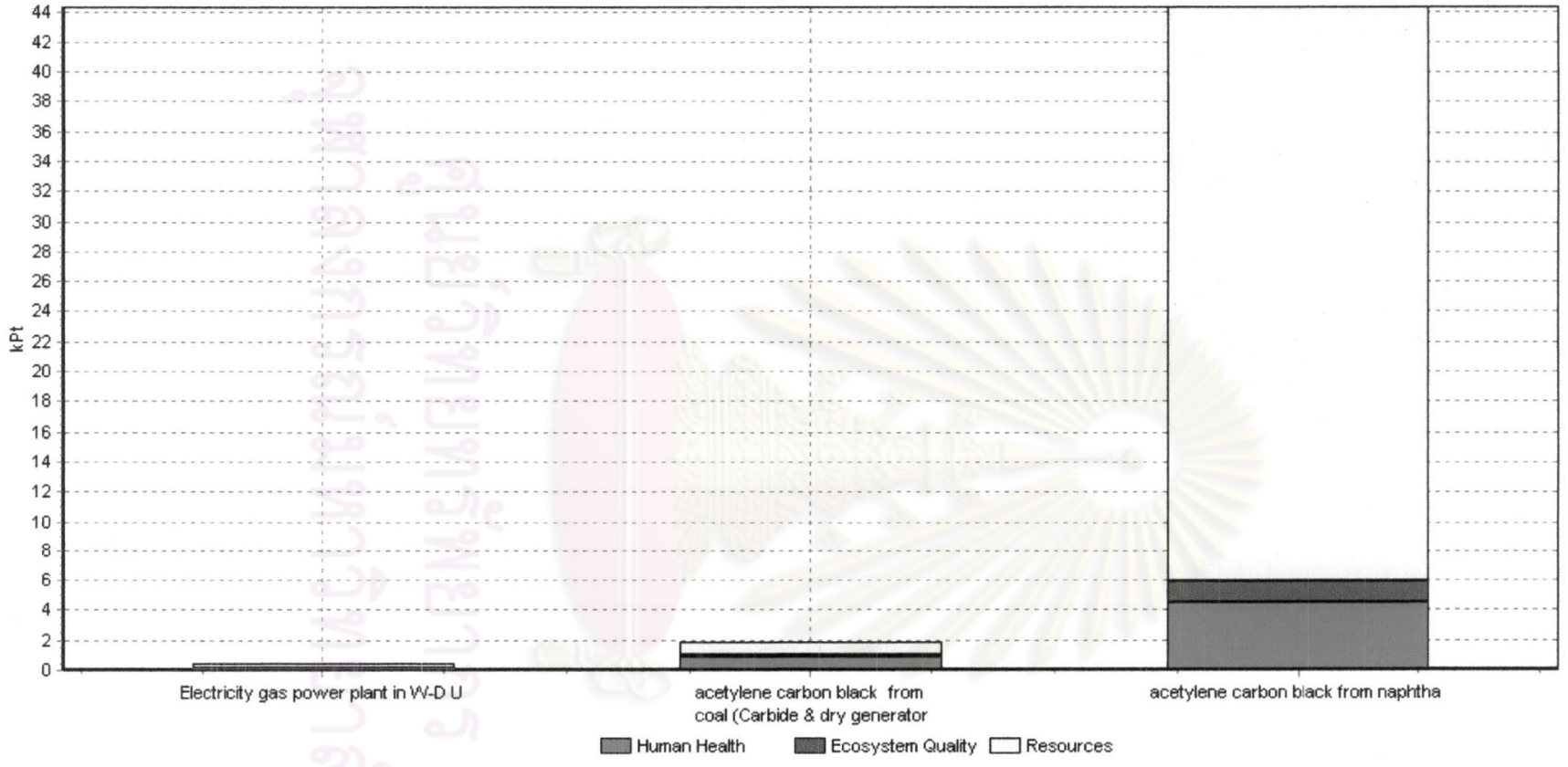
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินกับกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา



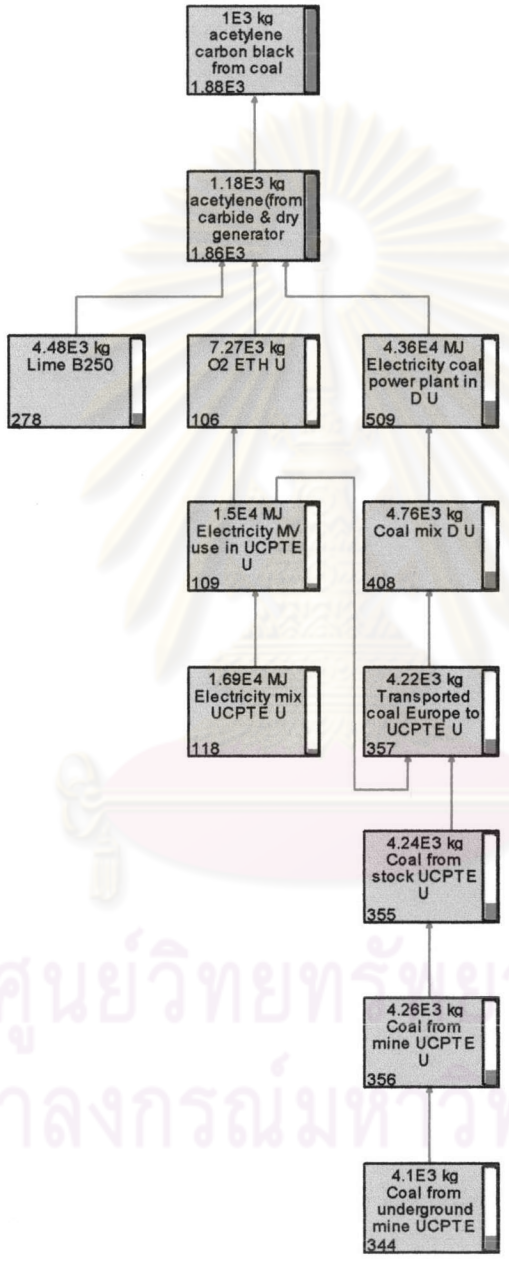
รูปที่ 10 แสดงผลกระทบ (Damage Assessment)ใน 3 ด้านหลักๆของกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คทั้ง 2 ประเภท



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบผลกระทบในด้านต่างๆของ 2 กระบวนการผลิต (Impact Singer Score)

เมื่อทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คทีละกระบวนการสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

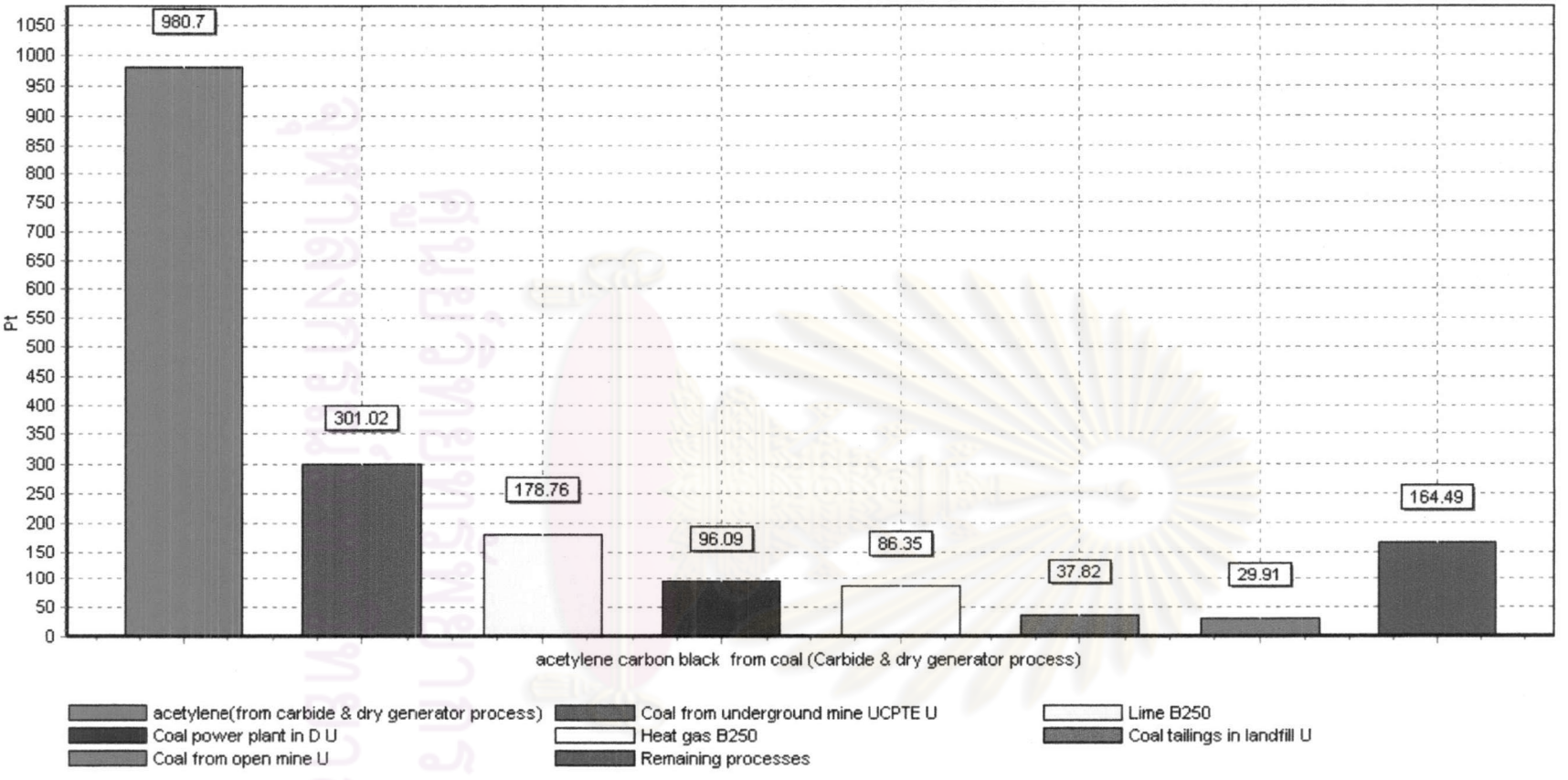
- **กระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน**



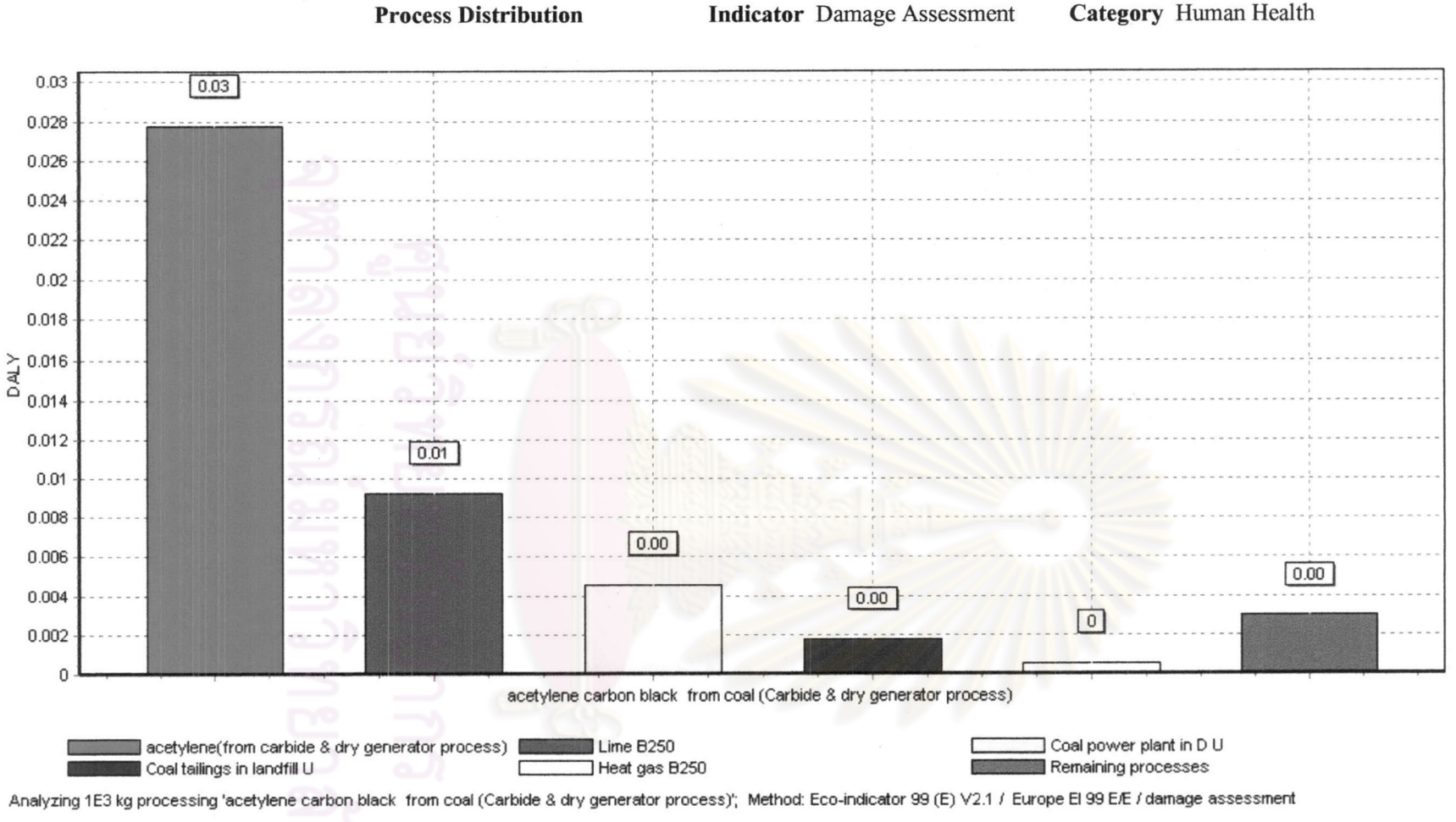
รูปที่ 12 การแสดงระดับของผลกระทบกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่าน (Net work)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

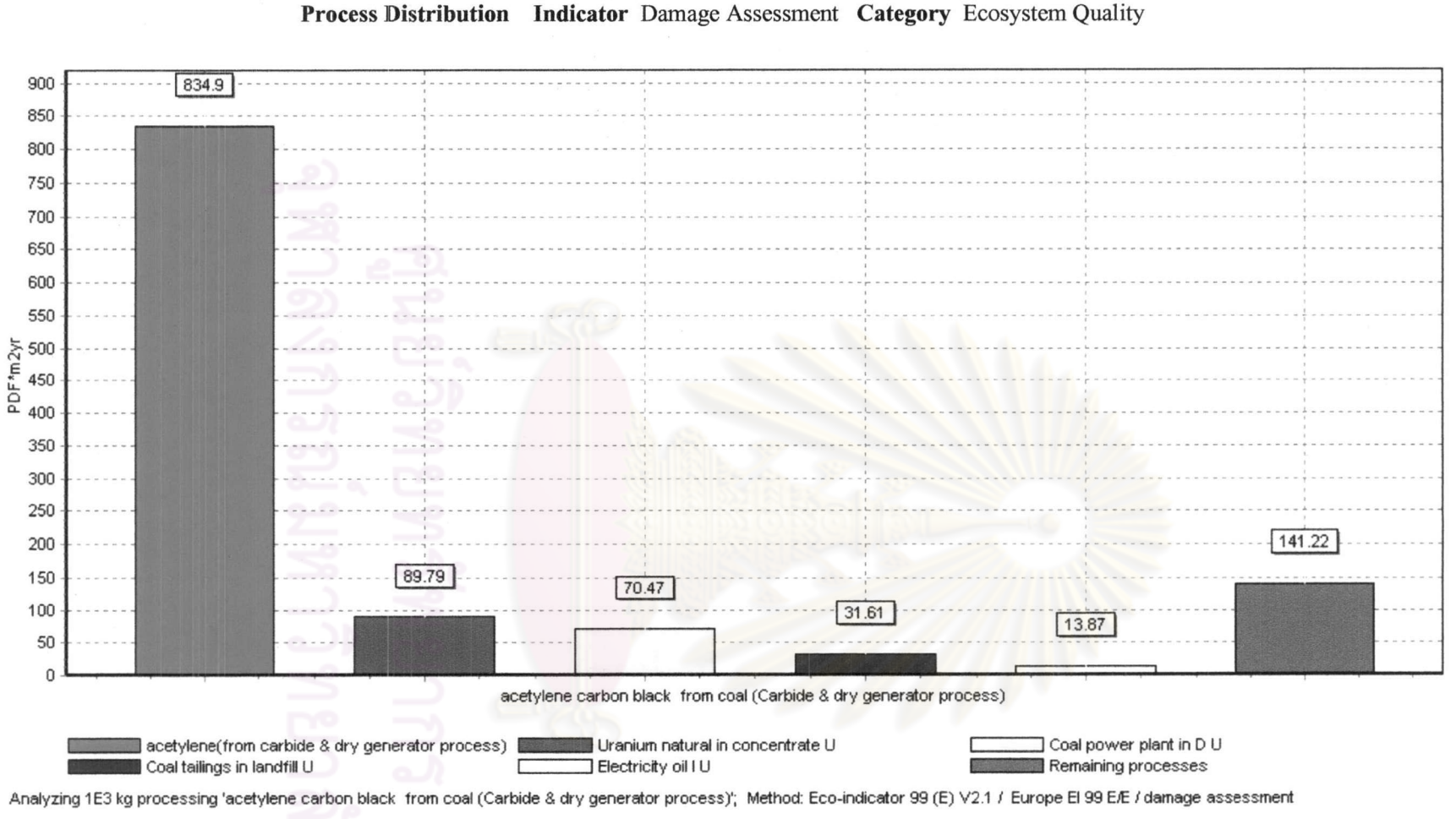
การกระจายผลกระทบของกระบวนการผลิต (Process distribution)



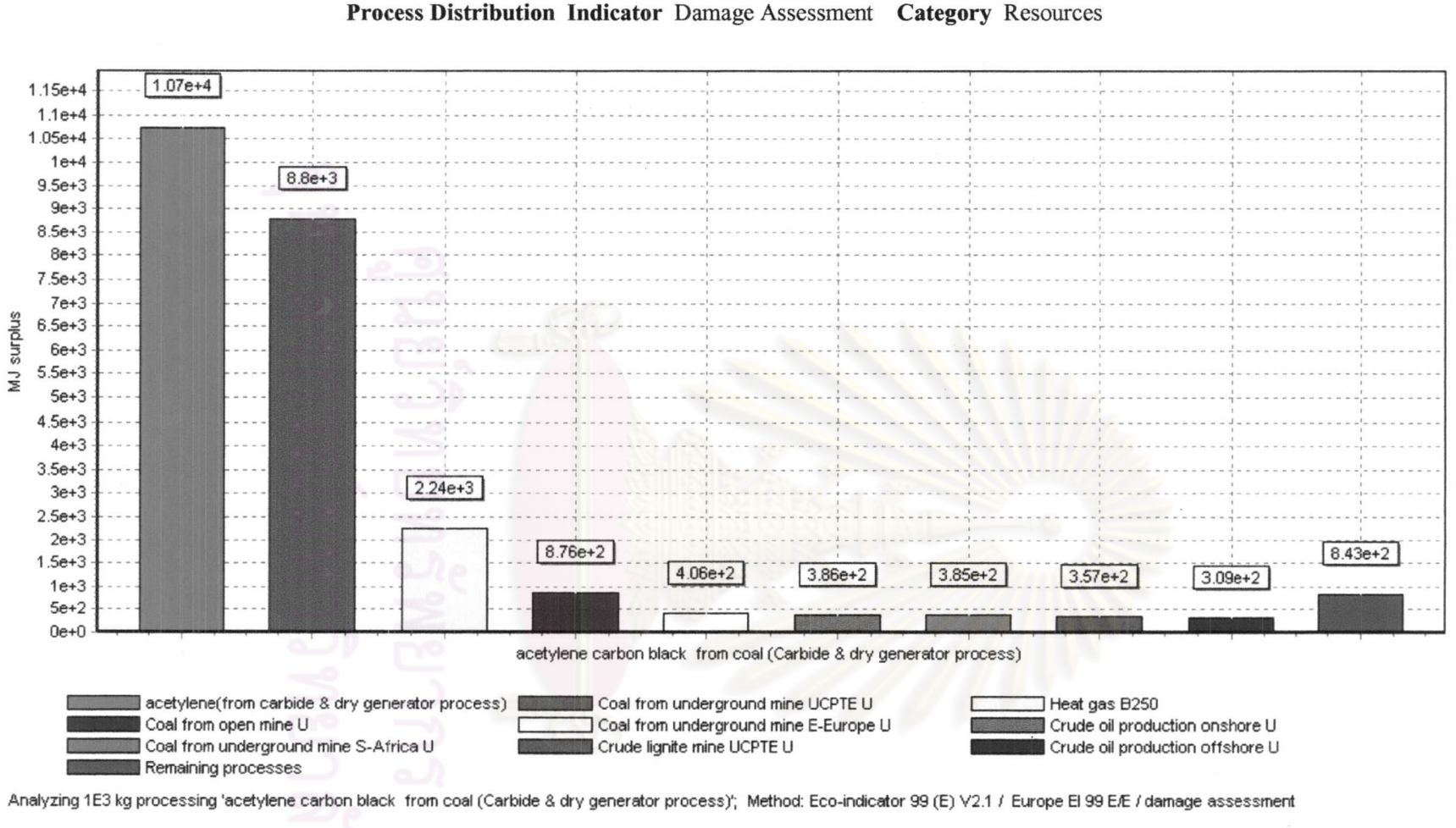
รูปที่ 13 แสดงระดับค่าผลกระทบในรูปคะแนนเดี่ยว(Single score) ที่ cut off 1% กำลังการผลิต อะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค 1,000 kg



รูปที่ 14 แสดงผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ที่เลือกใช้การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน

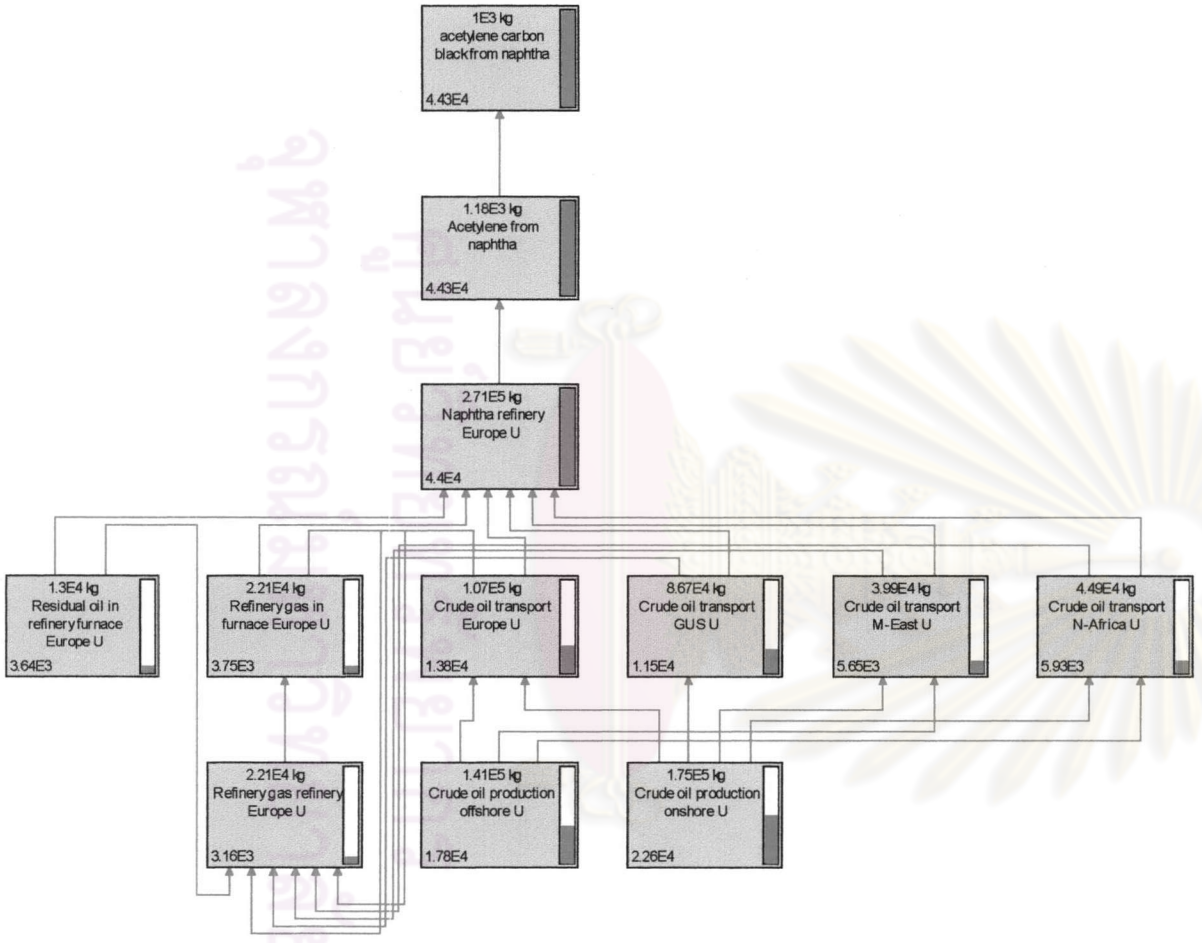


รูปที่ 15 แสดงผลกระทบความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ที่เลือกใช้การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน



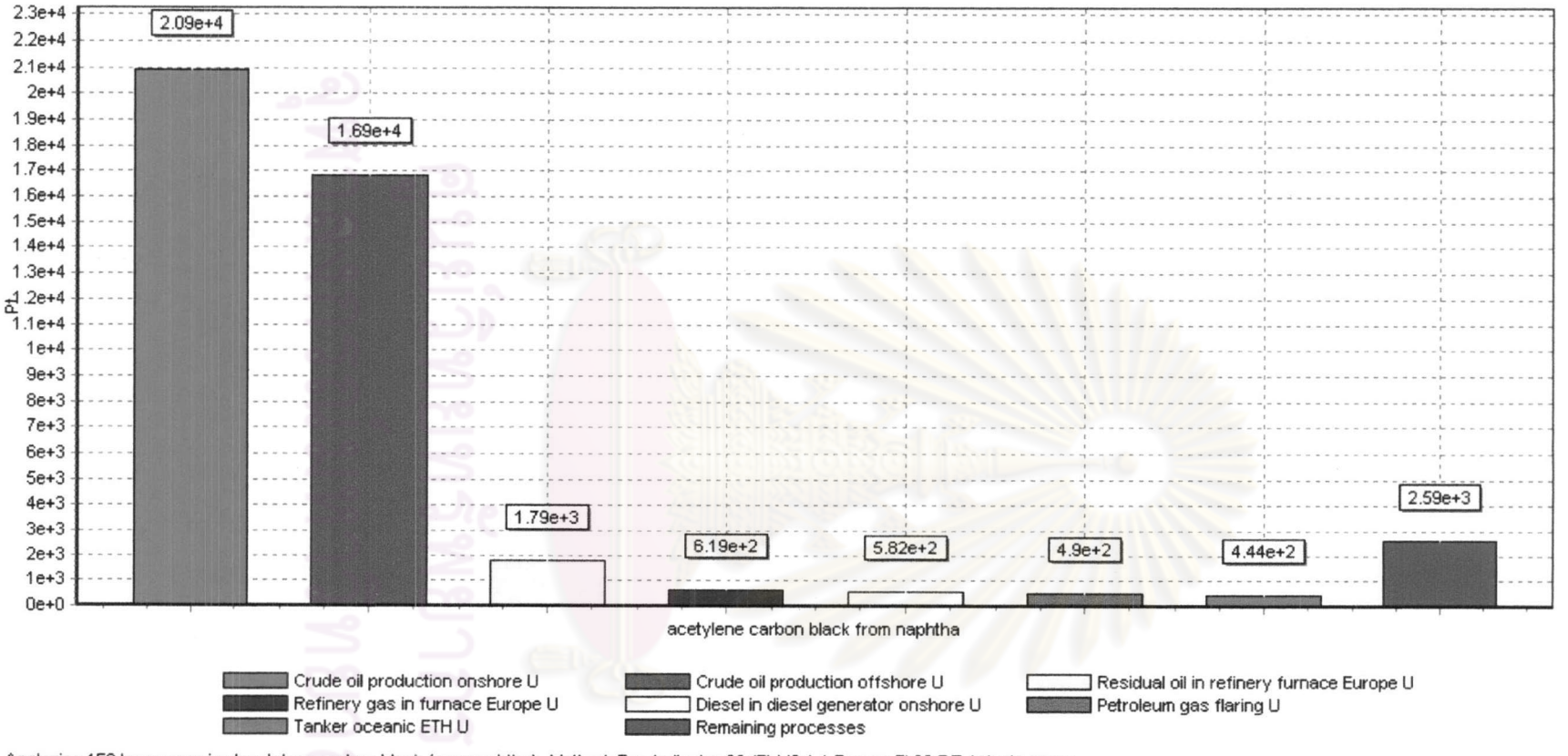
รูปที่ 16 แสดงผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เลือกใช้การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน

- **กระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา**

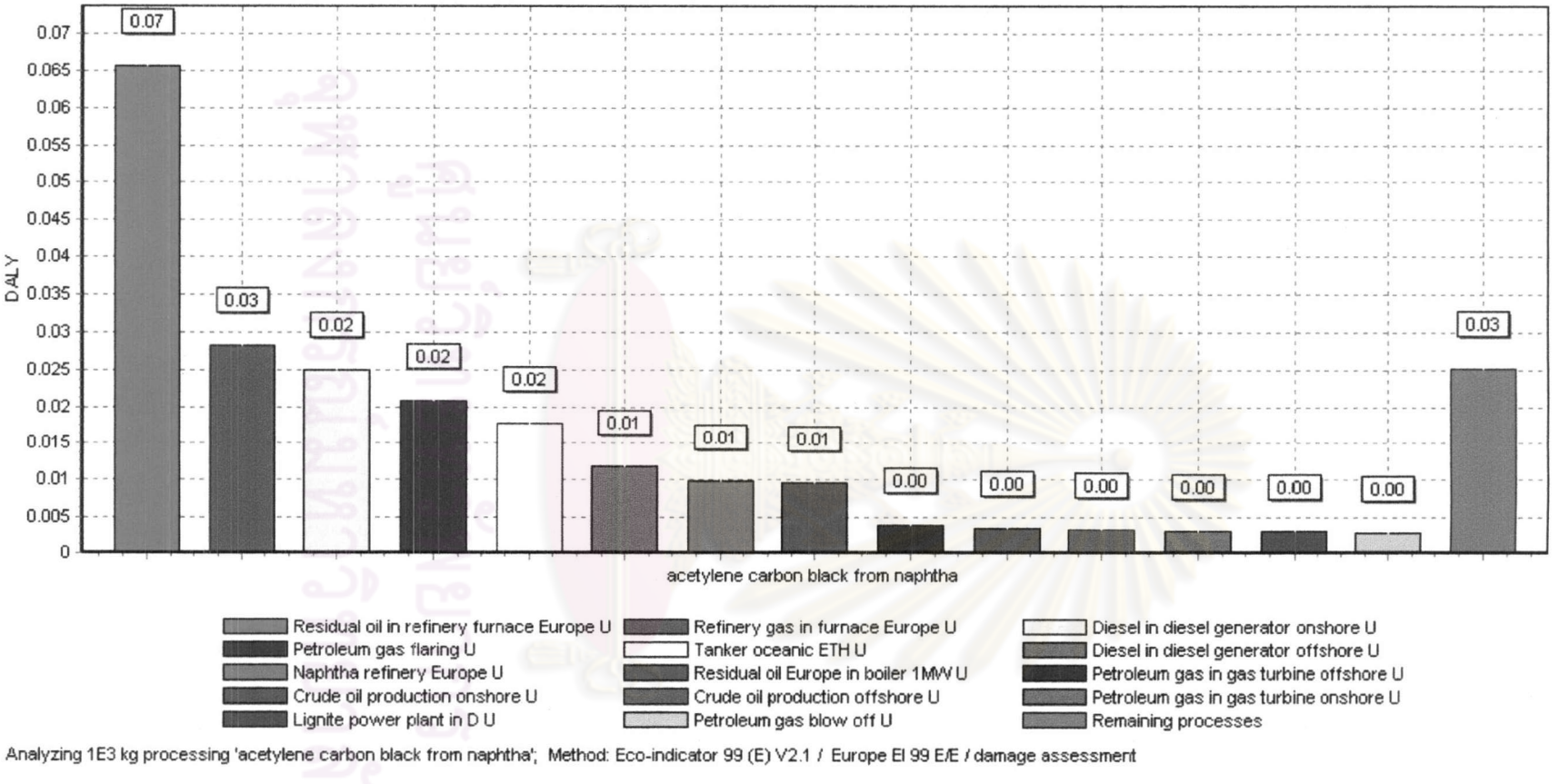


รูปที่ 17 การแสดงระดับของผลกระทบกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา (Net work)

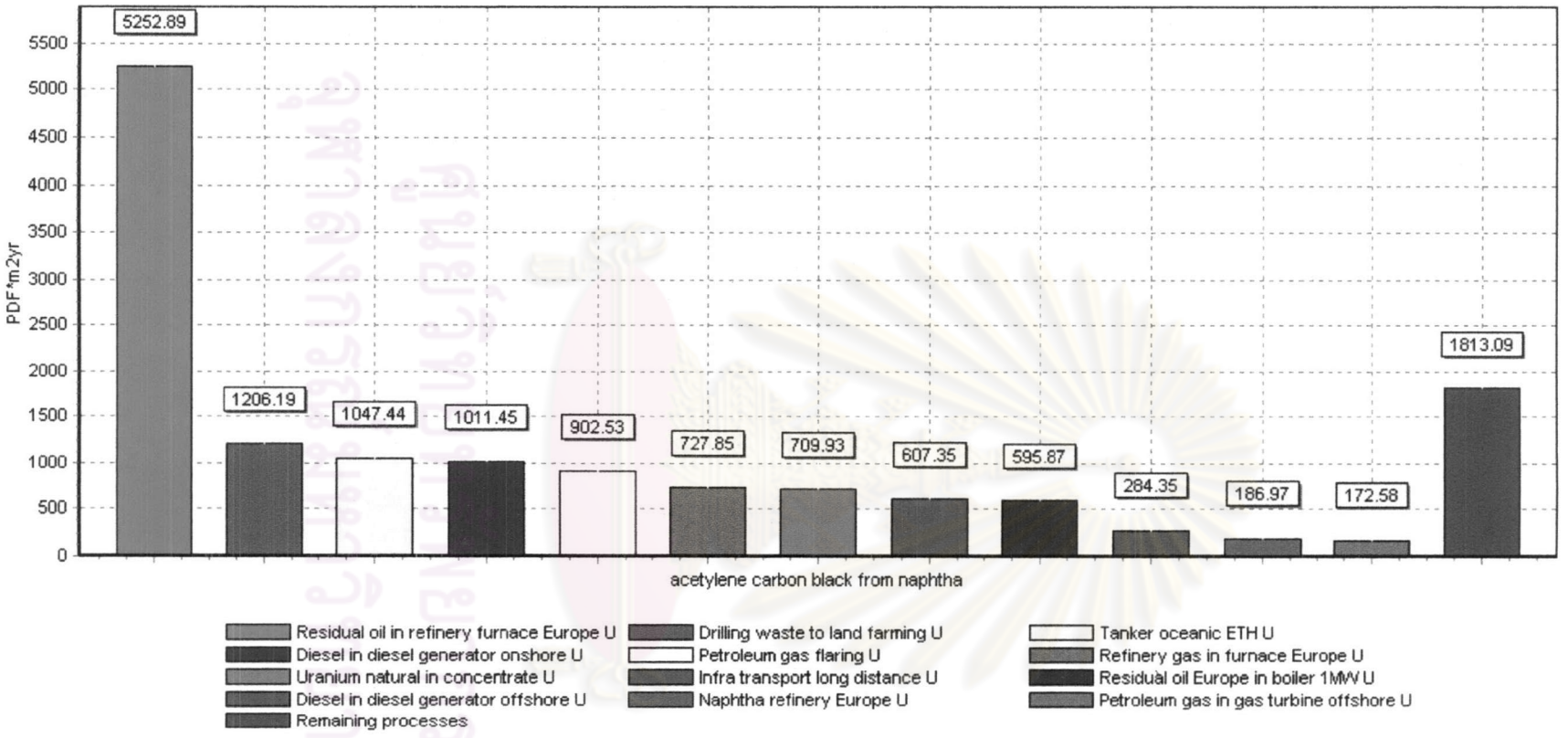
การกระจายผลกระทบของกระบวนการผลิต (Process distribution)



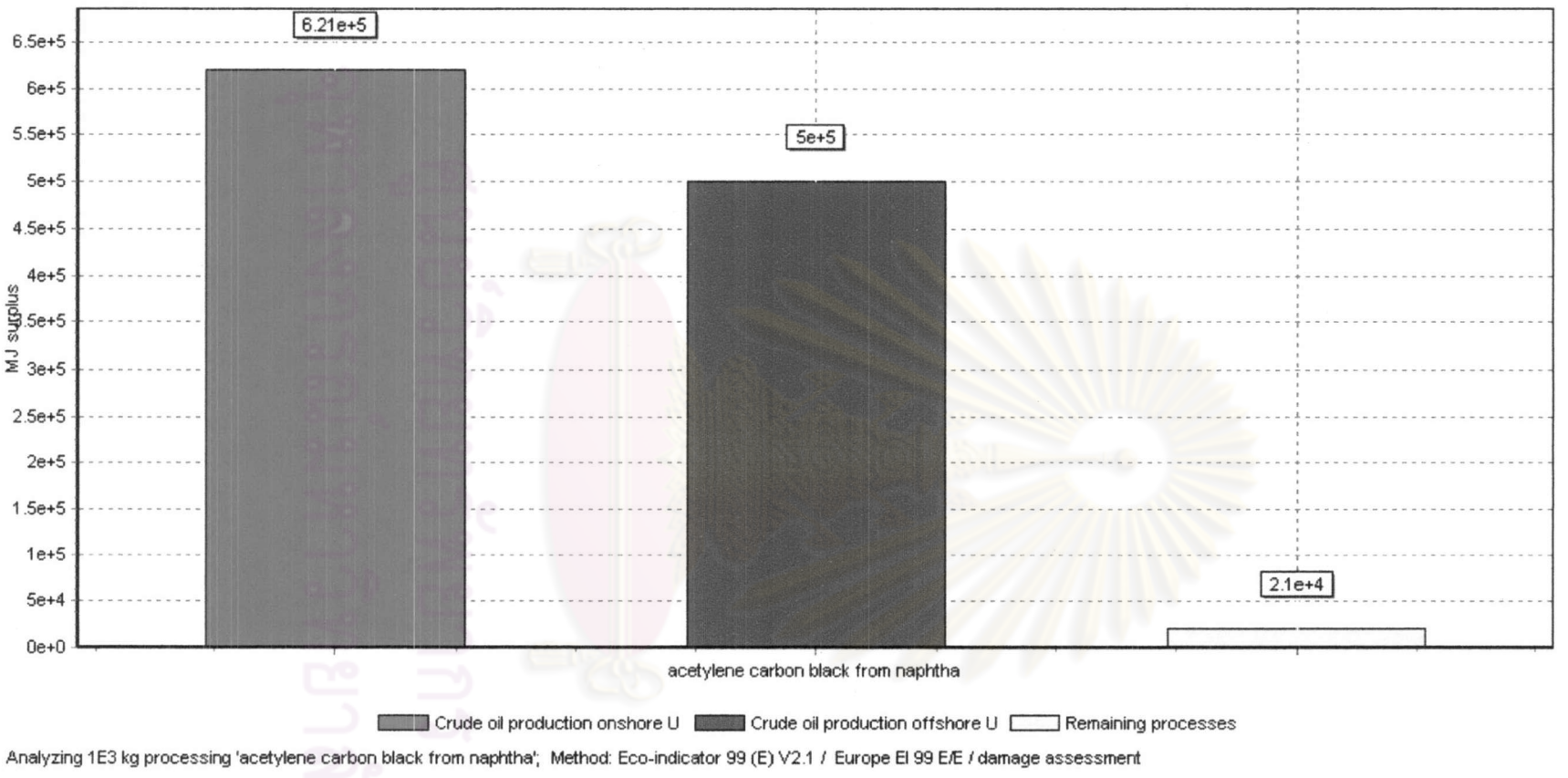
รูปที่ 18 ระดับคะแนนเดี่ยว(Single score) ที่ cut off 1% กำลังการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค 1,000 kg



รูปที่ 19 แสดงผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ที่เลือกใช้การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา



รูปที่ 20 แสดงผลกระทบความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ที่เลือกใช้การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา



รูปที่21 แสดงผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เลือกใช้การผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา

- **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค**

จากรูปที่ 9 เป็นการเปรียบเทียบผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาและจากถ่านหิน กระบวนการผลิตสองกระบวนที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแสดงโดยกราฟดังรายการต่อไปนี้

การแสดงลักษณะผลกระทบ(Impact Assessment ;Characterization)กรณีให้พลังงาน ไฟฟ้าที่เท่ากัน คือ 11,984 kWH

พบว่าผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากแนฟธามากกว่าจากถ่านหินคิดเป็นร้อยละ ดังนี้

ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

- สารก่อมะเร็งร้อยละ 79
- สารอินทรีย์ที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจร้อยละ 100
- สารอนินทรีย์ที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจร้อยละ 78

ผลกระทบต่อระบบนิเวศ

- การเปลี่ยนแปลงในชั้นบรรยากาศร้อยละ 82
- การแผ่รังสีร้อยละ 88
- การเปลี่ยนแปลงของระดับโอโซน ร้อยละ 100
- การเป็นพิษต่อระบบนิเวศ ร้อยละ 99

ผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ

- การสูญเสียพื้นที่ร้อยละ 92
- การสูญเสียสินแร่ต่างๆร้อยละ 96
- การสูญเสียสารให้พลังงานด้านเชื้อเพลิงร้อยละ 98

จากรูปที่ 10 กระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คทั้ง 2 ประเภทมีผลกระทบทั้ง 3 ด้านคือ ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลกระทบต่อระบบนิเวศ ผลกระทบต่อทรัพยากรณ์ธรรมชาติ พบว่าการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธามีผลกระทบสูงกว่าการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินทุกด้าน

จากรูปที่ 11 เป็นผลรวมของค่า "ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม(EI)" ของแต่ละกระบวนการผลิต พบว่าค่าผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาสูงกว่าจากถ่านหิน

จากรูปที่ 12 ถึง รูปที่ 16 แสดงการวิเคราะห์รายละเอียดกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินมีรายละเอียดดังนี้

จากรูปที่ 12 วิเคราะห์ได้ว่าแต่ละขั้นตอนแสดงถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มกระบวนการผลิตจากเหมืองถ่านหิน การขนส่ง จนกระทั้งการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค

จากรูปที่ 13 พบว่าผลกระทบรวมของการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์ กระบวนการผลิตก๊าซอะเซทิลีนและอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คมีค่าผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในกระบวนการมากที่สุด

จากรูปที่ 14 พบว่าทุกกระบวนการผลิตส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์แต่ผลรวมของการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์ กระบวนการผลิตก๊าซอะเซทิลีน และอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค มีค่าผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์มากที่สุด

จากรูปที่ 15 พบว่าทุกกระบวนการผลิตส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์แต่ผลรวมของการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์ กระบวนการผลิตก๊าซอะเซทิลีน และอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค มีค่าผลกระทบต่อระบบนิเวศน์มากที่สุด

จากรูปที่ 16 พบว่าทุกกระบวนการผลิตส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติแต่ผลรวมของการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์ กระบวนการผลิตก๊าซอะเซทิลีน และอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค มีค่าผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติ

จากรูปที่ 17 ถึง รูปที่ 21 แสดงการวิเคราะห์รายละเอียดกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธามีรายละเอียดดังนี้

จากรูปที่ 17 วิเคราะห์ได้ว่าแต่ละขั้นตอนแสดงถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มกระบวนการผลิตจากการขุดเจาะน้ำมัน กระบวนการกลั่น การขนส่ง จนกระทั้งการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค

จากรูปที่ 18 พบว่าผลกระทบของการขุดเจาะน้ำมันจากแท่นการผลิตมีค่าผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในกระบวนการมากที่สุดเพราะการขุดเจาะน้ำมันเป็นการดึงทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมาใช้โดยตรงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็ว

จากรูปที่ 19 พบว่าทุกกระบวนการผลิตส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลรวมน้ำมัน (residual oil) ที่ใช้ในกระบวนการเผาในโรงการกลั่นน้ำมัน มีค่าผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์มากที่สุด

จากรูปที่ 20 พบว่าทุกกระบวนการผลิตส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ ผลรวมน้ำมัน (residual oil) ที่ใช้ในกระบวนการเผาในโรงการกลั่นน้ำมัน มีค่าผลกระทบต่อระบบนิเวศน์มากที่สุด

จากรูปที่ 21 พบว่าแหล่งของการผลิตส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติคือการขุดเจาะน้ำมันดิบของ 2 แหล่งมี มีค่าผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติในระดับที่สูง

ใกล้เคียงกันเนื่องการขุดเจาะน้ำมันเป็นการดึงทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมาใช้โดยตรงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของแหล่งเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็ว

สรุปผลกระทบของสิ่งแวดล้อมโดยรวม

พบว่าการใช้ถ่านหินเป็นสารตั้งต้นในการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าการใช้แนฟธาเป็นสารตั้งต้น จากกราฟแท่งแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน(Carbon Black from Coal) กับกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา(Carbon Black from Naphtha)

Carbon Black from Coal พบว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินสามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้แก่ เชื้อเพลิงจากฟอซซิล ,แร่ธาตุ ผลกระทบต่อระบบหายใจ ส่วนอื่นๆมีค่าน้อยมาก

Carbon Black from Naphtha พบว่าผลกระทบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาสามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้แก่ เชื้อเพลิงจากฟอซซิล (จะสูญเสียมากที่สุด),ผลกระทบต่อระบบหายใจ, การเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ,การเกิดภาวะเกินดุลธรรมชาติที่เรียกว่า การเจริญเติบโตของโปรตอนในแหล่งน้ำ(Eutrophication) และการเกิดฝนกรด,การก่อให้เกิดผลตกค้างต่อระบบนิเวศ(Ecotoxicity)

การเปรียบเทียบแบบจำลองการผลิตภัณฑ์อะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค 1,000 กิโลกรัมต่อหนึ่งชั่วโมง ของกระบวนการผลิต 2 กระบวนการ โดยวิเคราะห์ผลกระทบอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินและข้อมูลวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา

พบว่าอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาสามารถแสดงค่าได้จากกราฟต่างๆ ซึ่งแสดงเห็นผลกระทบที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์คือ ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง มีผลกระทบต่อระบบหายใจ

เมื่อเปรียบเทียบอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์น้อยกว่าอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธา

เมื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อระบบนิเวศพบว่าคาร์บอนแบล็คจากแนฟธาสร้างความเป็นพิษต่อระบบต่อชั้นบรรยากาศและเกิดผลกระทบที่ทำให้เกิดภาวะฝนกรดและสารตกค้างมากกว่าและรุนแรงกว่าอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน

สำหรับการใช้ทรัพยากรพบว่าคาร์บอนแบล็คจากถ่านหินทำให้ใช้ ทรัพยากรธรรมชาติสูญเสียน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแนฟธา เช่น เชื้อเพลิงจากฟอซซิล จะสูญเสียน้อยกว่า

ตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายตลอดวัฏจักรชีวิต(Life Cycle Costing)ของอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คผลิตจากถ่านหิน(เฉพาะโรงงาน)

ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าสารเคมี ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่ากำจัดของเสีย ค่ากำจัดน้ำเสีย

Life cycle costing(LCC)

Model Categories and Calculation of LCC of ACB from Coal

Cost type	cost category		Total Unit(ton)	Unit cost	Cost Baht	Cost Baht
Conventional Cost	Capital cost					
	Factory construction		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Building/process change		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Sub-Total		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Operating Cost				Case China	Case USA
	Purchasing			China 136.668 $/ton *		
	Coke,dry(88 %C)		65087.92	USA 30.94 $/ton **	351,793,894	79,646,590.68
	Lime(92% CaO)		35855.44	100 $/Ton***	141,808,265	141,808,265
	Oxygen(98%) 3560 m3(STP)		58122.4	0.28 $/ft^3 ****	15,906,289,812	15,906,289,812.0
	Plant Air		17941.52	0.184 Baht/Nm^3 [1]	2,836,116.56	2,836,116.56
	(1720.11 kg(N2), 522.58 Kg(O2))x8000 hr		1.164 kg/m^3	(air density 30 ^{o}C)		
	Energy	Electricity	95878160	1.4 Baht/kwh[1]	134,229,424	134,229,424

ตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายตลอดวัฏจักรชีวิต(Life Cycle Costing)ของอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คผลิตจากถ่านหิน(เฉพาะโรงงาน)

ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าสารเคมี ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่ากำจัดของเสีย ค่ากำจัดน้ำเสีย(ต่อ)

Life cycle costing(LCC)

Model Categories and Calculation of LCC of ACB from Coal

Cost type	cost category		Total Unit(ton)	Unit cost	Cost Baht	Cost Baht
	Utility	Cooling water	N.A.	0.33 บาท/m^3 [1]	N.A.	N.A.
		Nitrogen	N.A.	1.03 Baht/Nm^3 [1]	N.A.	N.A.
		Instrument air	N.A.	0.27 Baht/Nm^3 m [1]	N.A.	N.A.
	Production Cost	Labor Cost	N.A.	50 person	N.A.	N.A.
Hidden Cost	waste		-	-	-	0
	Waste Water Treatment		-	-	-	0
	Incinerator		-	-	-	0
	Maintenance cost Total maintenance cost		N.A	N.A.	N.A.	N.A.

ตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายตลอดวัฏจักรชีวิต(Life Cycle Costing)ของอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คผลิตจากถ่านหิน(เฉพาะโรงงาน)

ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าสารเคมี ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่ากำจัดของเสีย ค่ากำจัดน้ำเสีย(ต่อ)

Life cycle costing(LCC)

Model Categories and Calculation of LCC of ACB from Coal

Cost type	cost category		Total Unit(ton)	Unit cost	Cost Baht	Cost Baht
life cycle Cost(Baht/year)	Total(฿)				16,536,957,512	16,264,810,208

ข้อมูล VARIABLE COSTING - LIFO METHOD

FOR THE PERIODS OF JANUARY - JANUARY. 2006

Exchage Rate 39.55 Baht/$

Cost type Cost category

Conventional cost ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องมือ,ค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์,ค่าแรง,ค่าใช้จ่ายสาธารณูโภคและค่าพลังงาน

Hidden cost ค่าใช้จ่ายในการจัดการของเสีย,ค่าใช้จ่ายต่างที่บังคับใช้ในเครื่องจักร,ค่าซ่อมบำรุง

Contingent cost ค่าใช้จ่ายกรณีเหตุฉุกเฉิน,ค่าใช้จ่ายในการช่วยพนักงานกรณีได้รับบาดเจ็บ

Image cost ค่าความสัมพันธ์ระหว่างพนักงาน,ผู้ใช้แรงงาน

* www.aaamineral.com **** www.industrialheating.com

** www.eia.doe.gov

*** www.chemlink.com

Coke 8135.99 kg/hr ได้ก๊าซอะเซทิลีนคาร์บอน 1180.45 Kg/hr China 136.668 $/ton coal

8000 hr/year ใช้ Coke 65,087.92 Ton/year USA 30.94 $/ton coal

ตารางที่ 5 ค่าใช้จ่ายตลอดวัฏจักรชีวิต(Life Cycle Costing) ของอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คผลิตจากแนฟธา (เฉพาะโรงงาน) ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าสารเคมี ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่ากำจัดของเสีย ค่ากำจัดน้ำเสีย

Life cycle costing(LCC)

Model Categories and Calculation of LCC of ACB from Naphtha(consider acetylene gas)

Cost type	cost category	Unit	Total Unit(Ton)	Unit cost	Cost (Baht/year)
			Capital cost		
	Factory construction		N.A.	N.A.	N.A.
	Building/process change		N.A.	N.A.	N.A.
	Sub-Total		N.A.	N.A.	N.A.
			Operating Cost		
Conventional Cost[1]	Purchasing Naphtha cost (Baht/Ton)		2,163,762.000	20,634.397	44,647,923,721
	Plant Air		17941.52	Baht/Nm3 0.184	2,836,116.56
	Power (ETP & ACB UNIT)	Kwh	69,550,523.458	1.395	97,030,265.16
Conventional Cost[1]	Utility				
	Steam 115 Barg.	MT	-	-	-
	Steam 45 Barg.	MT	1,196,202.21	1,161.98	1,389,961,483.59
	Steam 14 Barg.	MT	444,362.11	1,086.87	482,964,917.73
	Steam 4.5 Barg.	MT	-	-	-
	Boiler Feed Water	M^3	4,293,743.96	2.27	9,727,492.22
	Total Cost of Suppplies & Chemical				
	NaOH (50%)	Kgs.	2657679.079	7.10	18,870,120.42
	DMF	Kgs.	715579.8814	31.26	22,365,533.70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่าใช้จ่ายตลอดวัฏจักรชีวิต(Life Cycle Costing) ของอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คผลิตจากแนฟธา (เฉพาะโรงงาน) ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าสารเคมี ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่ากำจัดของเสีย ค่ากำจัดน้ำเสีย(ต่อ)

Life cycle costing(LCC)

Model Categories and Calculation of LCC of ACB from Naphtha(consider acetylene gas)

Cost type	cost category	Unit	Total Unit(Ton)	Unit cost	Cost (Baht/year)
Conventional Cost*	Production Cost labor cost		N.A.	N.A.	
Hidden Cost*	waste treatment Waste Water Treatment Incinerator	m^3 KG.	971,903.77 5,052.85	1.92 25.91	1,864,908.19 130,930.34
	Regulatory compliance Maintenance cost		N.A. N.A.		allocated to olefin plant
life cycle Cost	Total(฿)				46,673,675,489.0

[1]ข้อมูล VARIABLE COSTING - LIFO METHOD

FOR THE PERIODS OF JANUARY - JANUARY. 2006

Cost type	Cost category
Conventional cost	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องมือ,ค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ ค่าแรง,ค่าใช้จ่ายสาธารณูโภคและค่าพลังงาน
Hidden cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดการของเสีย,ค่าใช้จ่ายต่างที่บังคับใช้ในเครื่องจักร,ค่าซ่อมบำรุง
Contingent cost	ค่าใช้จ่ายกรณีเหตุฉุกเฉิน,ค่าใช้จ่ายในการช่วยพนักงานกรณีได้รับบาดเจ็บ
Image cost	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างพนักงาน,ผู้ใช้แรงงาน

แนฟธา 270470.25 kg/hr ได้ก๊าซอะเซทิลีนคาร์บอน 1180.45 Kg/hr

8000 hr/year ใช้ แนฟธา 2,163,762 Ton/year เพื่อให้ได้คาร์บอนแบล็ค 1000 kg/hr

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของวัฏจักรชีวิตกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค

การเปรียบเทียบต้นทุน กระบวนการของการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็ค พิจารณาจาก ตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 เป็นตารางสรุปผลการคำนวณของแบบจำลองกระบวณการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คทั้ง 2 กระบวนการ ที่ใช้วัตถุดิบเริ่มต้นที่ต่างกันแต่ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้เท่ากันที่ระยะเวลาดำเนินการผลิต 8,000 ชั่วโมง สามารถคำนวณค่าวัตถุดิบและค่าพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน กรณีใช้วัตถุดิบนำเข้าจากประเทศ จีน สหรัฐ มีค่าใช้จ่ายอำนวยการเป็นจำนวนเงิน 16,536,957,512 บาท และ 16,264,810,208 บาทตามลำดับ ส่วนค่าวัตถุดิบและค่าพลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตคาร์บอนแบล็คจากแนฟธามีค่าใช้จ่ายอำนวยการเป็นจำนวนเงิน 44,747,790,102 บาท

พบว่าค่าอำนวยการผลิตที่ประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบและค่าพลังงานของกระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากแนฟธามีค่าสูงกว่ากระบวนการผลิตอะเซทิลีนคาร์บอนแบล็คจากถ่านหิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย