รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535.

ข้อกำหนดคณะกรรมการกองทุนสิ่งแวดล้อม และระเบียบคณะกรรมการกองทุนสิ่งแวดล้อม 2536. (เอกสารสำเนา ไม่ปรากฏที่มา)

จิรากรณ์ คชเสนี. หลักนิเวศน์วิทยา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

พระราชบัญญัติการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522. (เอกสารสำเนาไม่ปรากฏที่มา)

สมพร อิศวิลานนท์. เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร : เลิศชัยการพิมพ์ 2, 2540.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. แนวโน้มการใช้ประโยชน์ของเสีย

ภาษาอังกฤษ

Bruce Herrick. An Eco-Industrial Park in TRENTON progress to date and plan of action. The Eco-Industrial Roundtable, 1995.

Edward Cohen-Rousenthal. Designing eco-industrial parks : The US experience. Industrial Estates Journal 1996.

Ernest A. Lowe, John L.Warren, Stephen R. Moran. Discovering Industrial Ecology: An executive briefing and sourcebook. Battelle Press, 1997.

Kasemsri Homchean. Waste Management of The Industrial Estates. Industrial Estate Authority of Thailand, 1998.

Nicholas Gertler. Indurtrial Ecosystem : Development Sustainable Industrial Structures. Master of Science in Technology and Policy and Master of Science in Civil and Environmental Engineering at the Messachusetts Institute of Technology. May, 1995.

Raymond P. Cote, Robert Ellison, Jill Grant, Jeremy Hall, Peter Klynstra, Michael Martin, and Peter Wade. Designing and operating industrial parks as ecosystems. Dalhousie University, 1994.

Raymond. P.Cote. Eco-Industrial Parks. Journal of Industrial Ecology 1997.

Robert U. Ayres. Creating industrial ecosytem : a viable management strategy?. Industrial Estates Journal 1996.

United Nation Environmental Programme Industial and Environment Technical Report No.39. The Environmental Management of Industrial Estates. United Nation Publication, 1997.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

(Appendix)

ภาคผนวก ก. เทคนิคในการจัดการกับวัสดุเพื่อป้องกันมลภาวะ

ภาคผนวก ข. เครื่องมือสำหรับการออกแบบสวนนิเวศน์อุตสาหกรรมเชิงเศรษฐศาสตร์

ภาคผนวก ค. การทำงานของโปรแกรม FaST

ภาคผนวก ง. การทำงานของโปรแกรม DIET

ภาคผนวก จ. โปรแกรมที่ใช้ในการ Run Model ตัวอย่าง

ภาคผนวก ฉ. การใช้ประโยชน์จากของเสีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. เทคนิคในการจัดการกับวัสดุเพื่อป้องกันมลภาวะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

เทคนิคในการจัดการกับวัสดุเพื่อป้องกันมลภาวะ

<u>ภัตตาคารและร้านอาหาร</u>

ภัตตาคาร เป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดขยะประเภทอาหารและหีบห่อในปัจจุบัน ขยะส่วนใหญ่จะย่อยสลายโดย แบคทีเรีย และเป็นส่วนที่ดีที่จะเปลี่ยนจากการกำจัดโดยการฝังดิน

ชนิดของขยะโดยทั่วๆ ไปจากร้านอาหารประกอบด้วย

- วัสดุอินทรีย์ (เศษจากการเตรียมอาหาร , ส่วนประกอบการปรุงแต่งอาหาร, ขั้นตอนการเตรียมการ , เศษอาหารเหลือ)
- ผลิตภัณฑ์พลาสติกหลากหลายชนิด (หีบห่อโพลีสเตอรีนและโพลีโพรไพลีน, การกำจัดเครื่องมีด, หีบห่อขนาดใหญ่, หีบห่อเครื่องดื่มที่เป็นพลาสติก)
- ผลิตภัณฑ์กระดาษ (กระดาษแข็งใช้แล้ว, กระดาษทิชชู่, กระดาษห่ออาหาร, ถ้วยกระดาษ, กระดาษกรอง, หนังสือพิมพ์, กระดาษจากสำนักงาน)
- หีบห่อใส่เครื่องปรุงรส (เครื่องเคียง, มัสตาส , เครื่องปรุง)
- หีบห่อเครื่องดื่มที่เป็นอลูมิเนียม
- ขวดแก้วที่ใช้บรรจุเครื่องดื่ม

เทคนิคการลดปริมาณขยะจากอาหาร

- ซื้ออาหารและส่วนประกอบในประมาณมาก จะช่วยลดปริมาณบรรจุภัณฑ์
- นำถ้วย จาน เครื่องมีด กลับมาใช้อีกครั้ง ถ้าเป็นไปได้
- เสริฟเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุโดยตรงเพื่อลดการใช้ถ้วย
- นำของค้างหรืออาหารที่สตอกไว้ออกแจกหรือใช้ก่อน
- ลดอาหารเหลือโดยให้อาหารตามความเหมาะสม เช่น เด็กให้อาหารในประมาณครึ่งหนึ่งของอาหารจานปกติ
- ใช้ผ้าเช็ดปากหรือผ้าคลุมโต๊ะ แทนทระดาษ

เทคนิคการนำมาใช้ใหม่

- การใช้ระยะยาว ใช้พลาสติกซ้ำ หรือใช้พลาสติกหุ้มเมนูอาหารและกระดาษรองจาน
- ใช้ผ้าทำความสะอาดแทนกระดาษทิชชู่ เพราะสามารถใช้ได้บ่อยครั้ง
- ใช้วัสดุชนิดเติมเพื่อจะได้ไม่เพิ่มประมาณพลาสติก
- เศษอาหาร อาหารค้างปริมาณมากให้ส่งไปยังฟาร์มสำหรับเลี้ยงสัตว์ หรือเป็นปุ๋ย

เทคนิคการนำไปผลิตใหม่

- กระป๋องต่างๆนำมาใช้อีกครั้ง แยกขยะกระป๋องเพื่อนำไปรีไซเคิล
- แยกขยะพลาสติกและแก้ว การนำแก้วกลับไปใช้แต่ละครั้งช่วยลดพลังงานถึง 100 วัตต์ ประหยัดไปฟ้าประมาณ 40 ชั่วโมง
- สะสมขยะที่เป็นวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ในการซ่อมแซมชิ้นส่วนวัสดุอื่นๆ
- สอบถามทางร้านค้าให้ใช้วัสดุที่มาจากการรีไซด์เคิลหรือสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

การผสม (Composting)

การผสมขยะอินทรีย์ในดินชั้นดีหรือฟาง จะเหมาะกับภูมิศาสตร์และสวน ส่วนผสมจะเป็นสีดำ มีกลิ่นดิน ดินร่วน ละเอียด และมีแร่ธาตุ

วัสดุต่อไปนี้สามารถเป็นผสมเป็นปุ๋ยได้ เพราะเป็นผลผลิตขั้นสุดท้ายที่เป็นประโยชน์

- ก้านกิ่งไม้เล็กๆ
- เศษหญ้า
- กระดาษ
- ขยะจากสวน
- ถ่านขี้เถ้า
- ใบไม้
- ปุ๋ยจากสัตว์กินพืช
- ขยะจากอาหารส่วนใหญ่ (ยกเว้นเนื้อสัตว์)

ข้อควรระวัง

อาหารบางชนิดไม่สามารถทำเป็นปุ๋ยได้ เพราะไม่ย่อยสลาย ขยะอาหารบางชนิดอาจนำโรคระบาดสู่สัตว์ได้ หรือมีกลิ่นน่ารังเกียจ หรืออาจมีสิ่งปนเปื้อนรวมอยู่ด้วย

โรงพิมพ์ (Printing)

งานพิมพ์จะอยู่ด้วยกัน 5 ประเภทได้แก่ Heatset lithography (Thermography) , Non Heatset lithography, Letterpres printing, Gravure printing และ Screen printing ซึ่งของเสียส่วนใหญ่คือกระดาษและเศษกระดาษที่เหลือจากการตัดแต่ง กระดาษค้างคลัง ที่เสื่อมคุณภาพ ส่วนชนิดอื่นๆ ได้แก่

- หมึกพิมพ์
- สารทำความสะอาด และน้ำยาผสมสี
- น้ำยาล้างรูป
- บรรจุภัณฑ์ (ขวดหมึก น้ำยาเคมี)
- จานพิมพ์อลูมิเนียม
- กระดาษแข็ง

เทคนิคการลดปริมาณขยะ

การจัดเก็บ

- จัดลำดับการใช้กระดาษในคลัง
- สภาพแวดล้อมการจัดเก็บเหมาะสม
- เก็บวัสดุในภาชนะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

การกำจัด

- แยกแยะ ตัวทำละลายที่เป็นอันตราย
- แยกสารละลายออกจากน้ำทิ้ง
- แยกบรรจุภัณฑ์และของเสียที่ไม่เป็นอันตราย
- การส่งกลับผู้จัดหา

คลังสินค้า

- เก็บกระดาษในที่อุณหภูมิเหมาะสมเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพ
- จัดระบบ FIFO
- ตรวจสอบความต้องการก่อนนำเข้าสู่การผลิต
- ตรวจระยะเวลาการจัดเก็บ
- สั่งสินค้าในปริมาณมาก ถ้าทำได้

การเตรียม Plate (Plate Processing)

- ใช้คอมพิวเตอร์ ในการตรวจสอบก่อน เพื่อควบคุมการสูญเสียกระดาษโดยไม่จำเป็น
- ใช้ระบบอัตโนมัติหลายๆอย่างร่วมกันเพื่อลดเวลา เพิ่มคุณภาพและลดปริมาณงานเสีย
- จับโลหะเงินจากอ่างล้าง Plate เพื่อนำไปขาย
- เพิ่ม Ammonia Thiosulphate หรือเคมีที่ช่วยยืดอายุการใช้งานของอ่าง
- ตรวจวัด pH โดยใช้อุปกรณ์วัดดีกว่ากะด้วยสายตา
- ใช้สัดส่วนระหว่างตัว Developer กับ Fixer ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

การพิมพ์

- ปิดฝาขวดหมึกหลังเลิกใช้งาน
- จัดลำดับมาตรฐานการใช้งานสีหมึกจากอ่อนไปเข้มเพื่อป้องกันการทำความสะอาดโดยไม่จำเป็น
- ทำการฉีดสารละลายเพื่อป้องกันการแห้งตัว

การใช้วัสดุอื่นทดแทน

- ใช้หมึกที่มีอันตรายน้อยกว่า
- เลือกใช้ตัว Developer ที่ไม่มีหรือมี Isopropyl Alcohol น้อย
- ใช้ตัวทำละลายในที่ที่จัดไว้
- ใช้ตัวทำละลายเป็นจุดๆ ไปแทนการแช่
- ใช้กระบวนการทำ Plate ที่มีโลหะเงินเกี่ยวข้องน้อย เพื่อป้องกัน Silver halide ปนเปื้อนอยู่ในอ่าง

การนำกลับมาใช้ใหม่ การผลิตใหม่

- หาทางเลือกอื่นในการใช้ภาชนะบรรจุ แทนการทิ้ง อาจส่งให้บริษัทอื่นเพื่อนำไปใช้ได้
- ใช้กระดาษที่พิมพ์เสีย ในงานที่ไม่สำคัญเช่น กระดาษ บันทึกภายใน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>โรงงานขึ้นรูปและตกแต่งโลหะ (Metal Finishing and Fabrication)</u>

ชนิดของขยะอุตสาหกรรมประกอบโลหะมีดังนี้

- ตัวทำละลาย
- ขยะประเภทสี และ โลหะหนัก
- กรดเข้มข้น และ ขยะที่มีฤทธิ์เป็นด่าง
- สารติดไฟ และขยะกัมมันตภาพ
- การชุบ และสารละลายกัดโลหะ

- ขยะประเภทน้ำมัน
- ตะกอนโลหะหนักในน้ำเสีย
  - ฝุ่นโลหะ ผงและชิ้นโลหะที่ตัดเหลือ

การจัดเก็บ และกำจัด (Storage/ Disposal/ Inventory)

- แยกขยะ
- เก็บวัสดุในภาชนะที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก
- ที่จัดเก็บต้องอยู่ห่างจากทางสัญจรหรือต้องมิดชิด
- ป้องกันการหกและรั่วโดยการติดตั้งถาดกันหยดหรือตัวป้องกันกระฉอกรอบๆ อุปกรณ์
- ใช้การเช็ดในที่ ที่กระทำได้ เพื่อลดปริมาณน้ำเสีย
- ใช้นโยบาย First in- First out สำหรับวัตถุดิบเพื่อหลีกเลี่ยงของเก่าเก็บเกินที่จะใช้
- ให้มีผู้รับผิดชอบการซ่อมบำรุง และการแจกจ่ายวัตถุดิบ

การลดปริมาณเคมีที่หลุดหาย (Drugout Reduction)

- ใช้ส่วนผสมการชุบน้อยที่ความเข้มข้นต่ำที่สุดในแต่ละช่วงการใช้งาน
- ใช้อุณหภูมิในการชุบสูงสุดที่สารละลายความหนืดต่ำ
- ใช้สื่อซึ่งช่วยลดความตึงผิวของสารละลายในกระบวนการชุบ
- ติดตั้งแผงระบายน้ำในระหว่างอ่างชุบ และอ่างล้าง ที่จะเป็นการนำสารเคมีกลับไปยังอ่างชุบอีก
- ติดตั้งรางเหนืออ่างน้ำ เพื่อยกชิ้นงานตากแห้งก่อนล้าง
- นำชิ้นงานออกจากอ่างอย่างช้าๆ เพื่อให้สารชุบกลับลงสู่อ่างชุบมากที่สุด

การใช้สารทำละลาย (Solvent Use)

- ติดตั้งฝาปิดที่มิดชิดเพื่อป้องกันการระเหยสู่อากาศ
- เพิ่มพื้นที่แผงอิสระในอ่างเพื่อช่วยควบคุมการแพร่กระจาย
- ติดตั้งแผงความเย็นในอ่าง ทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวระบายความร้อน เพื่อลดการสูญเสียไอ
- ยืดอายุตัวทำละลายโดยการทำความสะอาดชิ้นงาน โดยการถู ใช้พัดลมเป่าหรือจุ่มลงในน้ำล้างแร่ก่อน
- รักษาอายุการใช้งานของตัวทำละลาย โดยเติมส่วนประกอบที่ต้องการ แทนที่จะใช้ตัวทำละลายใหม่

การปฏิบัติงาน (Operating Practices)

- ไม่ควรให้ชิ้นส่วนทำการล้างไขมัน ระหว่างที่เปียก เพื่อป้องกันการก่อตัวเป็นกรด
- ถ่ายตะกอนออกจากอ่างบ่อยๆ ตะกอนจะดูดซึมตัวทำละลายจากอ่าง ทำให้ประสิทธิภาพการเกิดปฏิกิริยาลดลง
- พื้นที่ตั้งแหล่งกำเนิดความเย็นในการทำความสะอาดชิ้นงาน ต้องอยู่ห่างจากแหล่งความร้อน
- หลีกเลี่ยงการพ่นชิ้นส่วนเหนือบริเวณไอ หรือ แผงทำความเย็น เพื่อป้องกันการระเหยสู่อากาศ

การใช้วัสดุทดแทน (Material Substitution)

- แทนที่ ไซยาไนด์ และเกลือแบเรี่ยม ในกระบวนการทางความร้อนโลหะ ด้วยทางเลือกอื่นๆ รวมถึงการใช้ ซัลเฟต หรือ คลอไรด์ ด้วย
- ใช้น้ำยาชุบที่เป็นอันตรายน้อย ใช้ ซิงค์ แทนแคดเมี่ยม หรือ ไตรวาเลนท์ โครเมี่ยม แทน เฮกสะวาเลนท์ โครเมี่ยม
- ใช้เทคโนโลยีในการอบชุบ (เช่นการเปลี่ยนอิออน การกลายเป็นไอ และการเคลือบโลหะด้วย อิเลคโตรไลติค) ซึ่งไม่ใช่วิธีปกติทั่วไปที่ทำให้เกิดการตกตะกอนของโลหะหนัก
- ใช้ตัวทำความสะอาดที่เป็นด่างแทนตัวทำละลาย ตัวทำความสะอาดด่างบางชนิดซึ่งสามารถกำจัดได้โดยวิธีปกติทั่วไป

การนำกลับมาใช้หรือผลิตใหม่ (Recovery/ Reuse/ Recycle)

- นำกรดที่ใช้ล้างกลับมาใช้อีก
- ปรับสภาพน้ำล้างหรือ การทำให้เป็นกลางก่อนปล่อยออก
- หาวิธีในการกำจัดภาชนะ หรือ วัสดุบนชั้นวาง หรือถ้าเป็นไปได้บริษัทอื่นๆอาจต้องการใช้ของที่ไม่ใช้นี้

<u>โกดังเก็บและกระจายสินค้า (Warehouse and Distribution)</u>

ขยะได้แก่

- กระดาษแข็งย่น

- กล่องกระดาษอัด
- เพลเลทไม้
- พลาสติกห่อของ
- ถุงพลาสติก
- สายรัดพลาสติก/ โลหะ
- โฟม (Polystyrene)
- กระดาษคราฟ
- สินค้าชำรุด เสียหาย

วิธีการลดปริมาณขยะ

การจัดเก็บ (Storage and Inventory Control)

- ใช้ FIFO เพื่อหลีกเลี่ยงสินค้าเสื่อมคุณภาพ
- ใช้ คอมพิวเตอร์ ในการควบคุม
- ดูแลรักษา รถยก รถบรรทุกยกลัง และอุปกรณ์ขนย้ายต่างๆ ให้อยู่ในสภาพดี
- มีการควบคุมการหกหล่น รั่วไหล ที่เพียงพอ กรณีมีการจัดเก็บของเหลว
- มีระเบียบการจัดเก็บและแยกแยะวัสดุอันตราย
- ฝึกอบรมพนักงานไว้ปฏิบัติงาน โดยไม่เกิดความเสียหายแก่สินค้า
- ชั้นวางของต้องแข็งแรงทนทาน และไม่วางของหนักเกินไป

การจัดส่งและรับของ (Shipping/ Receiving)

- บริเวณส่งของจะต้องสะอาด เรียบร้อย เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนต่อวัสดุ หีห่อ และสินค้า
- ซื้อวัสดุในการจัดส่งที่มีการนำมาผลิตใหม่
- ซื้อวัสดุขนส่งที่ใช้แล้ว เช่น บรรจุภัณฑ์ จากบริษัทข้างเคียง
- ใช้ขนาดหีบห่อที่เหมาะสมในการขนส่ง
- ติด ฉลากบนหีบห่อโดยตรงแทนการใช้พลาสติกหรือกระดาษแข็งหุ้ม เช่นนี้จะทำให้นำกลับมาใช้อีกไม่ได้

การจัดหา (Procurement)

- ขอให้ผู้จัดหา (Supplier) ให้ใช้หีบห่อที่ใช้แล้วตามที่สามารถทำได้
- ขอให้ผู้จัดหาใช้วัสดุขนส่งด้วยของที่มีอยู่เดิมให้นำกลับมาใช้อีก

- ถ้าเป็นไปได้ให้ตกลงกับผู้จัดหาให้เช่าเพลเลทมาใช้ แทนการซื้อใหม่
- ขอให้ผู้จัดหา บรรจุสินค้าในหีบห่อที่ใหญ่ๆ หลีกเลี่ยงการบรรจุเดี่ยวๆ
- ขอให้ผู้จัดหา นำหีบห่อมาใช้บรรจุสินค้าอีก

การลด (Reduce)

- ใช้ เทป หนังรัด และใช้สายรัดหีบห่อ ในจำนวนน้อย
- หลีกเลี่ยงการบรรจุมากเกินไป โดยใช้ขนาดหีบห่อที่เหมาะสมสำหรับสินค้าที่ขนส่ง
- บรรจุในหีบห่อขนาดใหญ่ หลีกเลี่ยงการบรรจุเดี่ยว
- ลดการแตกร้าว หรือ หก ด้วยการใช้ วัสดุขนส่งอย่างเหมาะสม และวิธีการเก็บที่เหมาะสม

การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse)

- ใช้กล่องของ ผู้จัดหา ที่ขนส่งสินค้ามาให้กับลูกค้า
- ให้บริษัท เช่าเพลเลท แทนการซื้อใหม่
- สะสมถังสำหรับใช้เป็นหีบห่อวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก
- ถังต้องทำความสะอาดได้
- ใช้กระดาษอีกโดยทำเป็นชิ้นเล็กเพื่อใช้ในการบรรจุหีบห่อ

การนำมาผลิตใหม่ (Recycle)

- ใช้ถังใส่วัสดุที่สามารถนำมาใช้ได้อีก
- ถังต้องทำความสะอาดได้
- นำกระดาษแข็ง กล่องกระดาษ สายรัดของ พลาสติก และภาชนะแก้ว กลับมาใช้อีก
- ซื้อ หีบห่อสินค้าที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก
- ชักชวนให้ผู้จัดหาใช้วัสดุที่มีอยู่
- วัสดุที่แตกหรือหักระหว่างขนส่ง ให้นำมาผลิตใหม่

ภาคผนวก ข. เครื่องมือสำหรับการออกแบบสวนนิเวศน์อุตสาหกรรมเชิงเศรษฐศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

เครื่องมือสำหรับการออกแบบสวนนิเวศน์อุตสาหกรรมเชิงเศรษฐศาสตร์ (TOOLS FOR ECO-INDUSTRIAL PARK PLANNING)

หน่วยงานพิทักษ์รักษาสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (EPA : Environmental Protection Agency) ได้พัฒนาโปรแกรมซึ่งช่วยในการออกแบบโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างอุตสหกรรมใน EIP ซึ่งในโปรแกรมจะประกอบด้วยฐานข้อมูลอุตสาหกรรม Optimization model สำหรับหลายวัตถุประสงค์ รวมถึงข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับวัสดุ ทั้งด้านจำนวนและมูลค่า
เครื่องมือนี้จะประกอบด้วย

Facility Synergy Tools (FaST)

FaST จะให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการออกแบบ EIP ซึ่งข้อมูลจะประกอบด้วยผลผลิตพลอยได้ (NPO : Non Product Output) พลังงาน และน้ำ ที่ได้และใช้ในแต่ละอุตสาหกรรม ผู้ใช้สามารถเลือกประเภทอุตสาหกรรมที่ต้องการให้อยู่ใน EIP ได้ หรือสามารถที่จะเพิ่มเติมข้อมูลของอุตสาหกรรมเข้าไปในฐานข้อมูลเดิมได้

Designing Industrial Ecosystems Tool (DIET)

DIET เป็นแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Optimization Model) โปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการออกแบบ EIP ซึ่งให้ประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมและมีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ โปรแกรมนี้จะเชื่อมต่อกับโปรแกรม FaST และ ReaLiTy ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าไปแก้ไขประเภทอุตสาหกรรมและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ หลังจากนั้นทำการคำนวณใหม่ด้วยโปรแกรม DIET จนกว่าจะได้ EIP ที่จุดที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดตามต้องการ

Regulatory, Economic, and Logistics Tool (ReaLiTy)

ReaLiTy✓ เป็นโปรแกรมที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับกฎหมาย มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการจัดเก็บจัดส่ง สำหรับวัสดุที่ใช้และวัสดุที่ถูกนำมาใช้ใหม่ และการไหลของพลัง

งานในโครงข่ายของ EIP ข้อมูลนี้จำเป็นสำหรับการประเมินความเป็นไปได้ในการแลกเปลี่ยนวัสดุและพลังงาน โดยจะระบุถึงขอบข่ายที่เป็นไปได้ในเชิงกฎหมายด้วย

หมายเหตุ

- โปรแกรม FaST และ DIET ขณะนี้อยู่ในขั้นทดลองใช้ (Demonstration Version)
- โปรแกรม ReaLiTy ขณะนี้อยู่ในระหว่างการพัฒนา
- โปรแกรมทั้ง 3 ใช้กับ

Computer Hardware

IBM PC-Compatible machine

Minimum 486DX2 with math co-processor

8 megabytes of RAM

Operating System

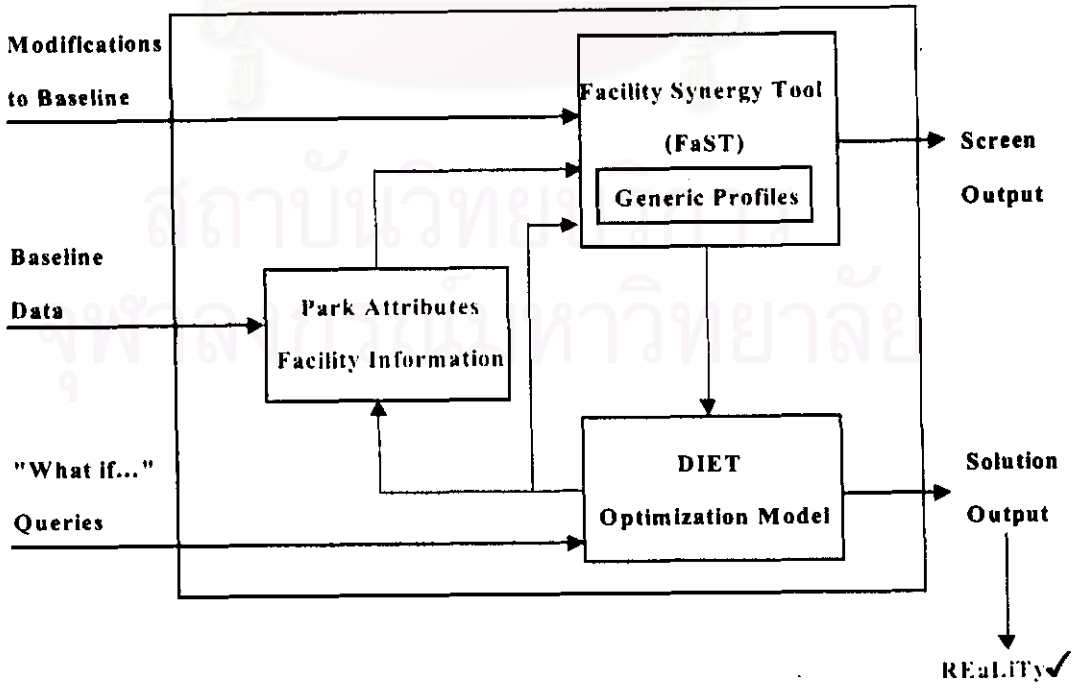
Windows 3.1, Windows95, or Windows97 operating system

Computer Software

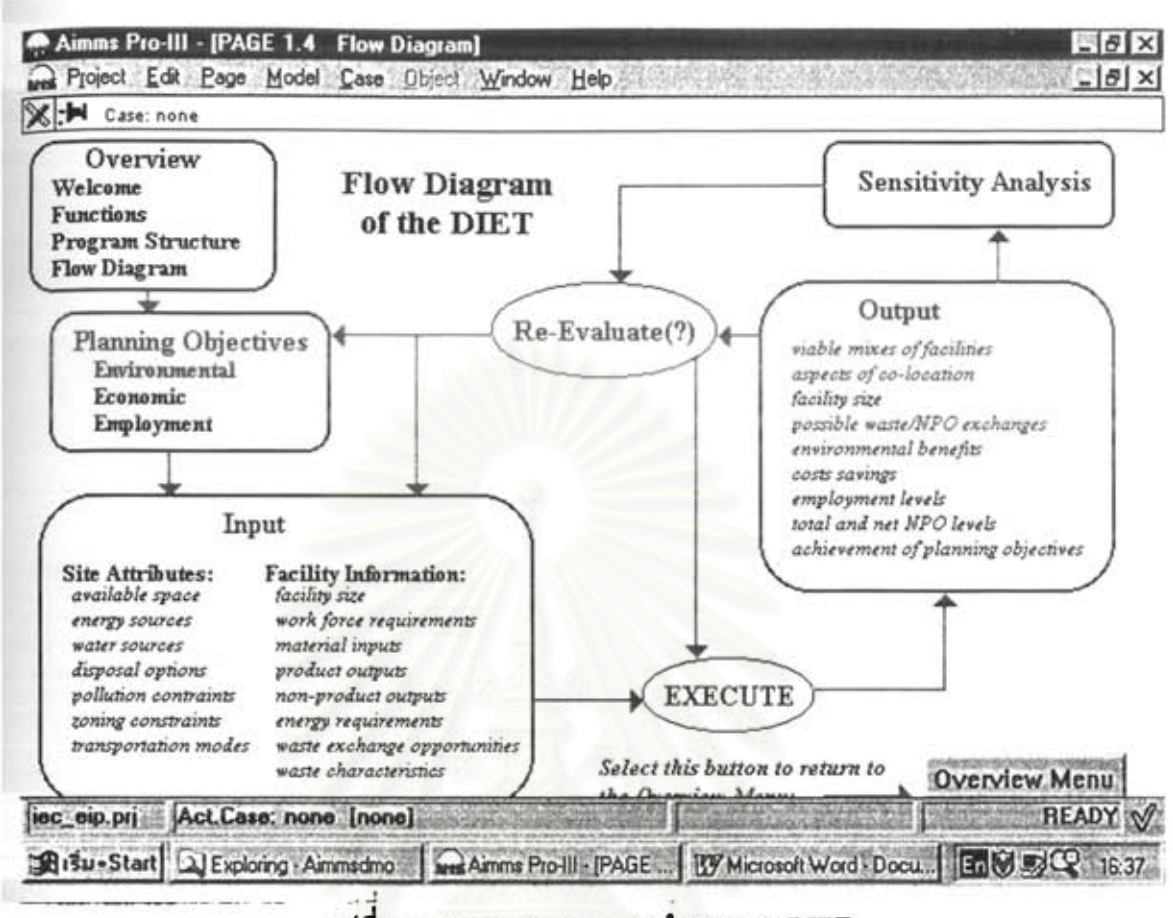
FaST : Microsoft Access

DIET : AIMMS (Paragon Decision Technology)

โครงสร้างของโปรแกรม (Program Structure)



รูปที่ ข.1 โครงสร้างโปรแกรม FaST, DIET และ ReaLiTy✓



รูปที่ ข.2 Flow Diagram การทำงานของ DIET

รูปที่ ข.1 แสดงการทำงานที่สัมพันธ์กันของโปรแกรม FaST และ DIET จะเห็นว่าโปรแกรม FaST จะทำการ Generate โมเดลสำหรับอุตสาหกรรมที่เลือก เพื่อสร้างเป็นโครงข่ายวัตถุดิบ เมื่อได้โมเดลแล้ว ทำการประเมินโมเดลโดยใช้โปรแกรม DIET

สำหรับในรูป ข.2 แสดงการทำงานภายในโปรแกรม DIET ซึ่งจะประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนรายละเอียดการทำงานของโปรแกรม ส่วนแสดงวัตถุประสงค์ในการประเมิน ส่วนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรม อันได้แก่ข้อมูลพื้นที่ ข้อมูลผลิตภัณฑ์ ข้อมูลวัตถุดิบ ข้อมูล NPO และข้อมูลของเสีย ส่วนที่ 4 ได้แก่ข้อมูลผลการประเมิน ซึ่งมีรายละเอียดเหมือนส่วน Input แต่ค่าที่ได้จะเป็นค่าที่แนะนำสำหรับโครงข่ายที่เกิดผลตอบแทนสูงสุด ที่วัตถุประสงค์ที่กำหนด และส่วนสุดท้ายคือการวิเคราะห์ความไว

ภาคผนวก ค. การทำงานของโปรแกรม FaST

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

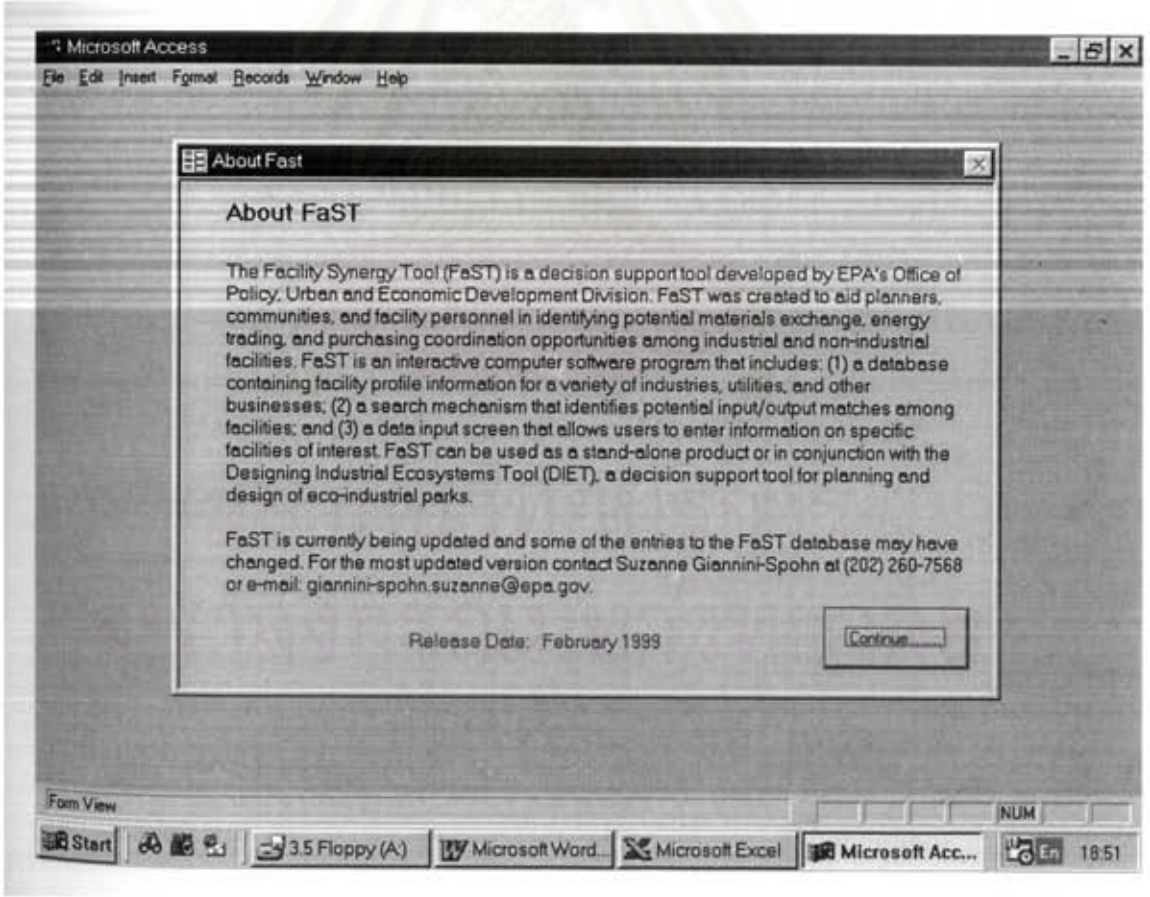
การทำงานของโปรแกรม FaST

Facility Synergy Tools (FaST)

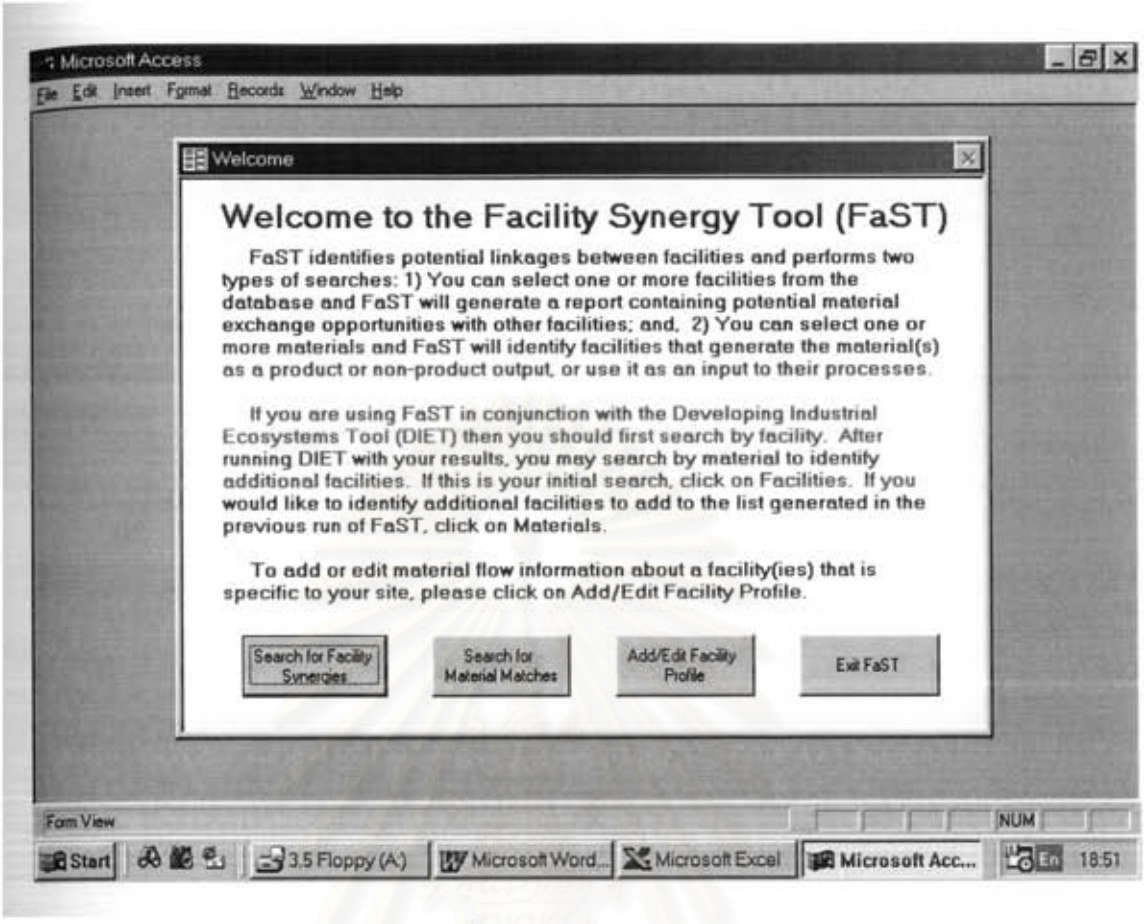
FaST เป็นฐานข้อมูลที่พัฒนาบน Microsoft Access ใช้ในการชี้บ่งอุตสาหกรรมที่สามารถแลกเปลี่ยนวัสดุกันได้ (โครงข่ายแลกเปลี่ยน) ซึ่งในฐานข้อมูลจะประกอบด้วย 3 ตารางได้แก่

1. ตารางแสดงรายละเอียดของผลผลิตพลอยได้หรือของเสีย
2. ตารางแสดงการแลกเปลี่ยน โดยระบุอุตสาหกรรมว่าเป็นผู้ใช้ NPO หรือเป็นผู้ผลิต NPO
3. ตารางกำหนดวัสดุ (NPO) ว่าห้ามนำไปใช้เป็น Input สำหรับอุตสาหกรรมใด

เมื่อทำการเปิดโปรแกรม FaST จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ ค.1



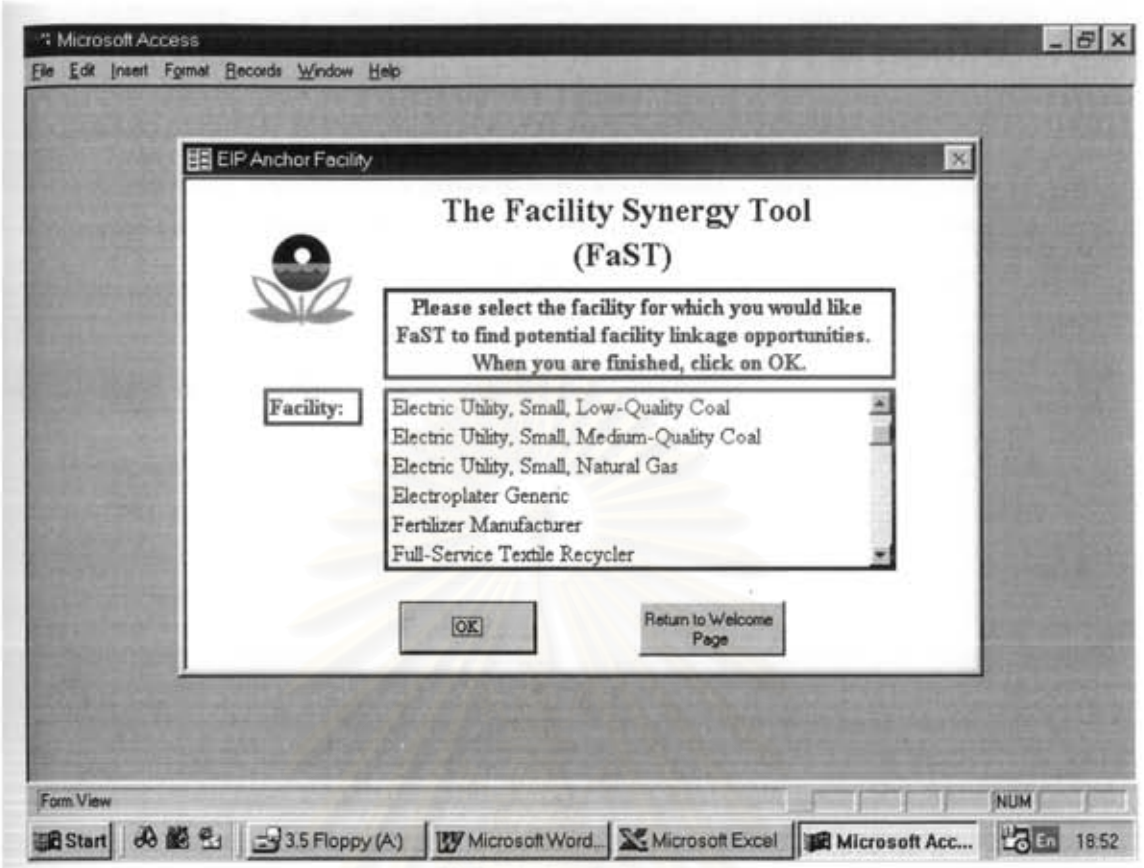
รูปที่ ค.1 หน้าจออธิบายรายละเอียดของ FaST



รูปที่ ค.2 หน้าจอเมนูหลัก

หลังจากกดปุ่ม Continue จะเข้าสู่หน้าจอดังรูปที่ ค.2 ซึ่งเป็นหน้าจอเมนูหลัก สามารถเลือกเข้าไปเพื่อทำการ ค้นหาข้อมูล แยกตามประเภทโรงงานอุตสาหกรรมหรือแยกตามประเภทของวัสดุ หรือสามารถที่จะเข้าไปทำการเพิ่มโรงงานอุตสาหกรรมใหม่หรือแก้ไขข้อมูลอุตสาหกรรมเก่าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล Access ได้

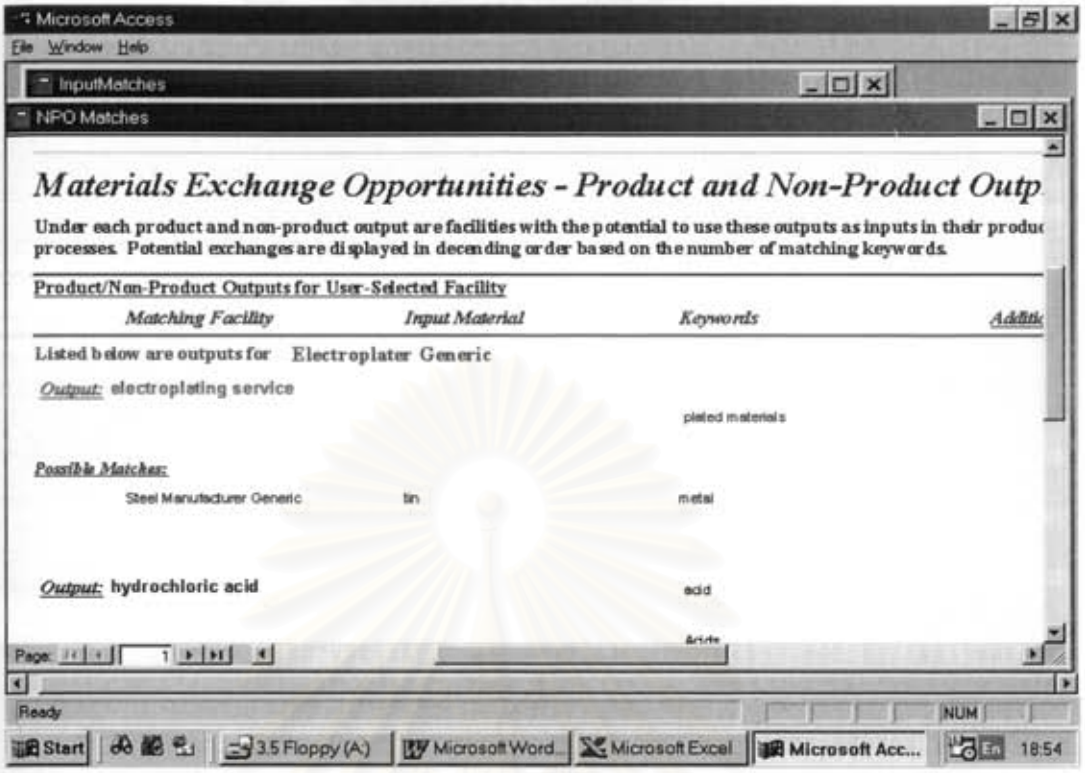
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



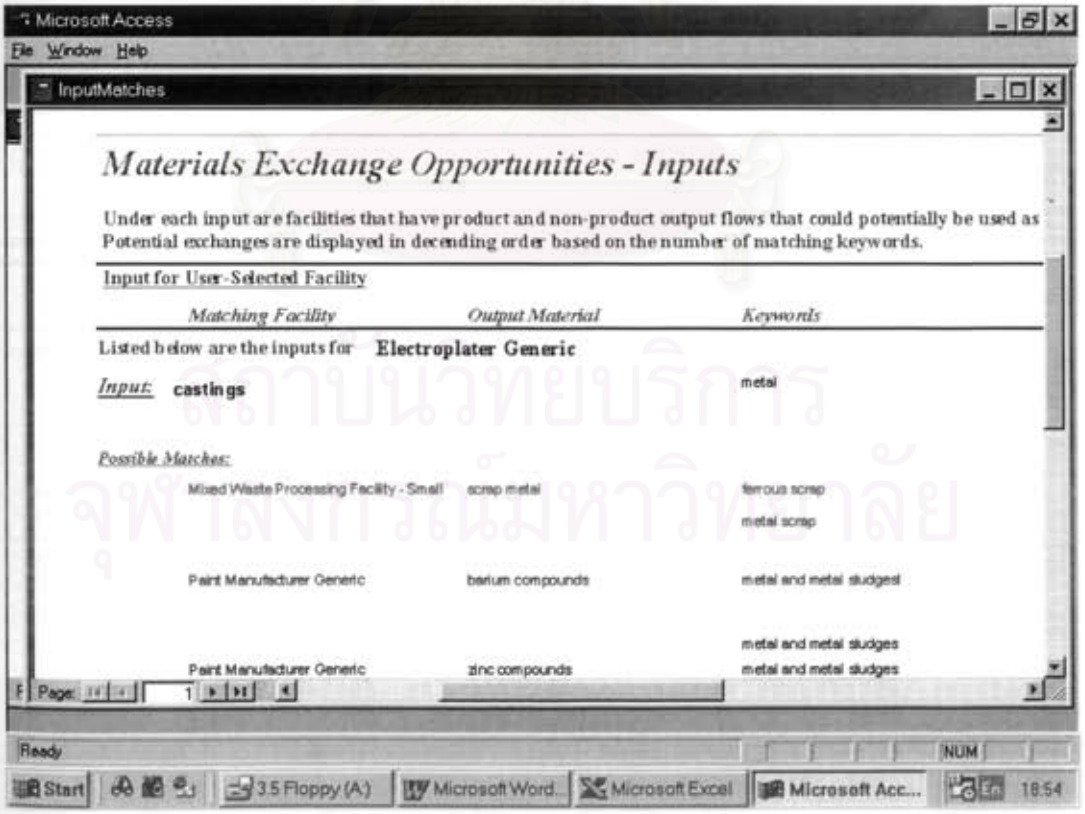
รูปที่ ค.3 หน้าจอแสดงรายการโรงงานอุตสาหกรรม

หน้าจอนี้จะแสดงชื่อโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูล โปรแกรม FaST จะระบุการแลกเปลี่ยนวัสดุที่เป็นไปได้ของโรงงานที่เลือก โดยการเปรียบเทียบ(Search) จาก Record ในฐานข้อมูล ซึ่งอาจหมายถึงโรงงานที่เลือกเป็นผู้ผลิต NPO ให้กับโรงงานอื่นได้ หรือสามารถนำเอา NPO จากโรงงานมาใช้ได้ ซึ่งผลการชี้บ่งจะแสดงในรูปรายงาน (ใช้คำสั่ง View)

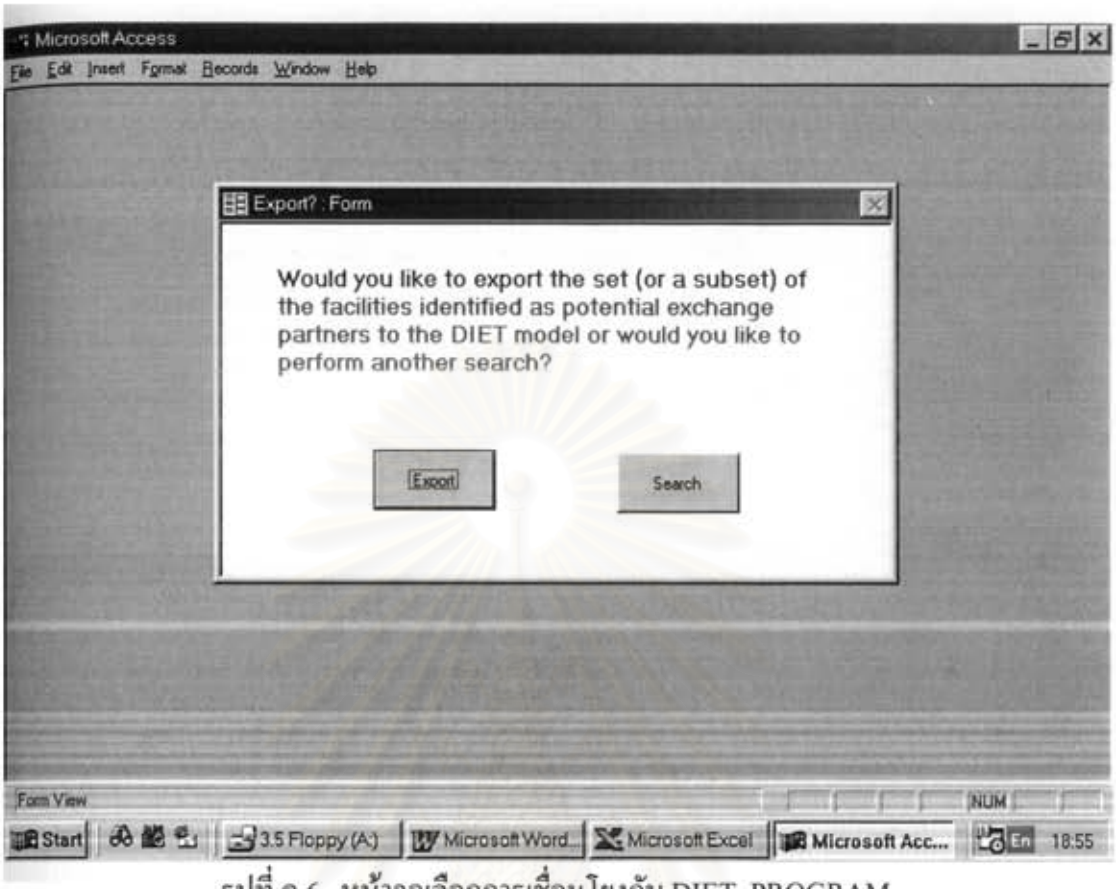
ในการเลือกโรงงานอุตสาหกรรม 1 โรงงาน แล้วกด OK โปรแกรมจะถามว่าต้องการเลือกโรงงานอื่นอีกหรือไม่ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบว่าต้องการให้มีโรงงานหลักใดบ้าง



รูปที่ ค. 4 หน้าจอแสดงรายงานการแลกเปลี่ยนวัสดุที่เป็นไปได้ กรณีโรงงานที่เลือกเป็นผู้ผลิต NPO



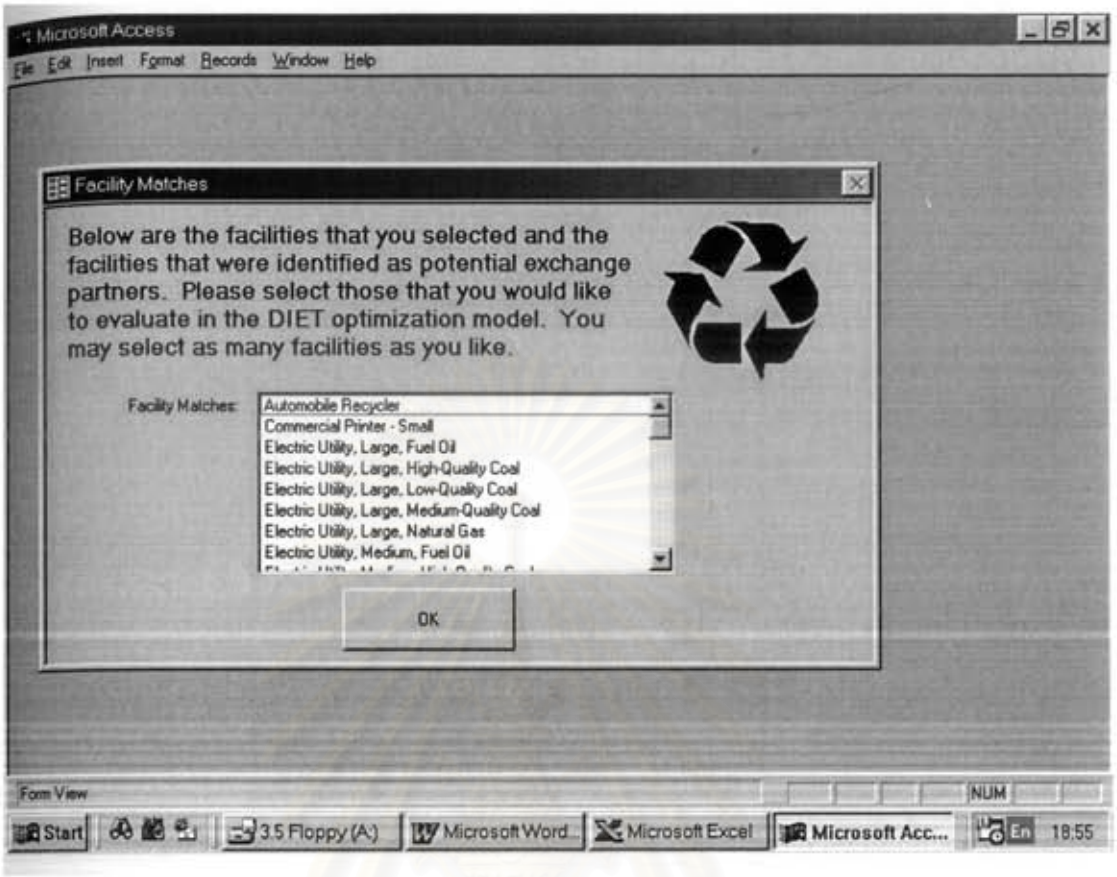
รูปที่ ค.5 หน้าจอรายงานการแลกเปลี่ยนวัสดุที่เป็นไปได้ กรณีโรงงานที่เลือกเป็นผู้ใช้ NPO



รูปที่ ค.6 หน้าจอเลือกการเชื่อมโยงกับ DIET PROGRAM

หลังจากเลือกอุตสาหกรรมแล้ว จะปรากฏหน้าจอนี้ขึ้น ซึ่งจะถามว่าจะ Link กับโปรแกรม DIET หรือไม่ ถ้าเลือกโปรแกรมจะส่งข้อมูลไปยัง DIET โดยทำการ Generate Model Program ซึ่งสามารถเรียกใช้ได้โดยโปรแกรม AIMMS สำหรับปุ่ม Search ใช้สำหรับเลือกวัสดุที่ต้องการเพิ่มเติม โดยจะกลับยังหน้าจอเมนู

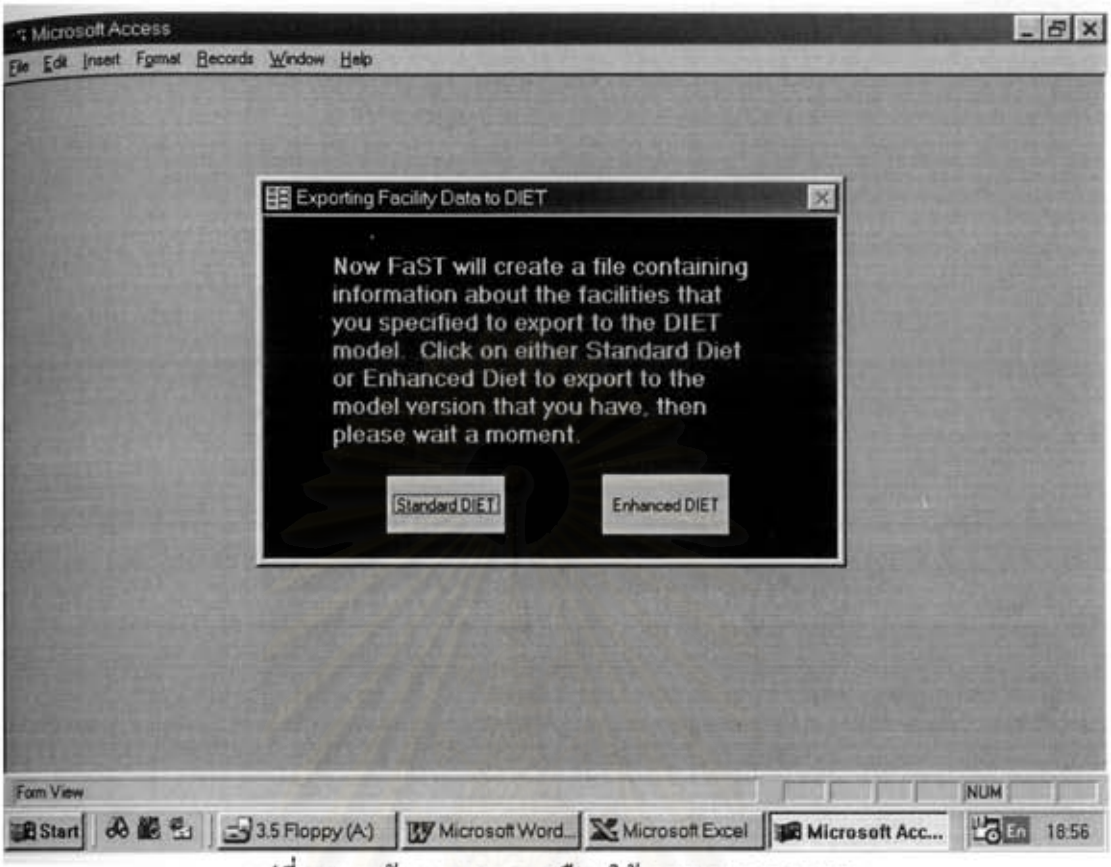
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.7 หน้าจอแสดงรายชื่อโรงงานที่เลือกและที่สามารถสร้างการเชื่อมโยงวัสดุได้

หน้าจอนี้จะแสดงชื่อของโรงงานอุตสาหกรรม จากอุตสาหกรรมที่เลือก โปรแกรมได้ทำการระบุอุตสาหกรรมที่สามารถเชื่อมโยงวัสดุได้ และแสดงทางหน้าจอนี้เพื่อให้ผู้ออกแบบ EIP สามารถเลือกได้ต้องการให้เป็นโรงงานใด ที่จะนำไปใช้ในการคำนวณหา Optimal โดยโปรแกรม DIET ซึ่งสามารถเลือกได้มากเท่าที่ต้องการ

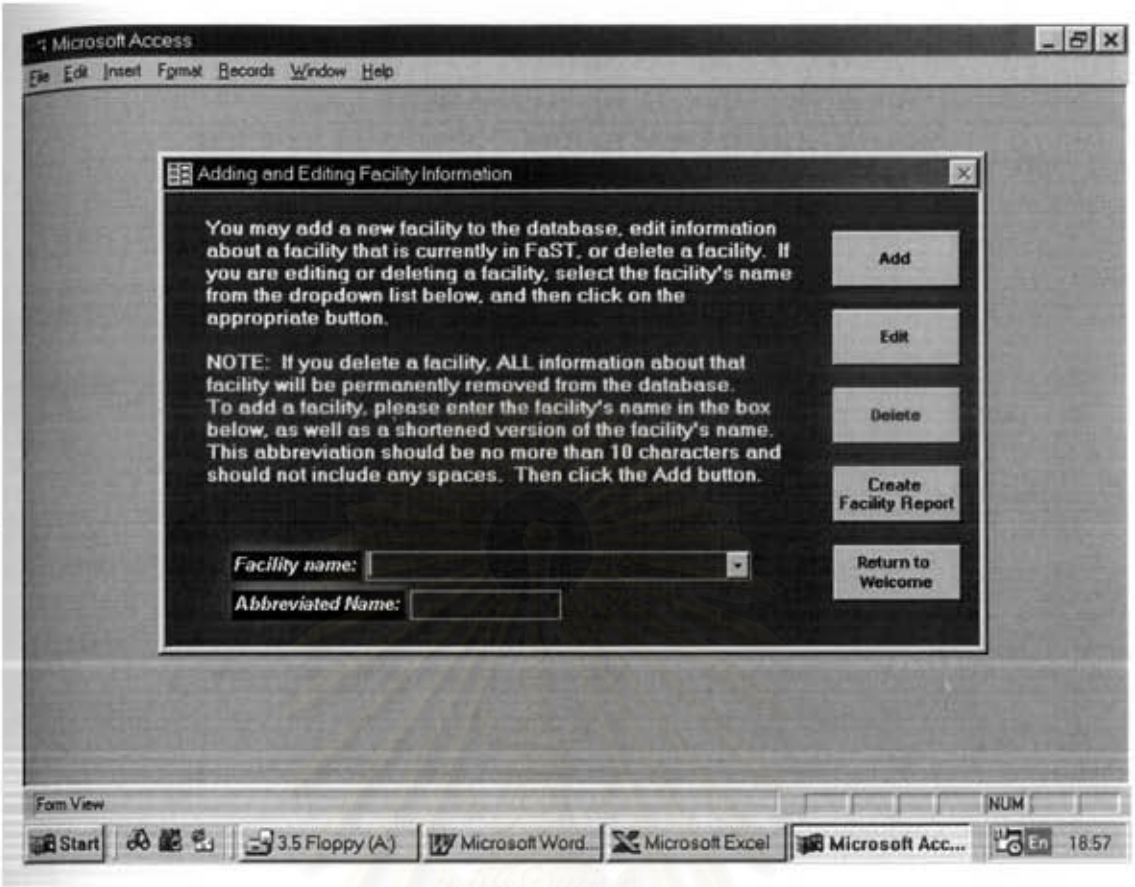
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.8 หน้าจอแสดงการเลือกใช้ DIET PROGRAM

สำหรับเลือกว่าจะใช้โปรแกรม DIET มาตรฐานหรือโปรแกรมที่มี หลังจากเลือกแล้ว จะออกจากโปรแกรม FaST โดยอัตโนมัติ จากนั้นจึงไปเปิดโปรแกรม AIMMS เพื่อ Run โปรแกรม DIET โดยใช้ Model ที่ได้จากการ Generate ข้อมูลที่ส่งไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

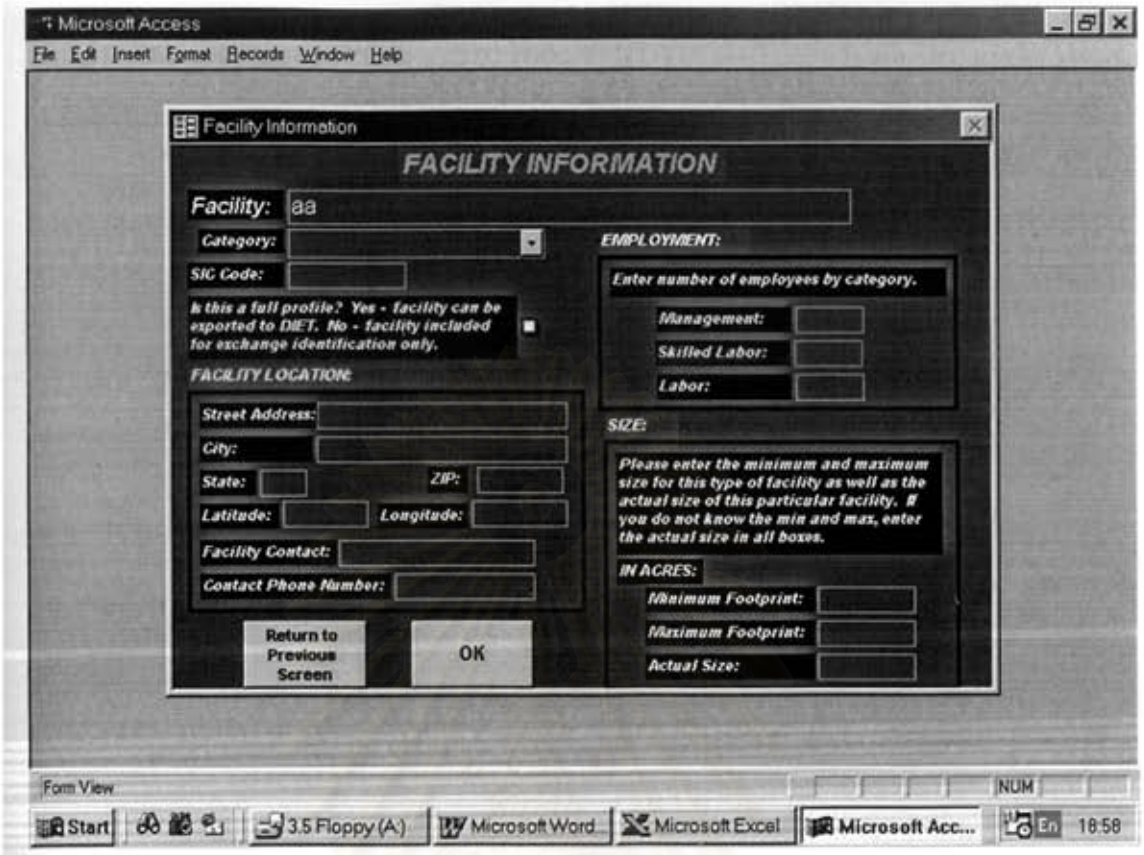


รูปที่ ค.9 หน้าจอสำหรับ แก้ไข เพิ่มเติมฐานข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม

จากหน้าจอนี้ ผู้ออกแบบ EIP สามารถเลือกรายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเดิมได้ เมื่อเลือกแล้วก็กดปุ่ม Edit เพื่อทำการแก้ไข หรือลบทิ้งได้ หรือ สามารถคีย์รายชื่อโรงงานใหม่เข้าไปได้ หลังจากคีย์แล้วกดปุ่ม Add

สำหรับปุ่ม Create Facility Report ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดที่มีในฐานข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.10 หน้าจอแสดงรายละเอียดโรงงานอุตสาหกรรม

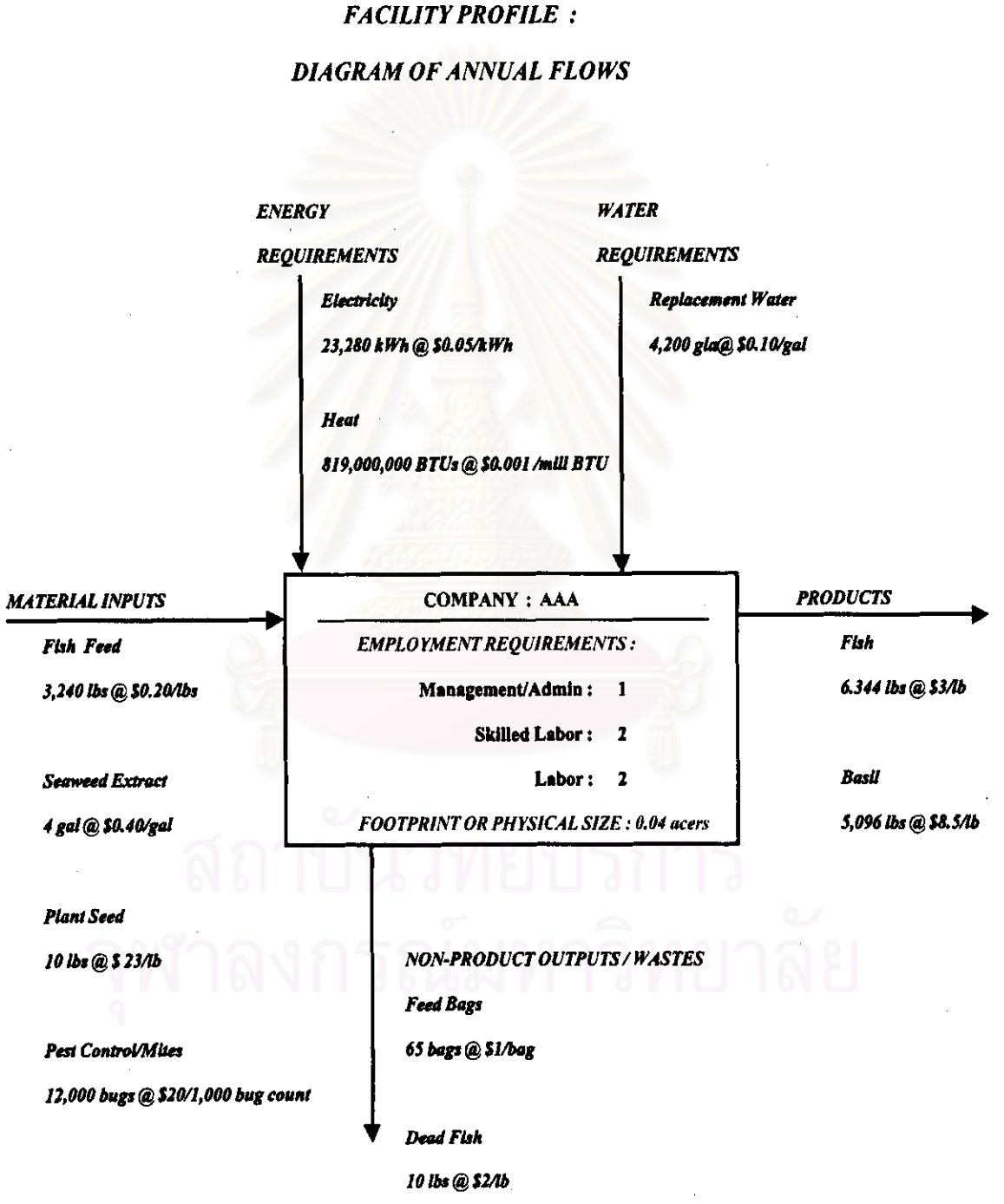
หลังจากกดปุ่ม Add จะปรากฏหน้าจอในรูปที่ ค.10 ใช้สำหรับคีย์รายละเอียดต่างๆของอุตสาหกรรมนั้นๆ ได้แก่ ชื่อ ที่ตั้ง หมายเลขโทรศัพท์ และบุคคลที่ติดต่อได้ จำนวนพนักงานในแต่ละระดับ ขนาดของพื้นที่โรงงาน กระบวนการผลิต เมื่อคีย์ข้อมูลข้างต้นแล้ว กดปุ่ม OK จะเข้าสู่หน้าจอ Primary Product และ Secondary Product ตามลำดับ ซึ่งเป็นหน้าจอสำหรับคีย์รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ในด้านปริมาณการผลิต มูลค่าทางตลาด การกำจัด ค่าใช้จ่ายในการกำจัด

ถัดจากนั้นจะเป็นหน้าจอสำหรับคีย์วัสดุนำเข้าของโรงงาน โดยจะมีข้อมูลทั่วไป เช่นชื่อ ลักษณะ ปริมาณ หน่วย ค่าใช้จ่ายในกรณีที่เป็นวัสดุใหม่ หรือค่าใช้จ่ายในกรณีที่เป็นการนำของเสียมาใช้ วิธีการกำจัด และค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัสดุเหลือใช้นั้น

หน้าจอสุดท้ายจะเป็นหน้าจอ Non-Product Output (NPO) สำหรับคีย์ข้อมูลผลผลิตพลอยได้ของอุตสาหกรรมว่ามีผลผลิตพลอยได้อะไรบ้าง รายละเอียดของ NPO ปริมาณที่ได้ต่อปี ราคา การกำจัดและค่าใช้จ่ายในการกำจัด

<u>หมายเหตุ</u> หน้าจอ Primary Product, Secondary Product จนถึงหน้าจอสุดท้ายไม่สามารถเปิดได้ เนื่องจากมีความผิดพลาดของโปรแกรมในเรื่องของเวลา จึงทำให้ไม่สามารถคีย์ข้อมูลลงไปได้ และไม่สามารถพิมพ์ออกมาได้ จึงไม่ได้แสดงในภาคผนวกนี้

ในการเก็บรวมรวมข้อมูลเพื่อนำมาคีย์ในฐานข้อมูล ควรเก็บข้อมูลดังนี้



รูปที่ ค.11 แสดงรายละเอียดในการเก็บข้อมูลของแต่ละอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ง. การทำงานของโปรแกรม DIET

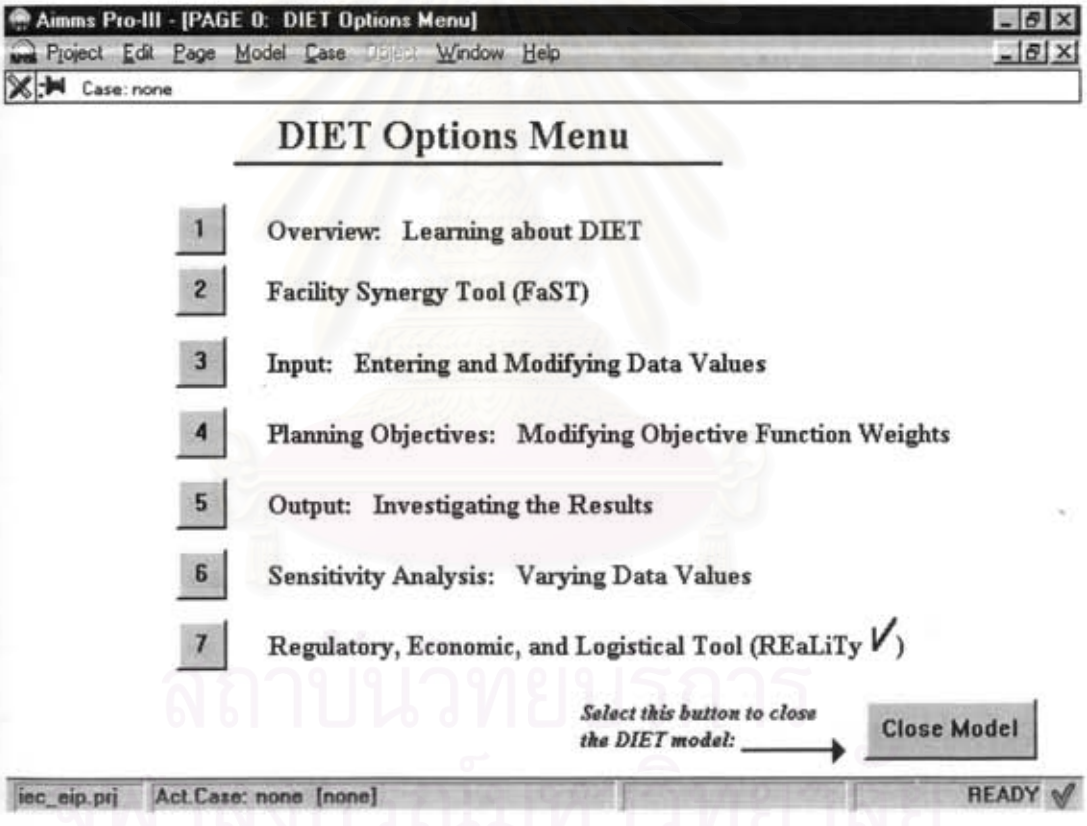
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

การทำงานของโปรแกรม DIET

การใช้ DIET (Designing Industrial Ecosystems Tool

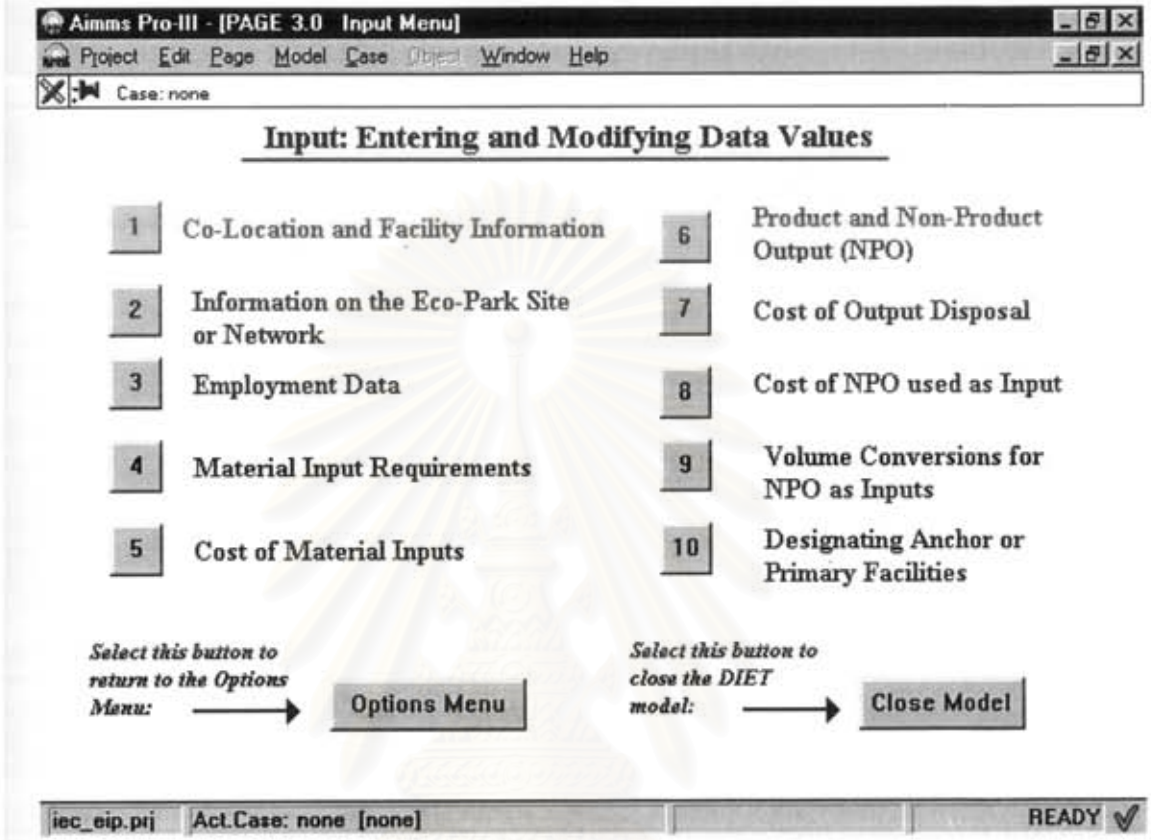
หลังจากเรียกใช้ FaST แล้วเรียกใช้ DIET โดยโปรแกรม AIMMS โปรแกรมจะทำการ Compile และ Execute โมเดล จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม DIET

หน้าจอนี้เป็นเมนูหลักของโปรแกรม โดยสามารถที่จะเชื่อมต่อกับโปรแกรม FaST ซึ่งถ้าเลือกอุตสาหกรรมจากฐานข้อมูล (Access) ของ FaST แล้วจะ Generate โมเดล ให้โดยอัตโนมัติ หลังจากนั้นสามารถทำการแก้ไขข้อมูลที่คีย์เข้าไปได้และสามารถ Execute เพื่อดูผลการคำนวณได้เลย โดยเลือกได้จากเมนูที่ 5 สำหรับเมนูที่ 6 จะใช้เพื่อวิเคราะห์ความไวของโมเดล และเมนูที่ 7 จะ

ช่วยในการกำหนดข้อกำหนดเฉพาะสำหรับอุตสาหกรรมนั้น ทั้งในเรื่องกฎหมาย การจัดเก็บ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในฐานข้อมูล Access



รูปที่ ง.2 หน้าจอเมนูย่อยของเมนูหลัก Input

เมื่อเข้าสู่เมนูที่ 3 จะปรากฏเมนูย่อย 10 เมนู ดังแสดงในรูปที่ ง.2 ซึ่งในแต่ละเมนูจะแสดงค่าข้อมูลของอุตสาหกรรมที่คีย์ไว้ใน Model ข้างต้น สามารถทำการแก้ไขเพื่อดูผลการคำนวณได้ แต่ไม่สามารถทำการบันทึกทับข้อมูลเก่าได้ เนื่องจากข้อมูลจะมาจากฐานข้อมูลของโปรแกรม FaST สำหรับกรณีที่ต้องการบันทึกเฉพาะโมเดลนี้ สามารถทำการแก้ไขได้ใน Source File ของ Model

เมนู 1 สำหรับกำหนดให้อุตสาหกรรมนั้นเข้ามาตั้งในพื้นที่ของ EIP

เมนู 2 ข้อมูลขนาดของพื้นที่ของ EIP

เมนู 3 ข้อมูลการจ้างงาน

เมนู 4 ข้อมูลความต้องการวัสดุของอุตสาหกรรม

เมนู 5 ข้อมูลค่าใช้จ่ายของวัสดุที่นำมาใช้

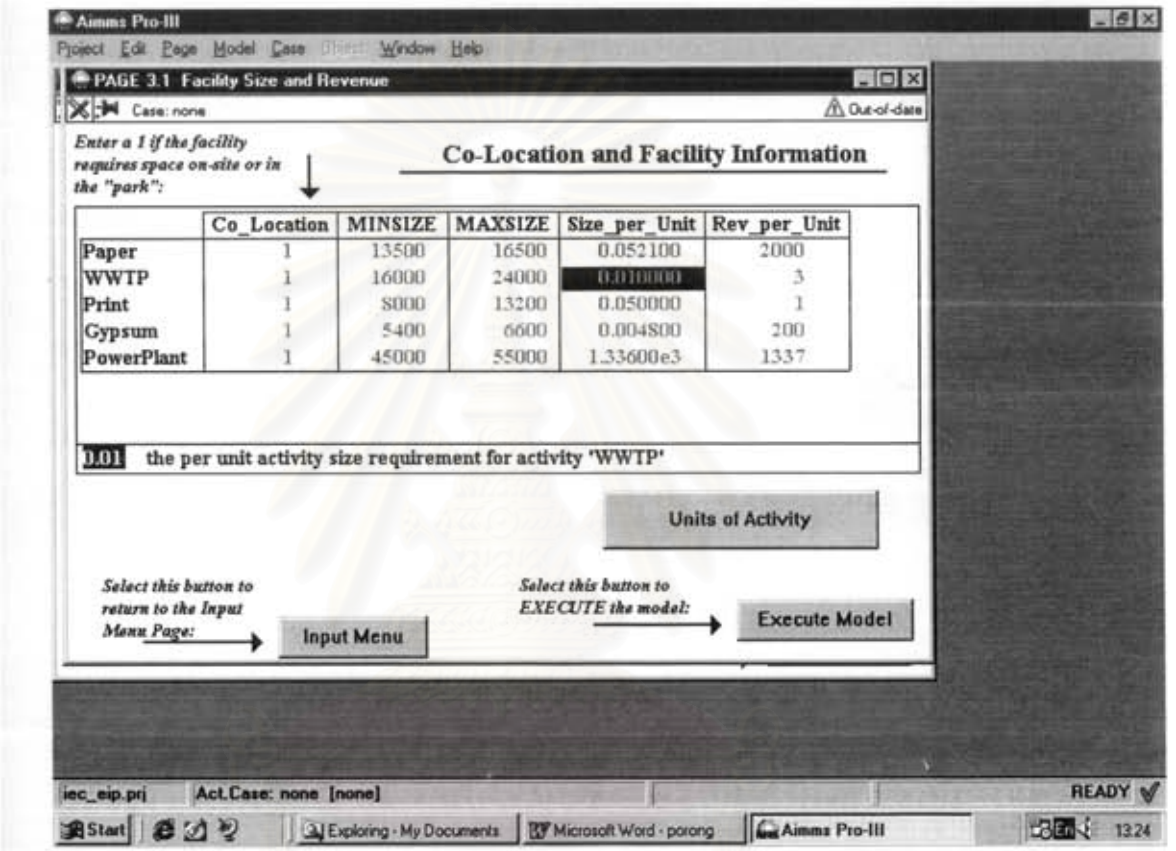
เมนู 6 ข้อมูลปริมาณของผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่ได้จากอุตสาหกรรมใน EIP

เมนู 7 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียหรือผลพลอยได้

เมนู 8 ข้อมูลต้นทุนในการนำเอาผลผลิตพลอยได้หรือของเสียมาใช้เป็น Input ของอีกอุตสาหกรรม

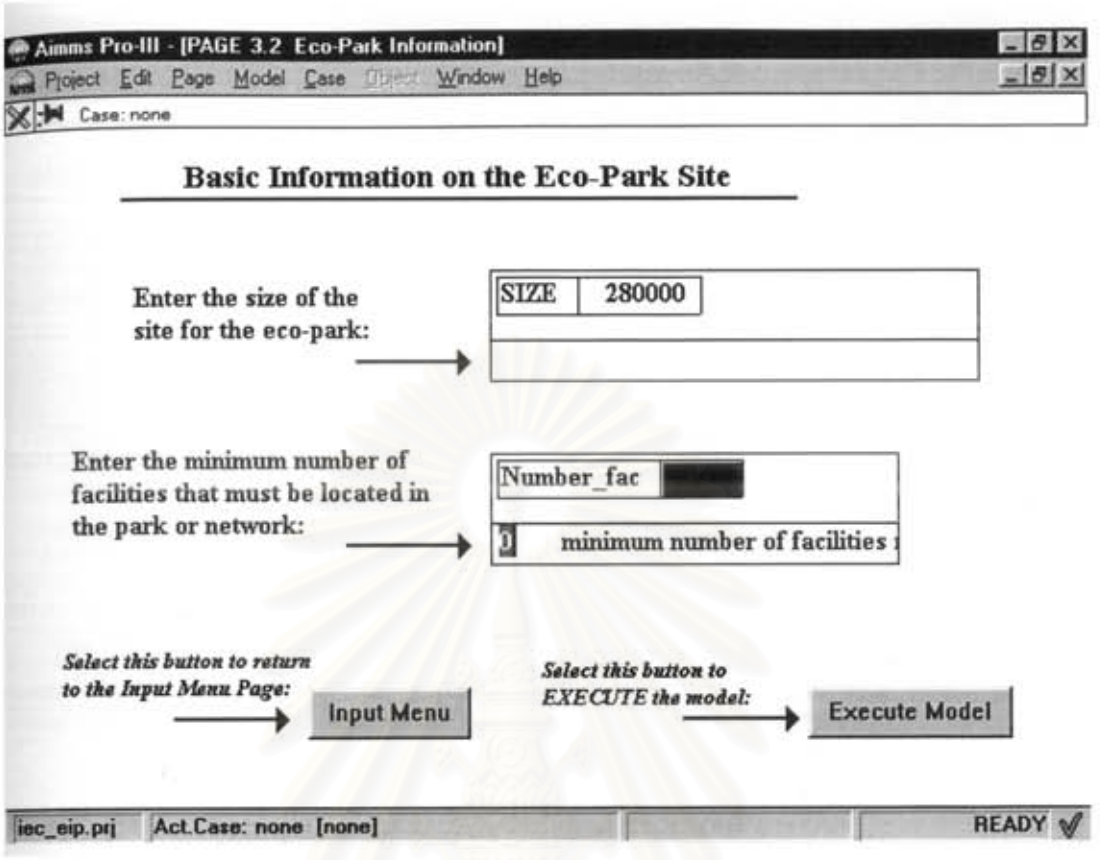
เมนู 9 สัดส่วนการแปลงสภาพจากผลผลิตพลอยได้หรือของเสียมาเป็น Input

เมนู 10 ใช้สำหรับกำหนดให้อุตสาหกรรมนั้นต้องอยู่ในโครงข่ายหรือไม่



ปที่ ง.3 หน้าจอแสดงข้อมูลของ Co-Location and Facility

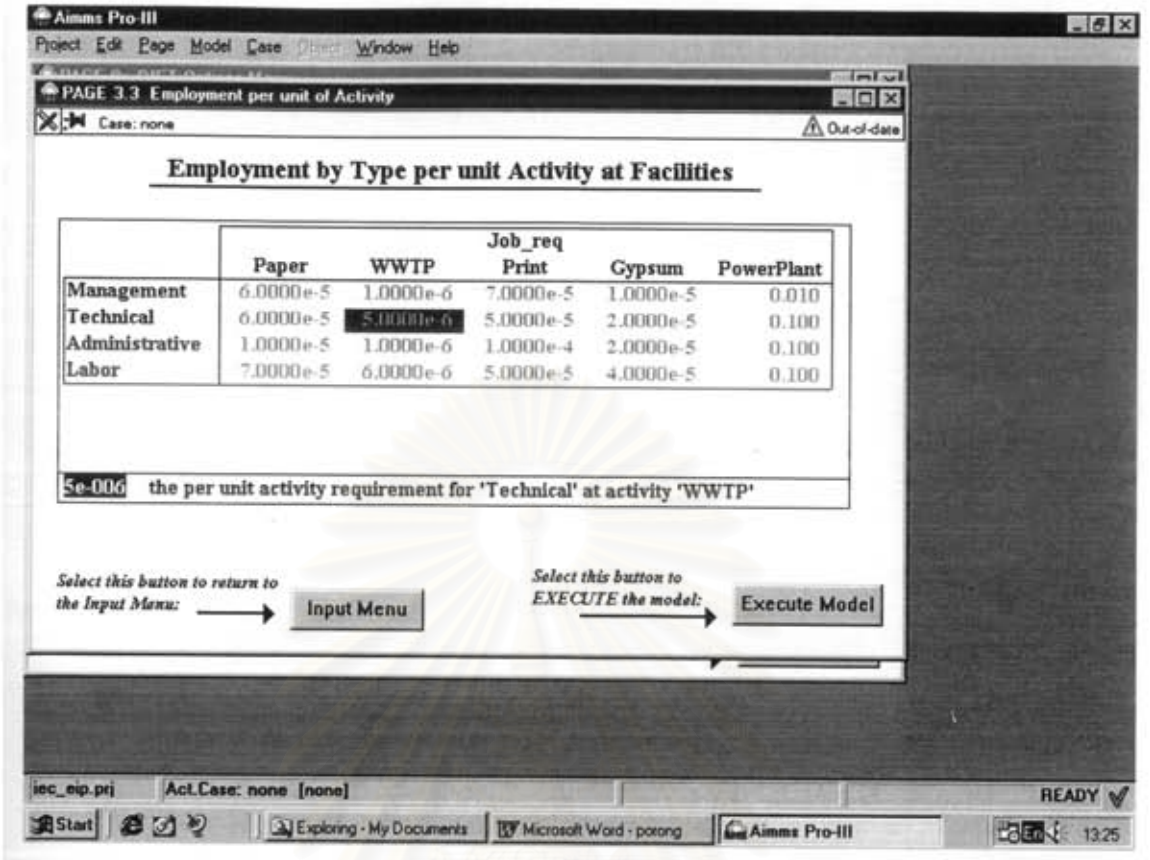
รูปที่ ง.3 จะเป็นหน้าจอแสดงข้อมูลของอุตสาหกรรม ในส่วนของพื้นที่ของแต่ละอุตสาหกรรมที่น้อยที่สุดและมากที่สุดที่เป็นไปได้ จากนั้นคำนวณหาพื้นที่ต่อหน่วยของกิจกรรม และรายได้ต่อหน่วยของกิจกรรม



รูปที่ ง.4 หน้าจอแสดงข้อมูลขนาดพื้นที่ของ Eco-Park

ในรูปที่ ง.4 จะเป็นหน้าจอแสดงข้อมูลขนาดของ EIP ที่จำกัดไว้ และจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่จะมีได้ ซึ่งอาจจะไม่กำหนดข้อจำกัดนี้ก็ได้

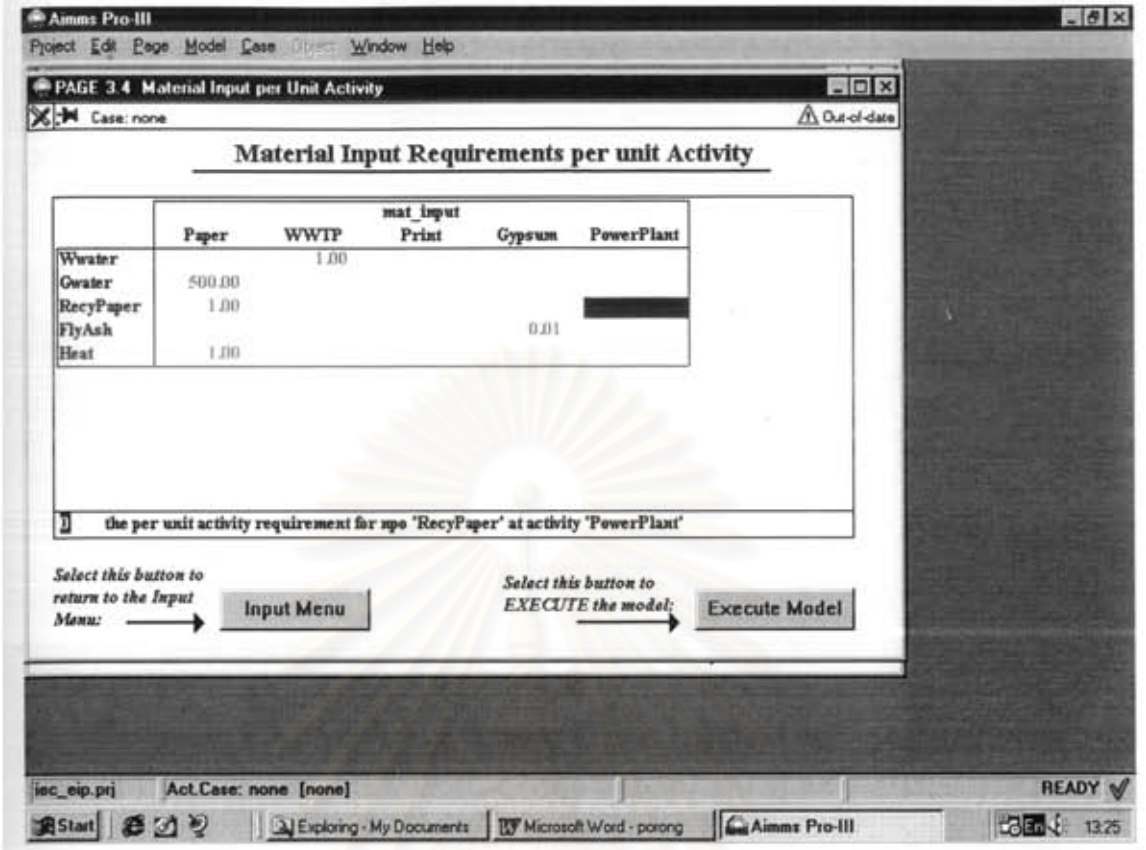
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.5 หน้าจอแสดงข้อมูลการจ้างงาน

หน้าจอในรูปที่ ง.5 จะแสดงข้อมูลความต้องการแรงงานในระดับต่างๆของแต่ละอุตสาหกรรม คิดต่อหน่วยของกิจกรรม

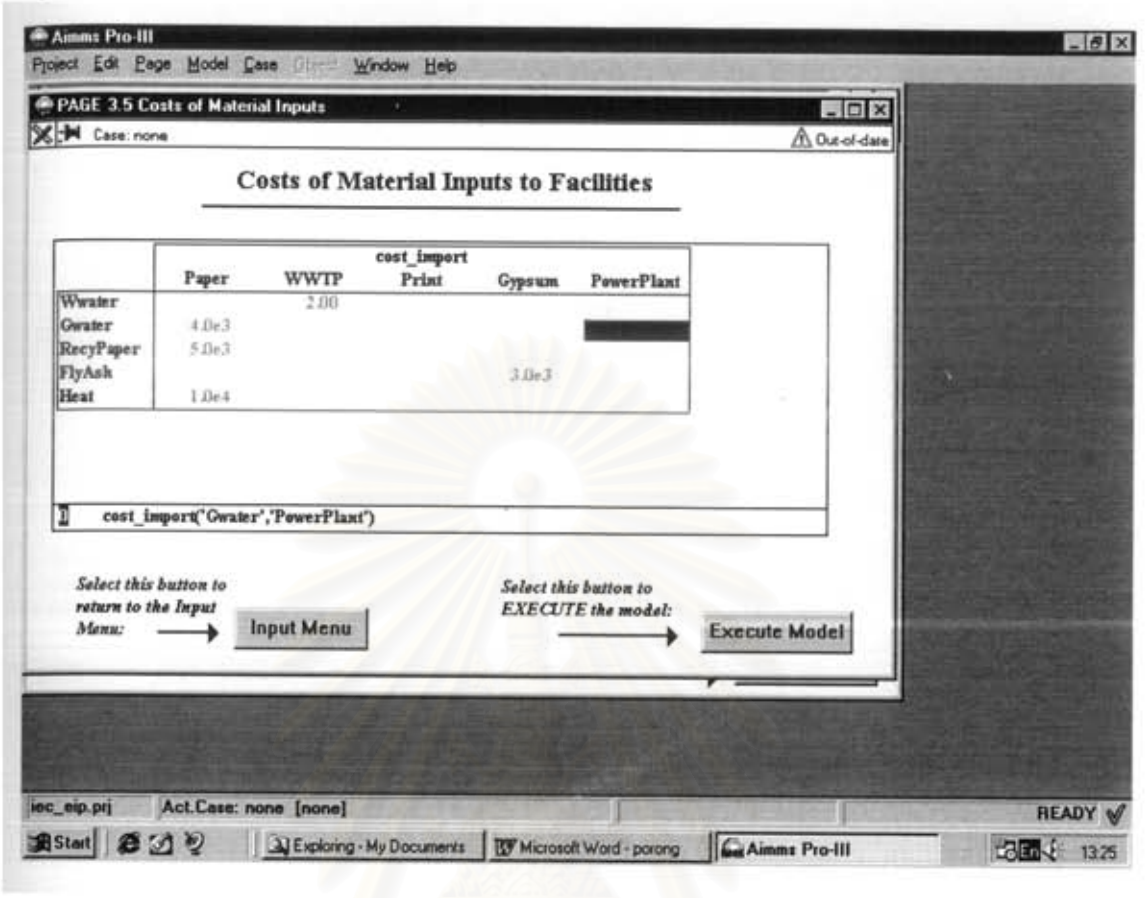
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.6 หน้าจอแสดงความต้องการวัสดุ

หน้าจอในรูปที่ ง.6 จะแสดงข้อมูลความต้องการวัตถุดิบต่อหนึ่งหน่วยของกิจกรรม ในแต่ละอุตสาหกรรม

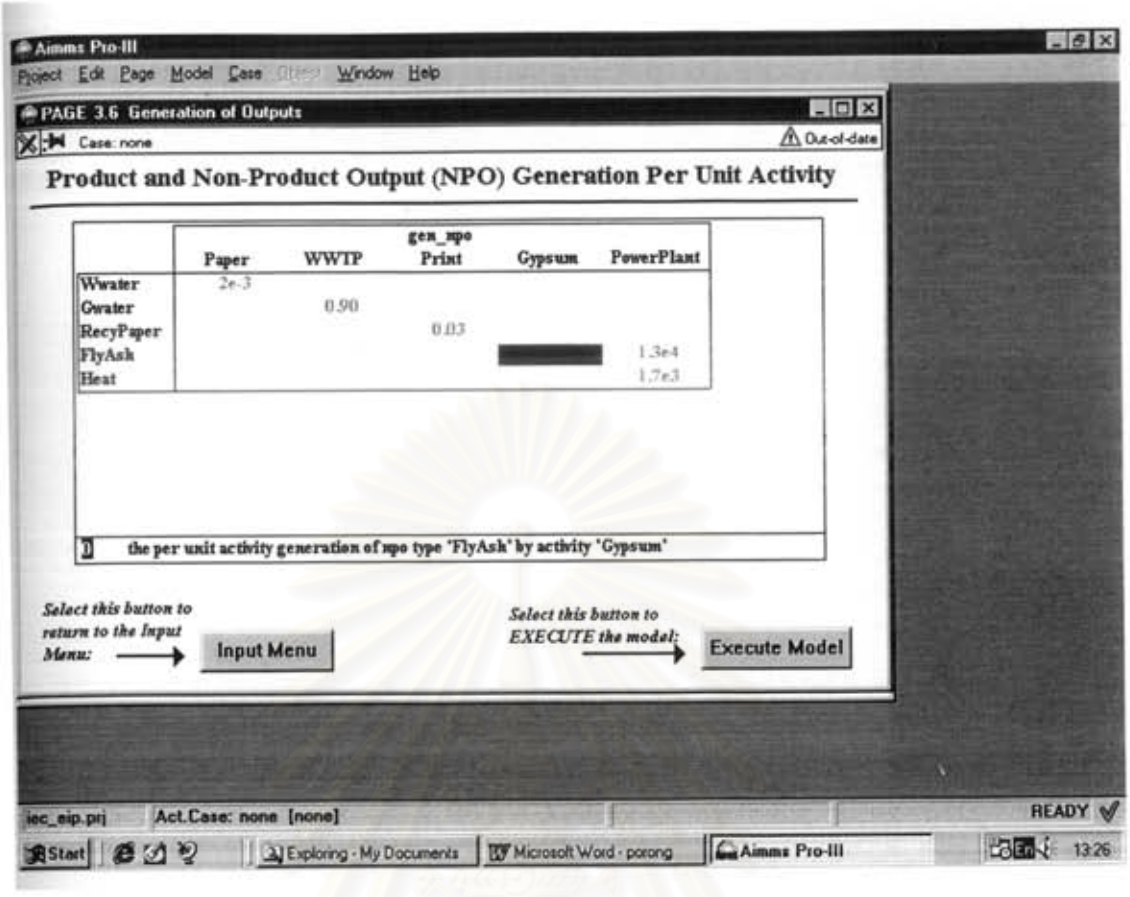
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.7 หน้าจอแสดงค่าใช้จ่ายของวัสดุที่เป็น Input

แสดงถึงค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสำหรับวัตถุดิบ ในแต่ละอุตสาหกรรม

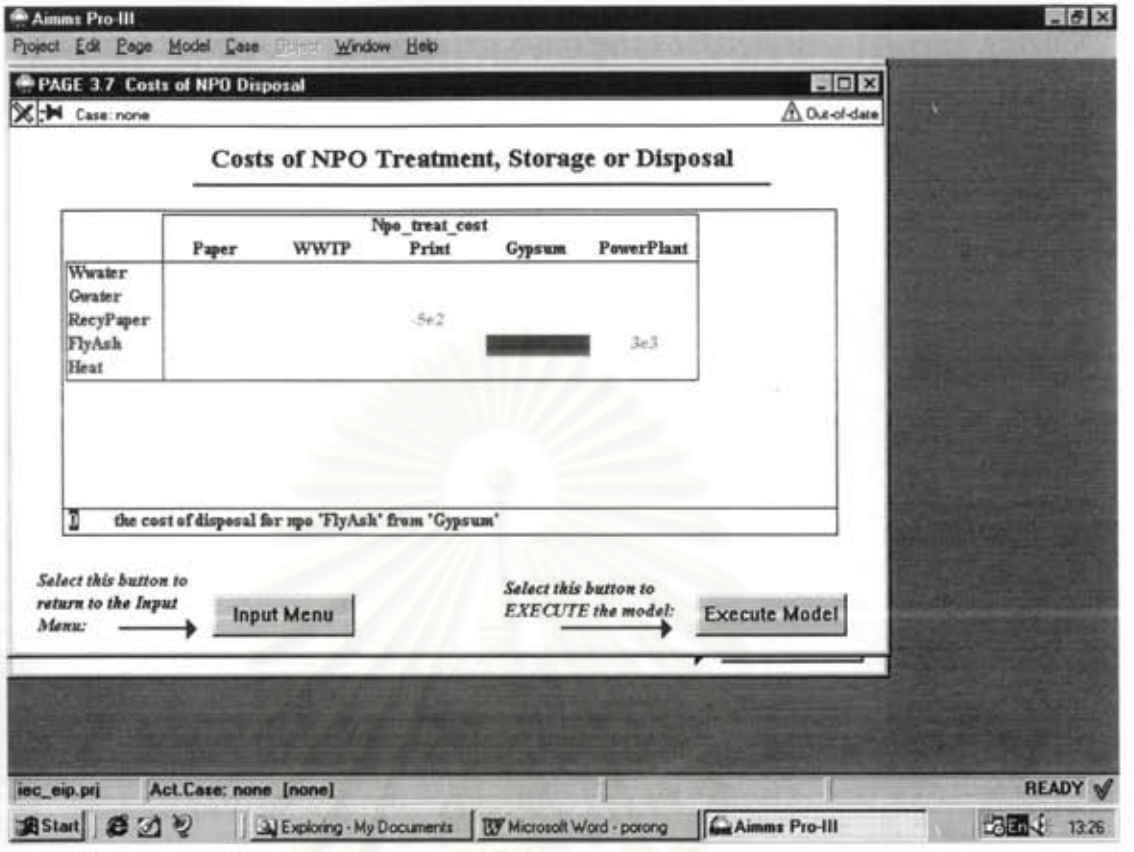
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.8 หน้าจอแสดง Product and Non-Product Output (NPO)

รูปที่ ง.8 แสดงปริมาณของผลผลิตพลอยได้หรือของเสีย ที่ได้จากแต่ละอุตสาหกรรม ต่อหนึ่งหน่วยของกิจกรรม

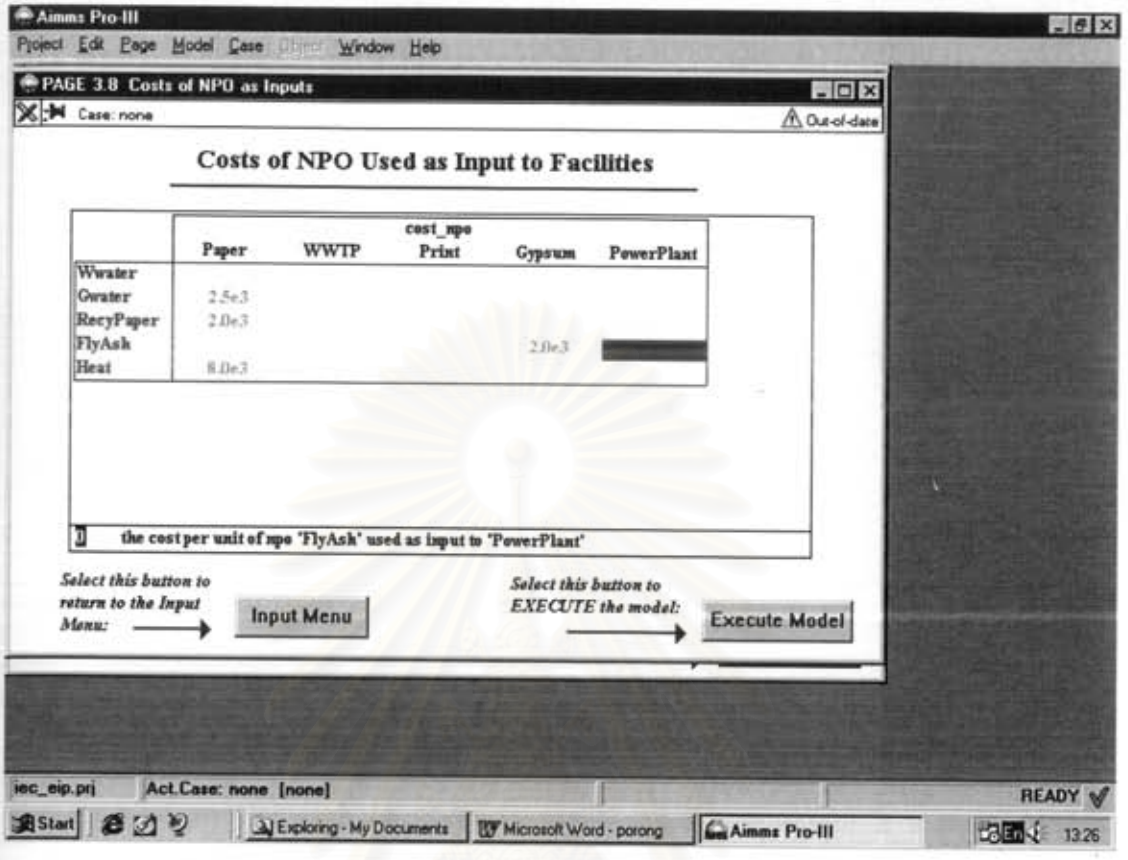
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.9 หน้าจอแสดง Cost of Output Disposal

ค่าใช้จ่ายในการกำจัด ผลผลิตพลอยได้หรือของเสีย ต่อหน่วยของเสียจะแสดงดังรูปที่ ง.9

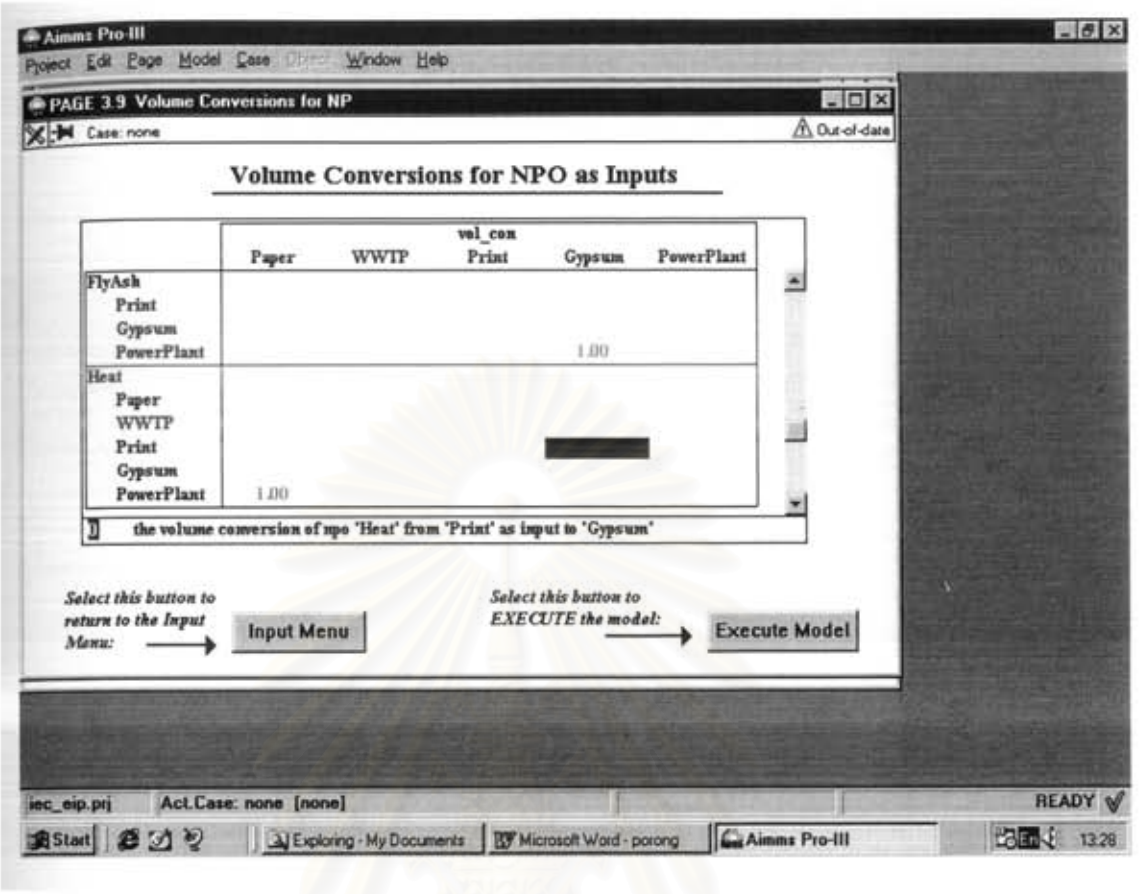
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.10 หน้าจอแสดง Cost of NPO used ad Input

แสดงมูลค่าของผลผลิตพลอยได้หรือของเสีย ที่ถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอีกอุตสาหกรรม

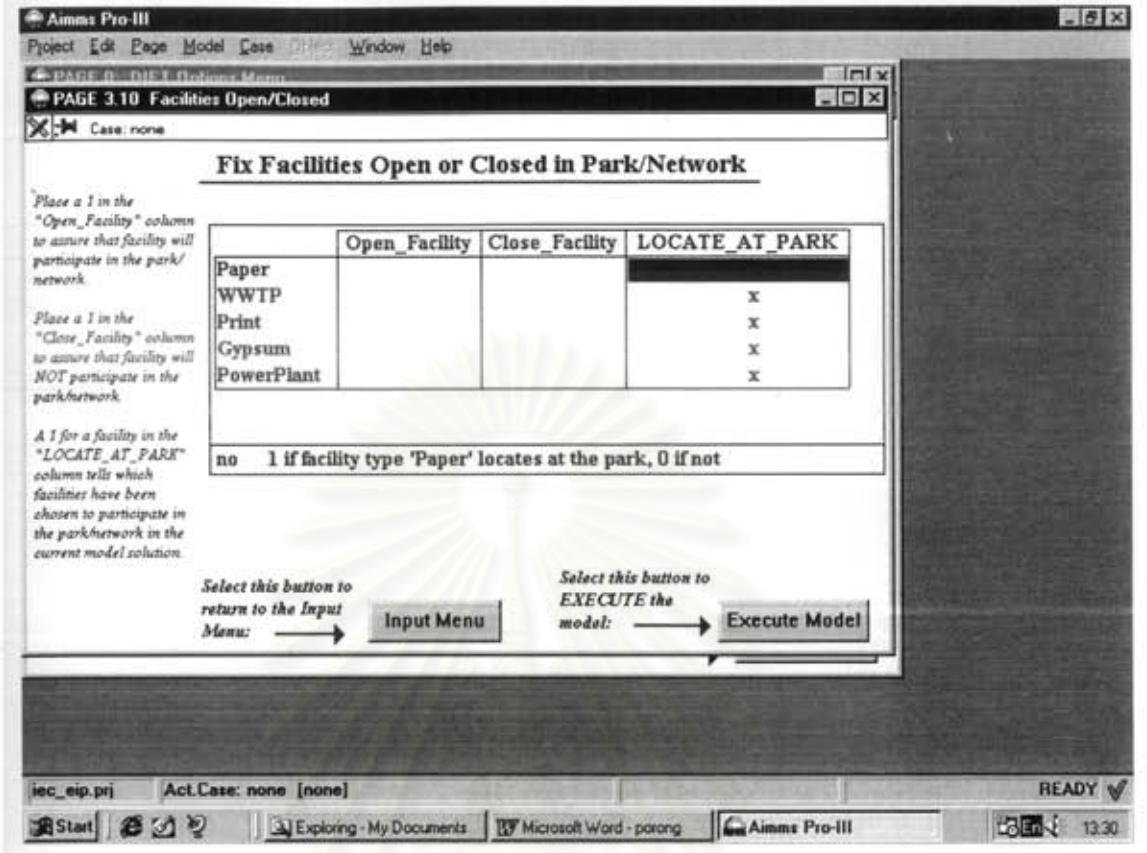
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.11 หน้าจอแสดง Volume Conversions

แสดงสัดส่วนของผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่ถูกนำไปใช้ในอีกอุตสาหกรรม
(1 หมายถึง นำไปใช้ได้ทั้งหมด 100%)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



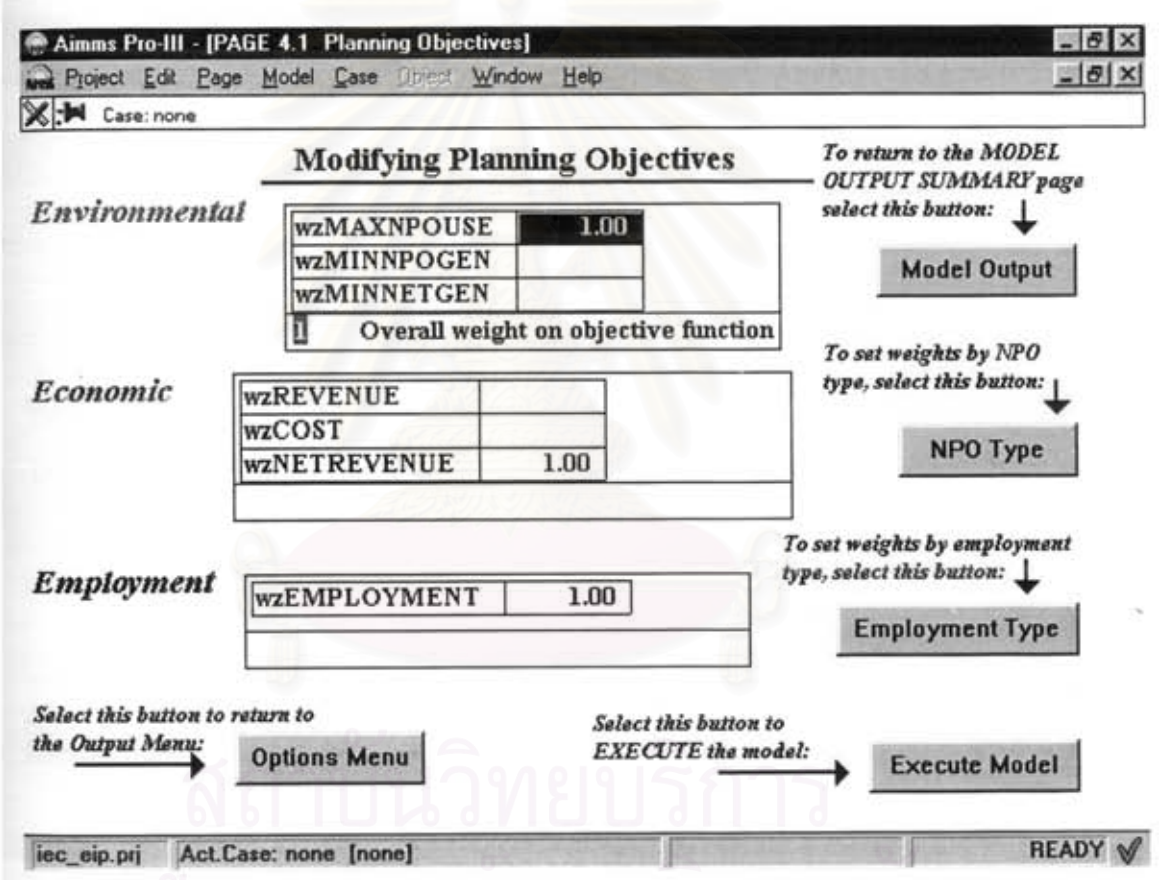
รูปที่ ง.12 หน้าจอแสดง Fix Facilities Open or Closed in Park

แสดงถึงสถานะภาพของอุตสาหกรรม ว่าอยู่ร่วมในโครงข่ายหรือไม่

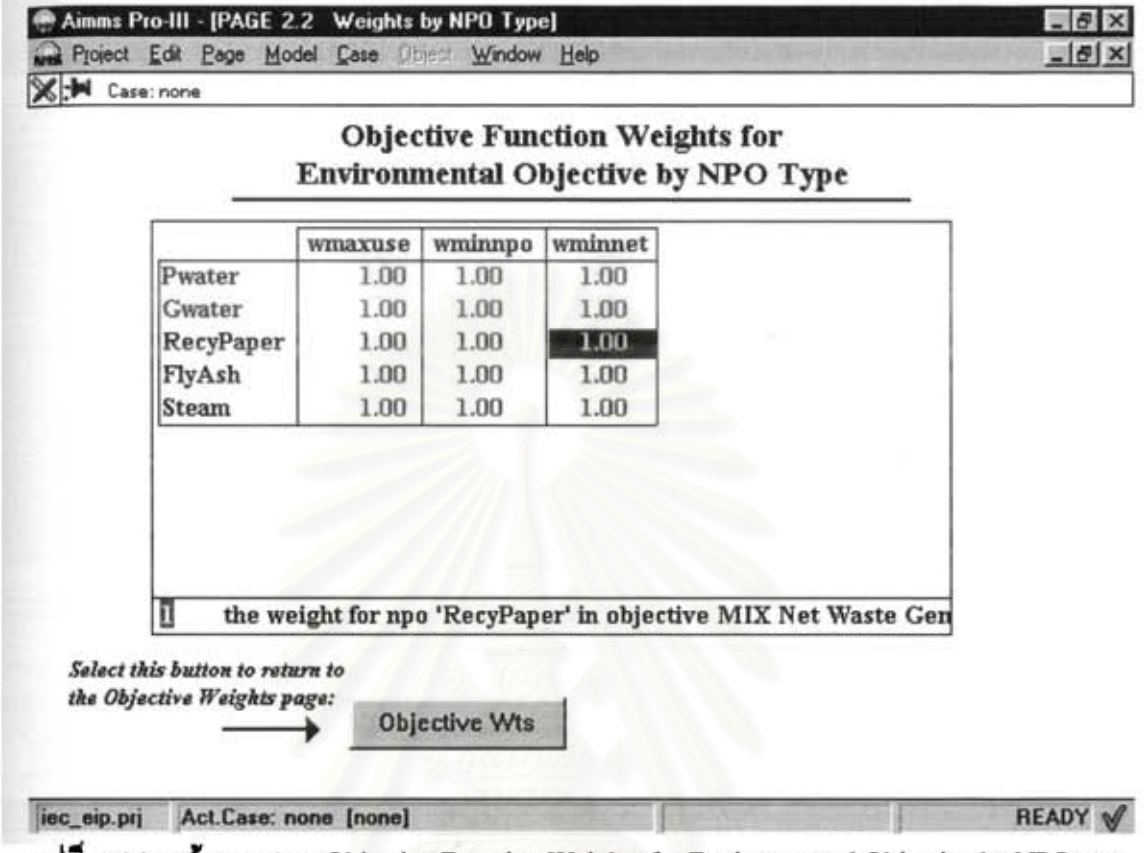
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PLANNING OBJECTIVE

หลังจากออกจากเมนู Input จะกลับมาที่เมนูหลัก เลือกเมนูที่ 4 (ดังรูปที่ ง.13) เพื่อกำหนดน้ำหนักให้กับ Objective Function ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของสิ่งแวดล้อม (ให้เกิดการใช้ NPO มากที่สุด / ให้ในกระบวนการเกิด NPO น้อยที่สุด / เหลือ NPO ในโครงข่ายน้อยที่สุด) ส่วนของเศรษฐศาสตร์ (รายได้สูงสุด / ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด / หักค่าใช้จ่ายแล้วเหลือรายได้มากที่สุด) และส่วนของสังคม ได้แก่การจ้างงานสูงสุด



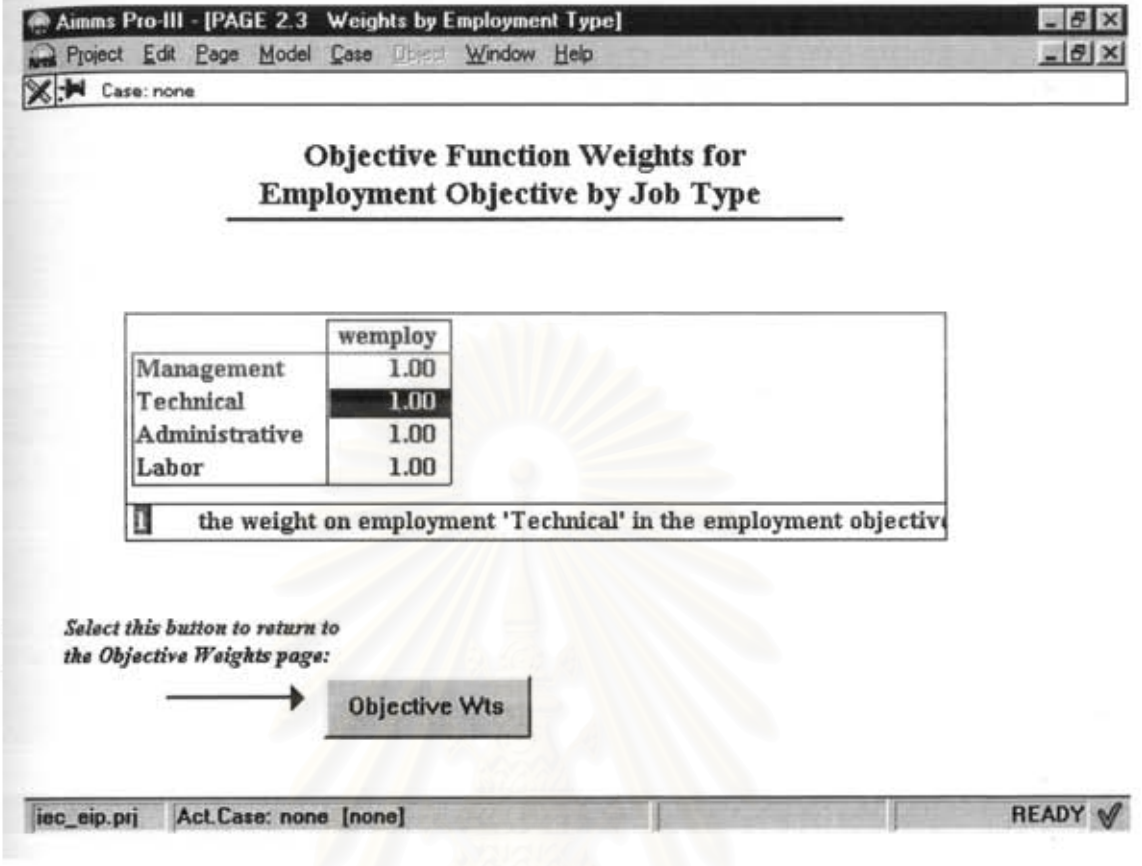
รูปที่ ง.13 หน้าจอแสดง Planning Objectives



รูปที่ ง.14 หน้าจอแสดง Objective Function Weights for Environmental Objective by NPO type

เป็นการกำหนดน้ำหนักให้กับผลผลิตพลอยได้ หรือของเสียแต่ละประเภท ว่าจะให้เกิดการใช้ NPO มากที่สุด และ/หรือ ให้ในกระบวนการเกิด NPO น้อยที่สุด และ/หรือ เหลือ NPO ในโครงข่ายน้อยที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

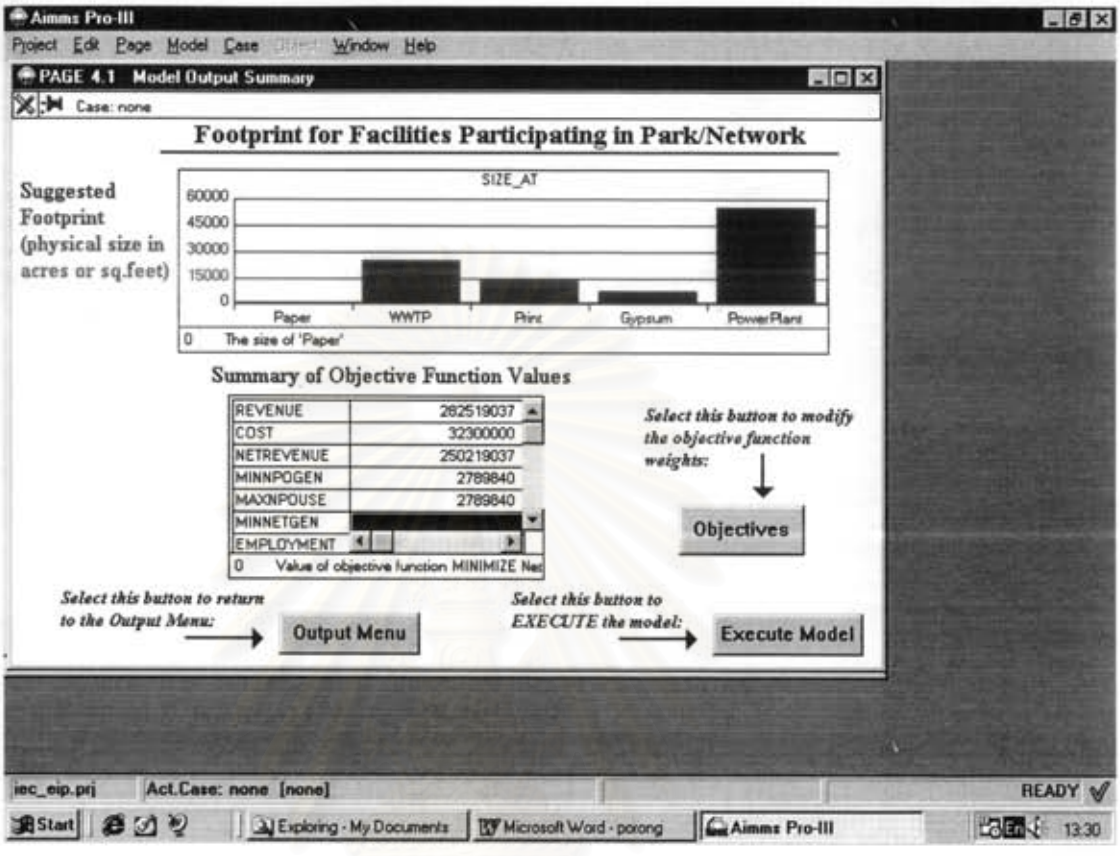


รูปที่ ง.15 หน้าจอแสดง Objective Function Weight for Employment Objective by Job Type

เป็นการกำหนดน้ำหนัก การจ้างงานในแต่ละระดับ จากตารางแสดงว่าให้น้ำหนักในการจ้างงานในทุกระดับเท่าๆกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

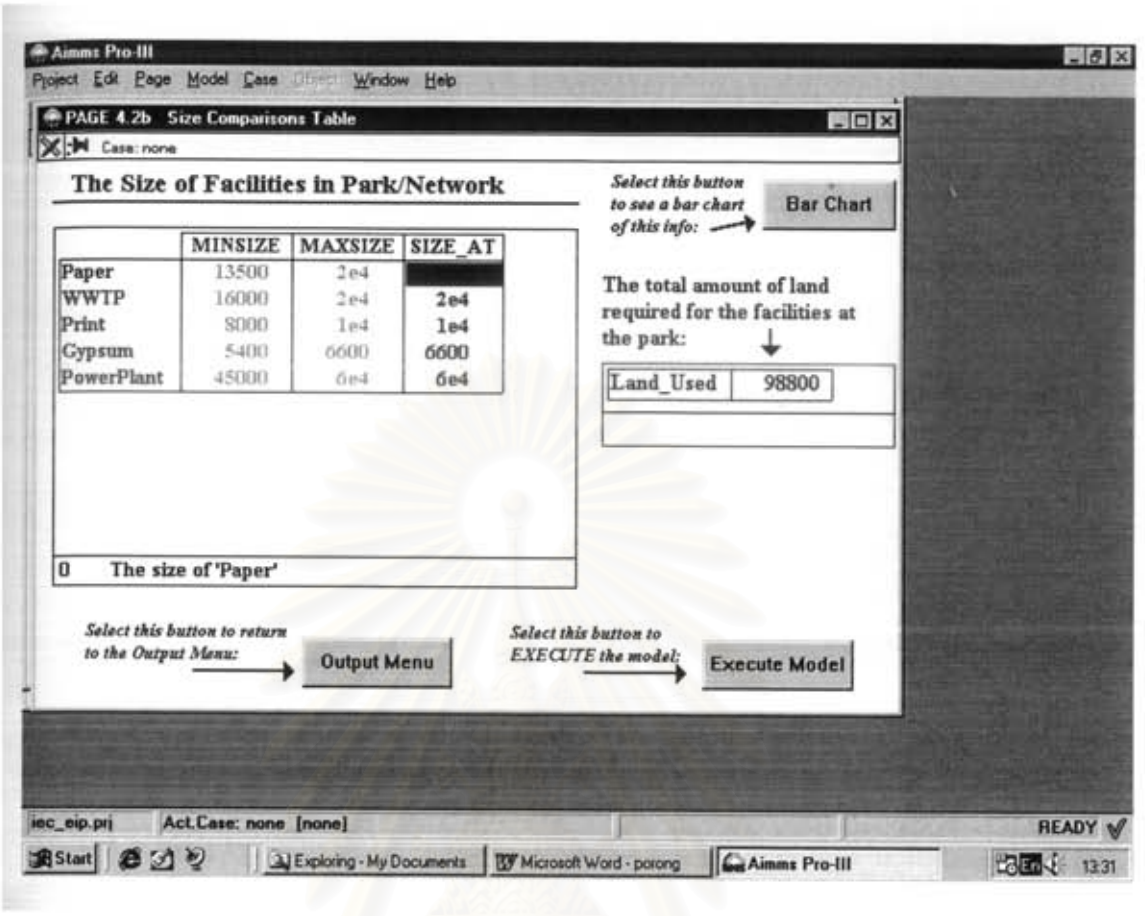
ผลการประเมิน (OUTPUT)



รูปที่ ง.16 หน้าจอแสดงขนาดพื้นที่ของแต่ละอุตสาหกรรมในโครงข่าย

หน้าจอสรุปผลจะแสดง

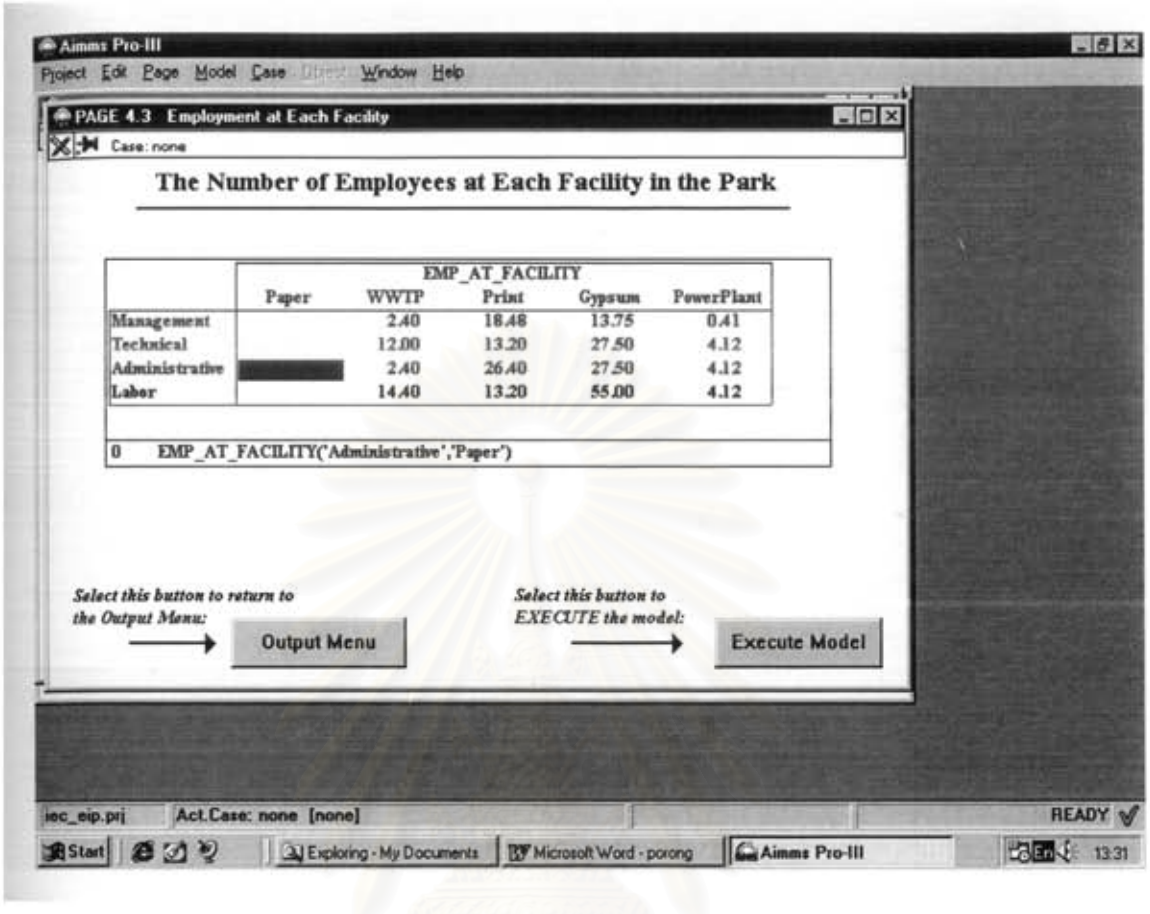
1. **กราฟแสดงขนาดพื้นที่ของอุตสาหกรรมที่อยู่ในโครงข่าย ที่จะทำให้เกิด Optimum**
2. **ตารางสรุปรายได้ ค่าใช้จ่าย รายได้สุทธิ ปริมาณผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่โครงข่ายสร้างขึ้น และถูกใช้ไป ปริมาณผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่เหลือในโครงข่าย การจ้างงานที่เกิดขึ้น**



รูปที่ ง.17 หน้าจอแสดงตารางเปรียบเทียบขนาดพื้นที่

ตารางแสดงขนาดของอุตสาหกรรม (พื้นที่) ที่ควรจะเป็น เพื่อให้โครงข่ายเกิดผลประโยชน์สูงสุด และสรุปพื้นที่รวมของทุกอุตสาหกรรมในโครงข่าย

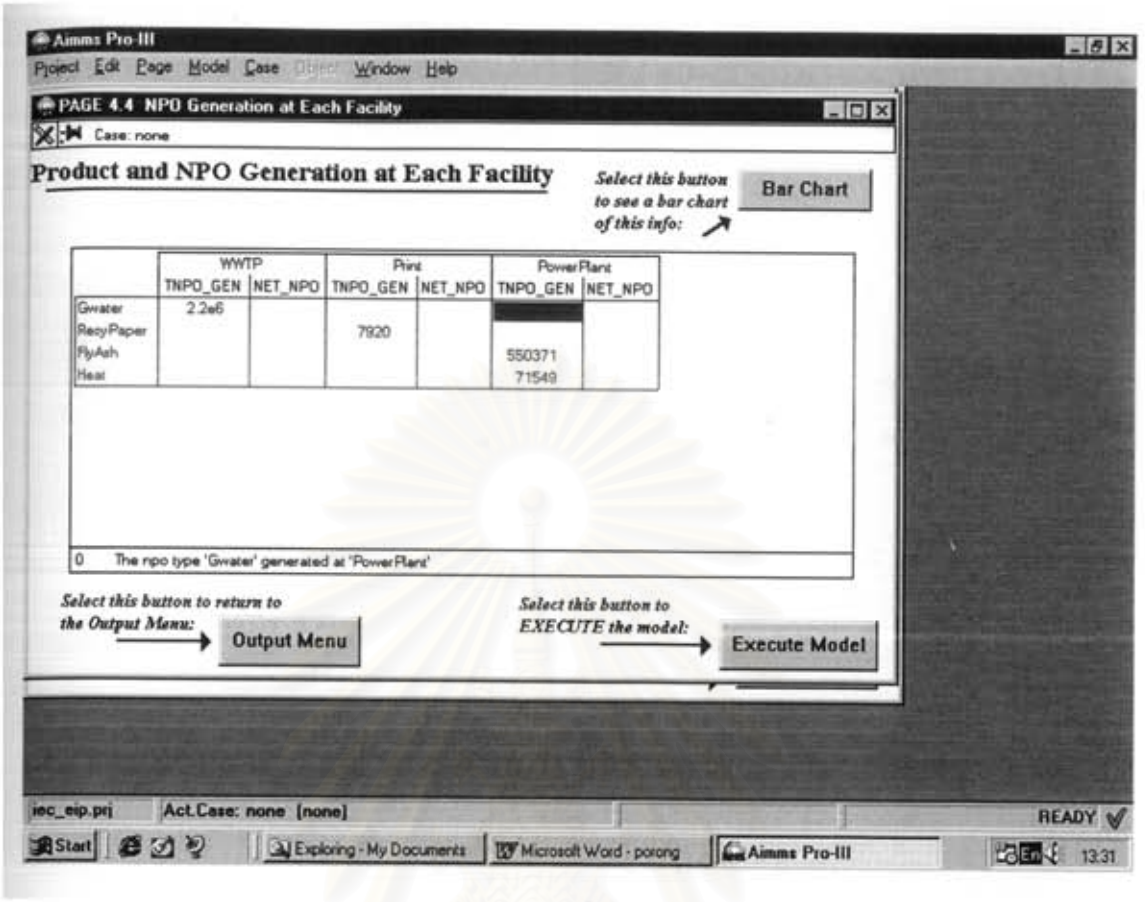
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.18 หน้าจอแสดงจำนวนพนักงานที่ต้องการ

ตารางแสดงผลการคำนวณปริมาณการจ้างงาน ในแต่ละระดับของแต่ละอุตสาหกรรม

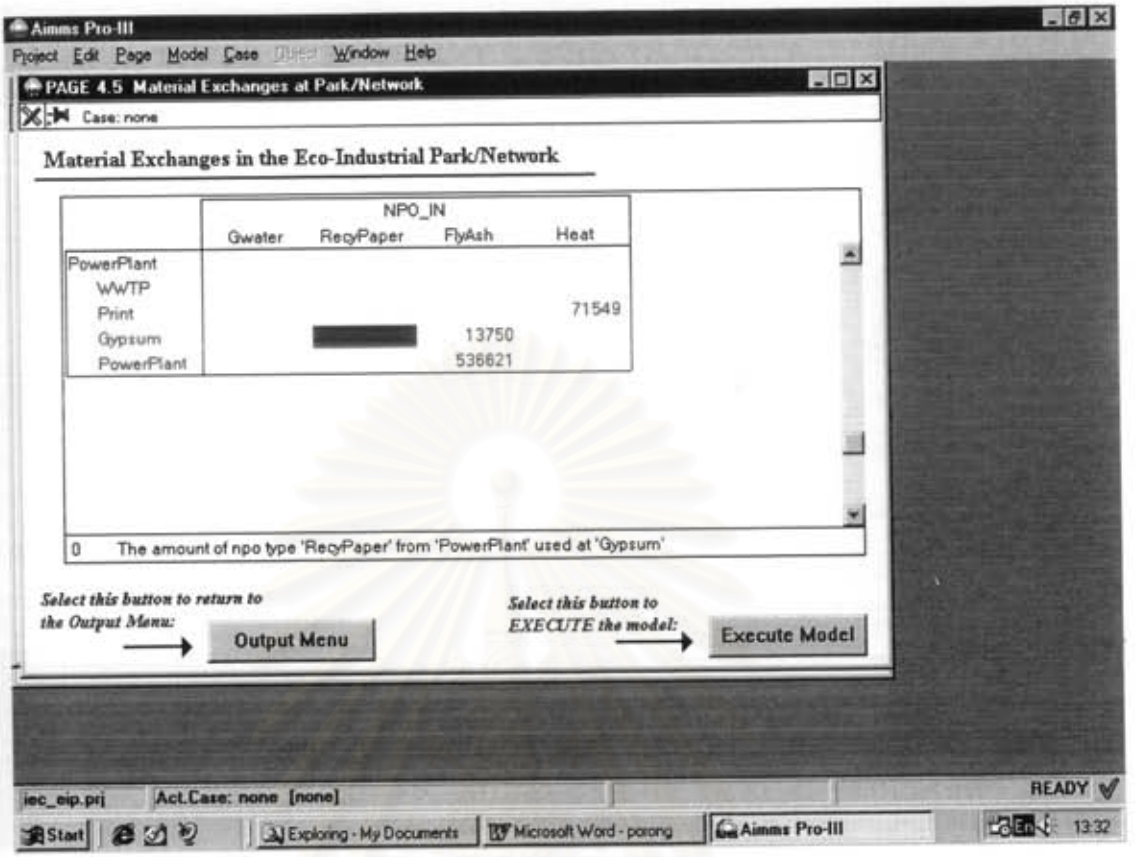
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.19 หน้าจอแสดง ปริมาณการสร้าง NPO ในแต่ละอุตสาหกรรม

ตารางสรุปผลปริมาณของผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละอุตสาหกรรมที่ขนาดอุตสาหกรรมที่แนะนำ (เพื่อให้เกิด Optimum)

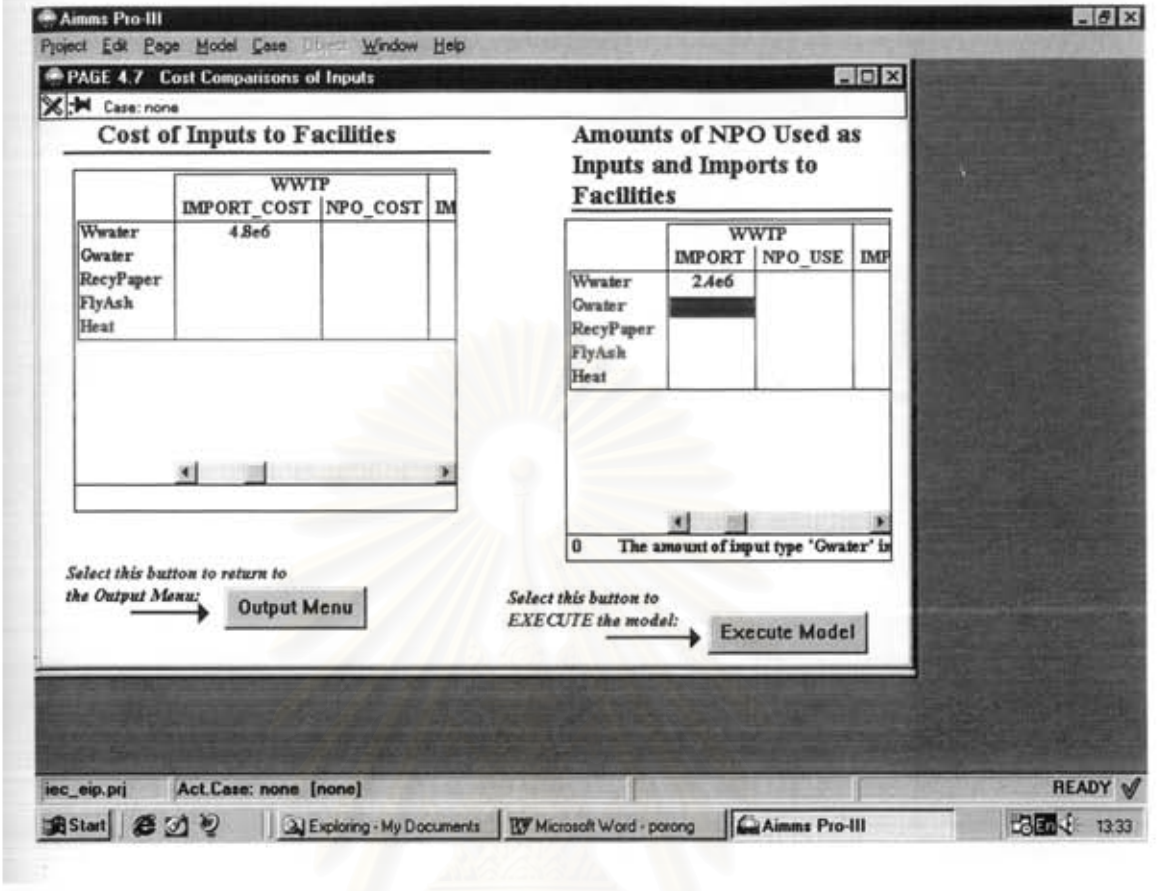
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.20 หน้าจอแสดงการแลกเปลี่ยนวัสดุในโครงข่าย

ตารางแสดง การแลกเปลี่ยนผลผลิตพลอยได้หรือของเสียระหว่างอุตสาหกรรม

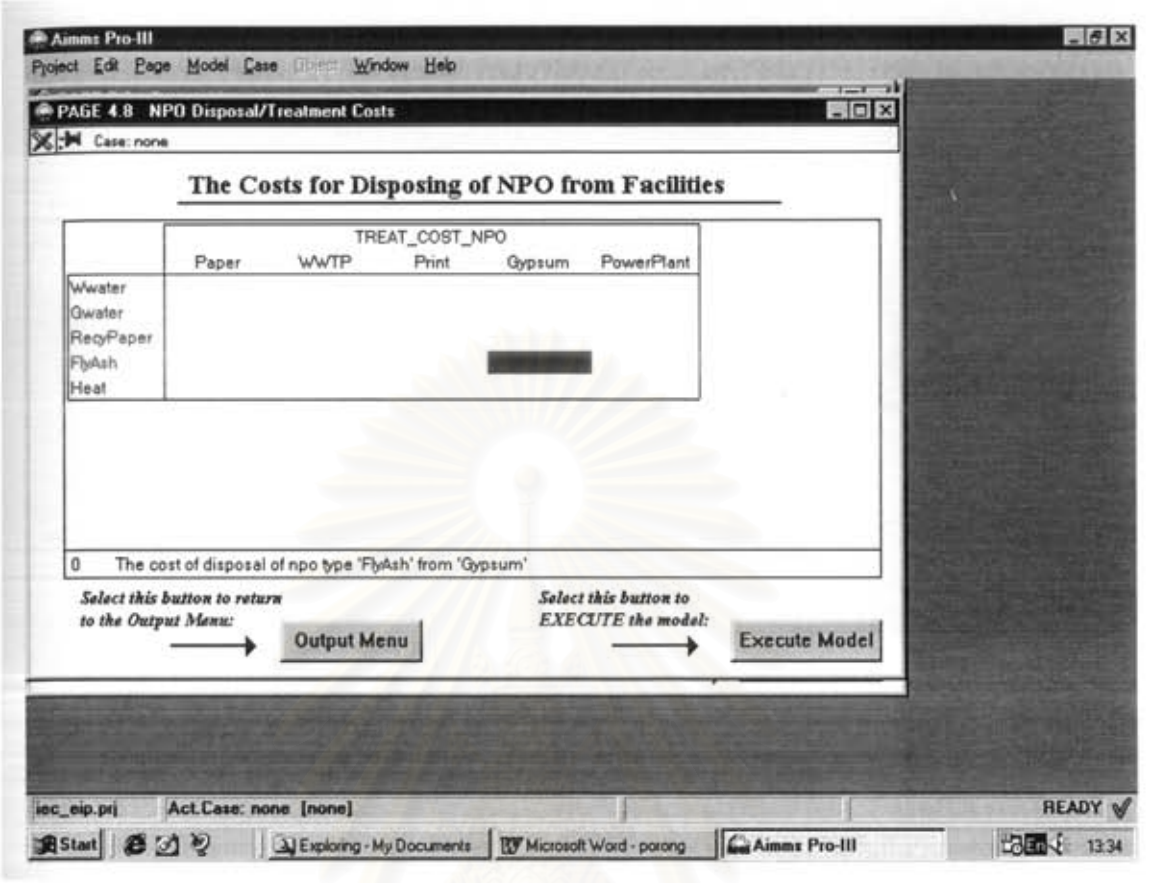
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.21 หน้าจอแสดงตารางเปรียบเทียบต้นทุน Inputs

ตารางแสดงปริมาณผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่ถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอีก อุตสาหกรรม และต้นทุนของผลผลิตพลอยได้หรือของเสียนั้น

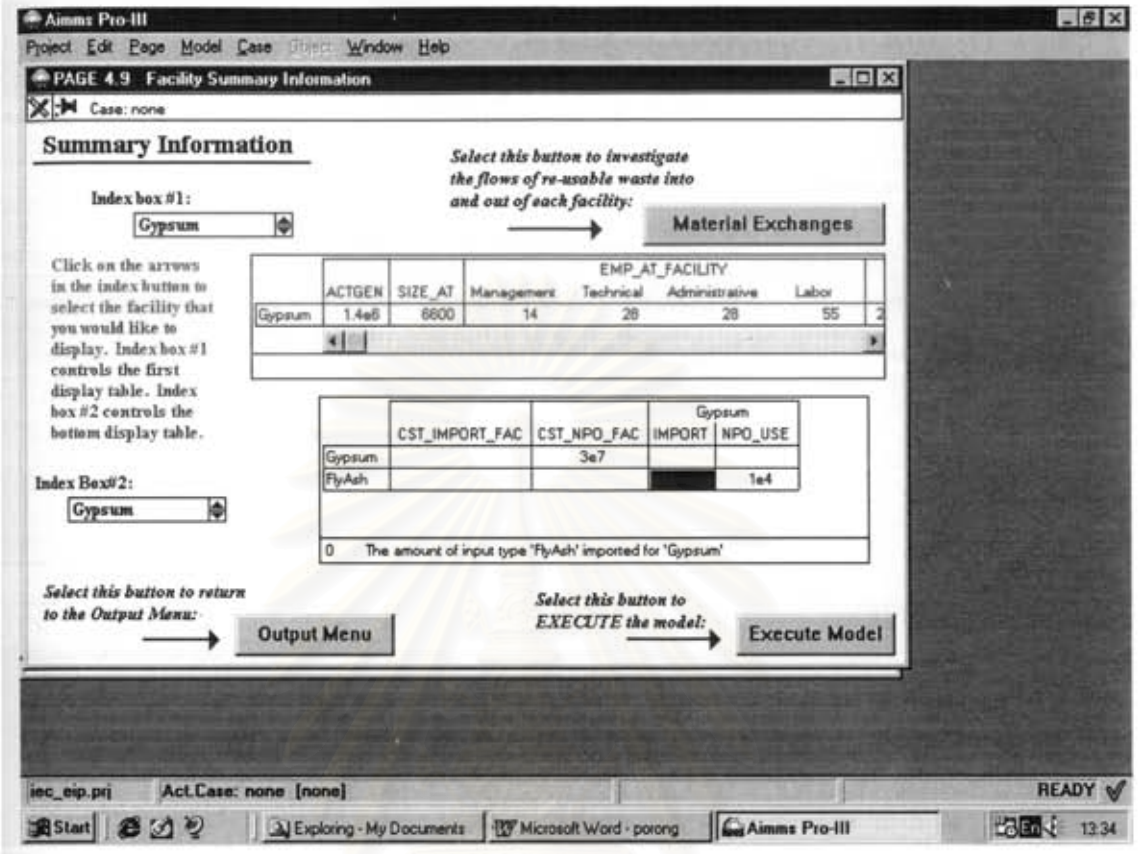
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.22 หน้าจอแสดง NPO Disposal / Treatment Costs

ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการจัดการกับผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่เหลือจากการนำไปเป็น Input ให้กับอุตสาหกรรมในโครงข่ายแล้ว (จากตารางไม่มีค่า เนื่องจากผลผลิตพลอยได้ หรือของเสีย ถูกนำไปใช้หมด)

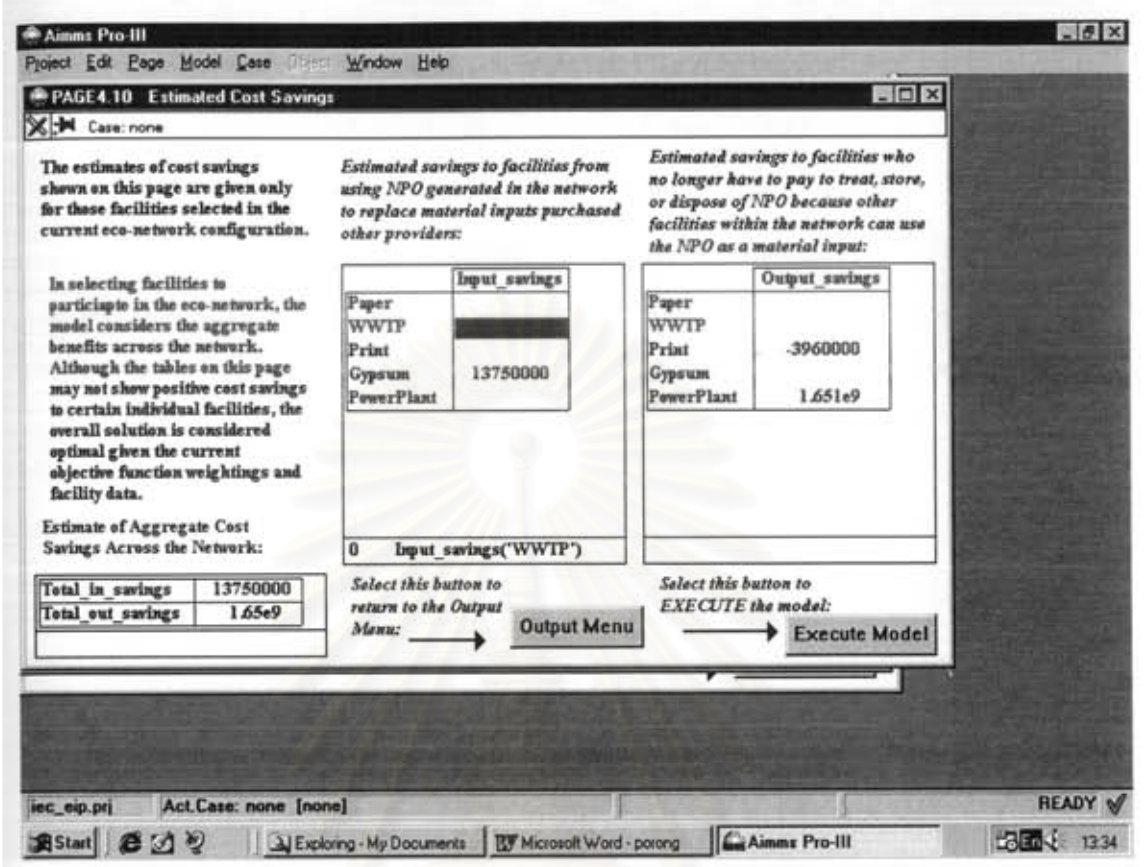
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.23 หน้าจอแสดงตารางสรุปข้อมูลจากการคำนวณ

หน้าจอสรุปผลการคำนวณทั้งหมดของแต่ละอุตสาหกรรม ได้แก่

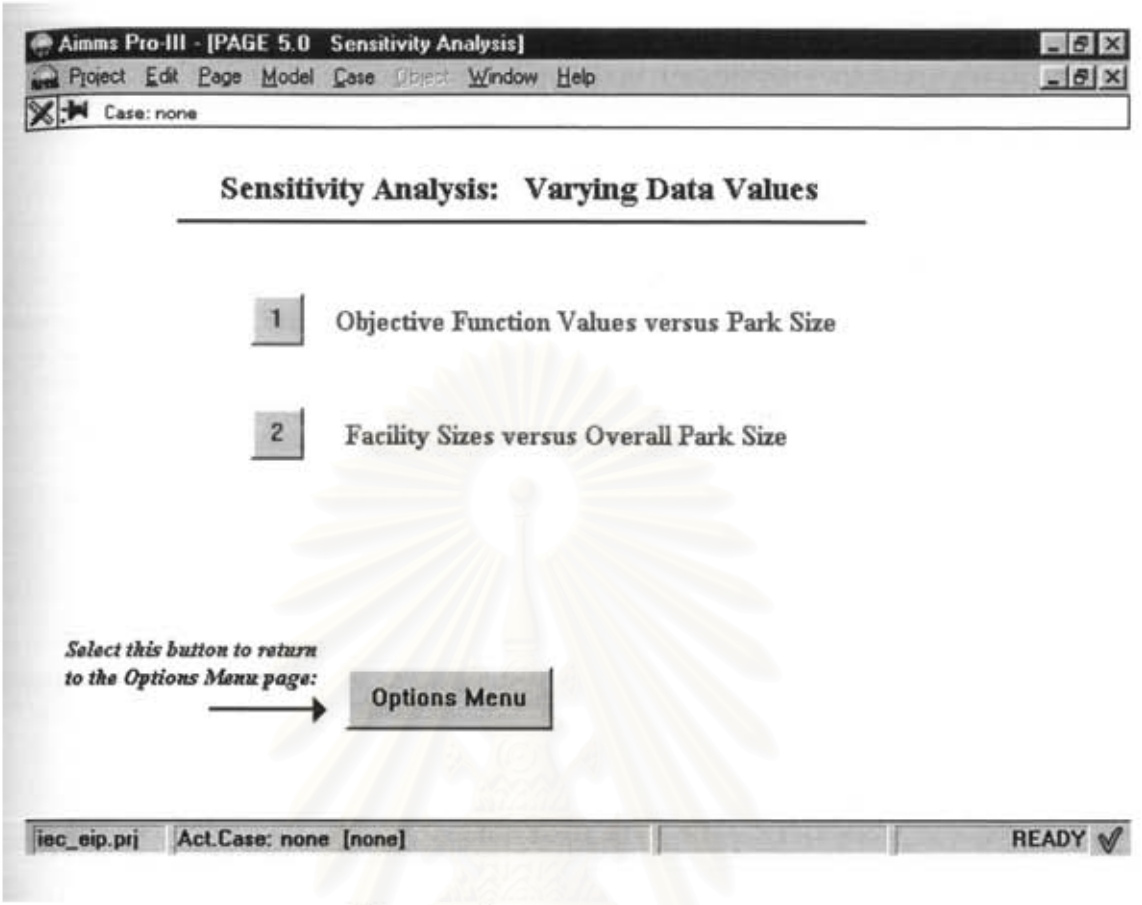
- ปริมาณกิจกรรมที่เกิดขึ้น
- พื้นที่ของอุตสาหกรรม
- การจ้างงาน แยกในแต่ละระดับ
- รายได้รวม
- ค่าใช้จ่ายในการนำเอาผลผลิตพลอยได้หรือของเสียมาใช้
- ปริมาณของผลผลิตพลอยได้หรือของเสียที่อุตสาหกรรมสร้างขึ้น



รูปที่ ง.24 หน้าจอแสดงค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้

ตารางสรุปค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ ในการนำเอาผลผลิตพลอยได้หรือของเสียมาใช้และค่าใช้จ่ายที่ลดไปในการที่จะต้องกำจัดผลผลิตพลอยได้หรือของเสียนั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

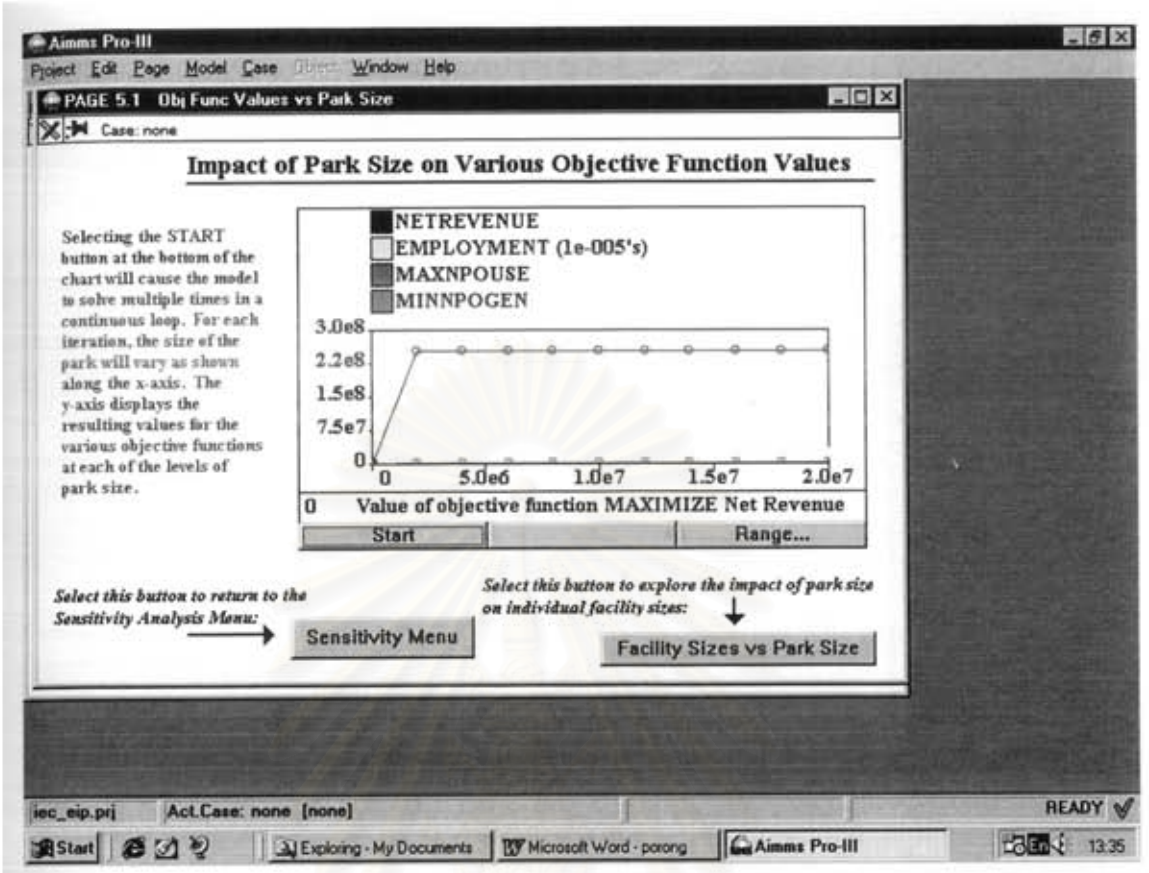


รูปที่ ง.25 หน้าจอแสดง Sensivity Analysis

สำหรับการวิเคราะห์ความไวของโครงข่าย จะพิจารณาได้ 2 ส่วน คือ

1. ขนาดของอุตสาหกรรมรวมในโครงข่าย กับ ผลลัพธ์วัตถุประสงค์ในแต่ละส่วน
2. ขนาดของแต่ละอุตสาหกรรมกับขนาดของอุตสาหกรรมรวมในโครงข่าย

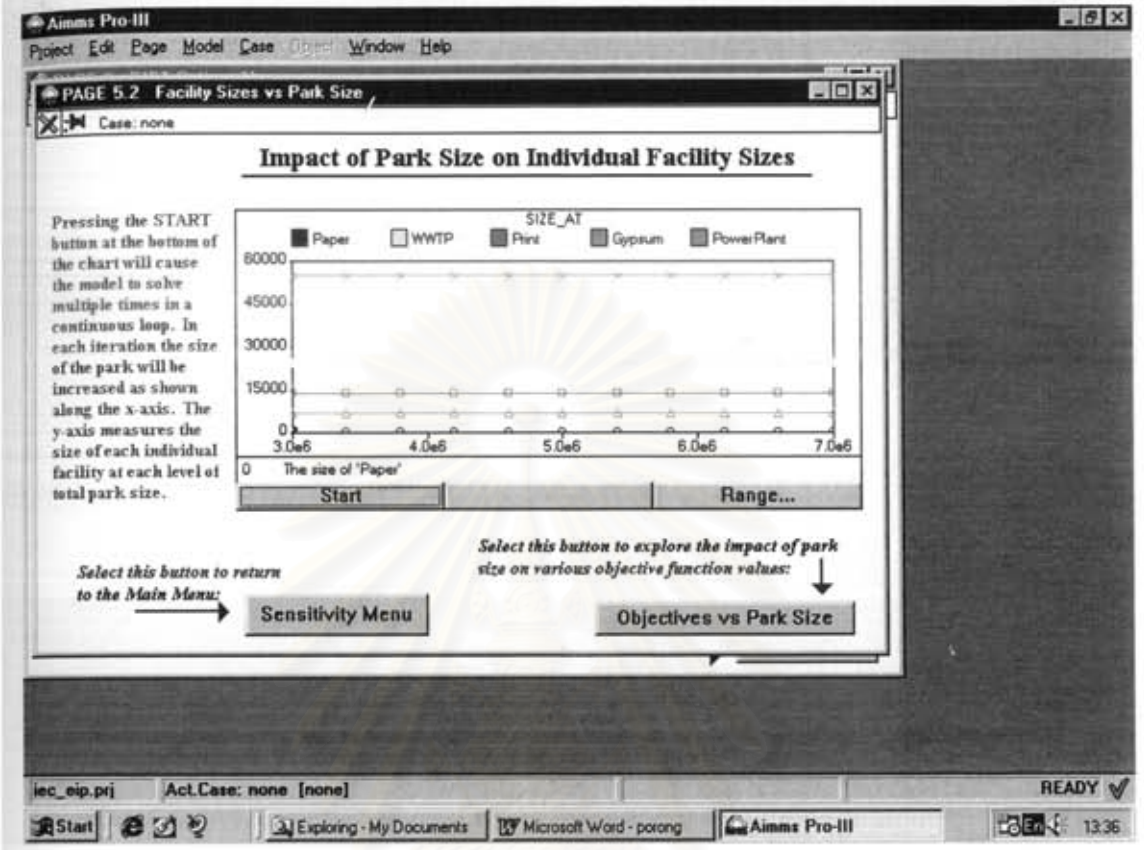
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.26 หน้าจอแสดงความไวระหว่าง Objective Function Values กับ Park Size

จากกราฟ แกนนอนจะแทนขนาดรวมของทุกอุตสาหกรรมในโครงข่าย แกนตั้งจะแสดงผลลัพธ์ของ Objective ต่างๆ

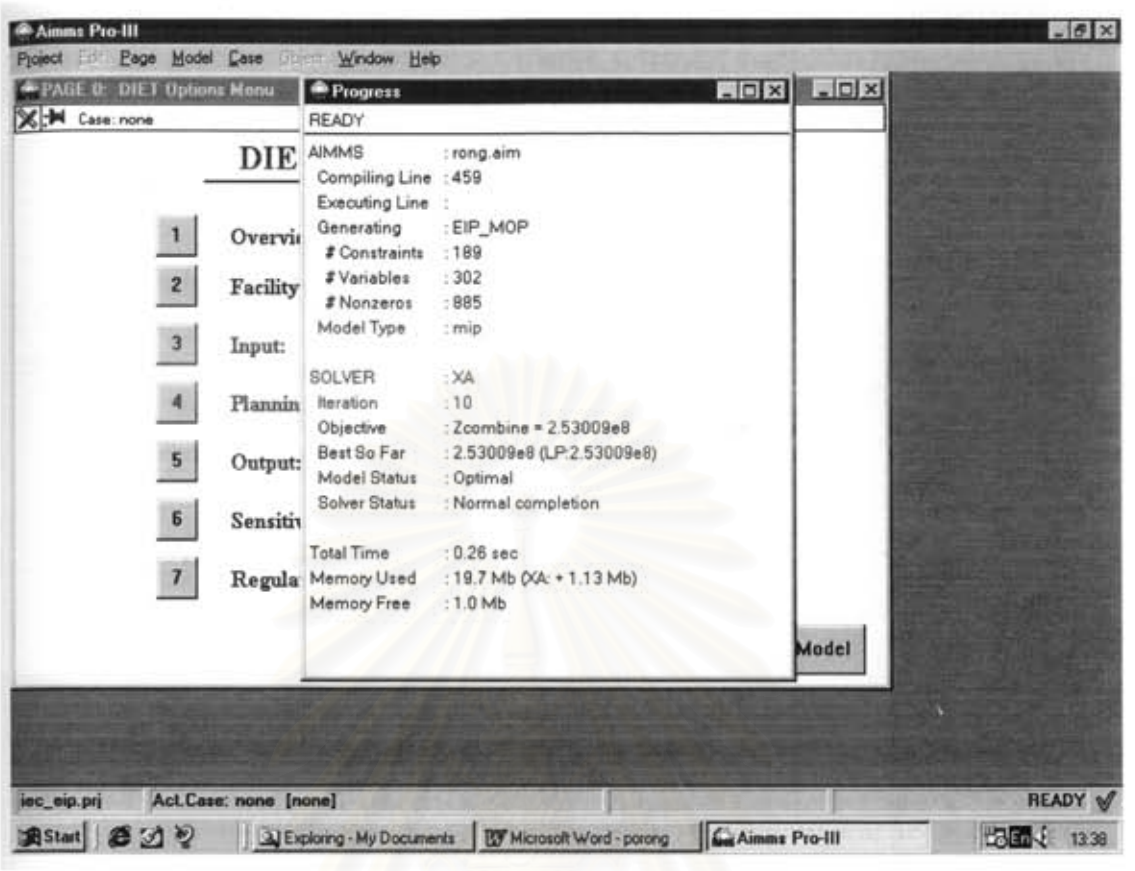
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.27 หน้าจอแสดงความไวระหว่าง Facility Size กับ Park Size

จากกราฟ แกนนอนจะแทนขนาดรวมของทุกอุตสาหกรรมในโครงข่าย แกนตั้งจะแทนขนาดของแต่ละอุตสาหกรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.28 หน้าจอแสดงการประมวลผล

หน้าจอนี้จะบอกชื่อของโมเดลที่เลือกใช้ ในที่นี้คือ rong.aim ซึ่งในการประเมินโดยโมเดลข้างต้น จะมีจำนวน Constraints เกิดขึ้น 189 Constraints มีตัวแปรเกิดขึ้น 302 ตัวแปร และสัมประสิทธิ์ที่ไม่เป็นศูนย์ของ Jacobean Matrix เป็น 885 ตัว ซึ่งให้จุด Optimum ที่ Zcombine เท่ากับ $2.53e^{8}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ. โปรแกรมที่ใช้ในการ Run Model ตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

โปรแกรมที่ใช้ในการ Run Model ตัวอย่าง

โปรแกรมสำหรับ Run โมเดล

```
!  The Eco-Industrial Park Mixed Integer Multi-objective Formulation
SETS:
Gen_facilities  "pot facilities at the park generating npo" :=
{Paper,WWTP,Print,Cblock,PowerPlant},
Rec_facilities  "pot facilities at the park receiving npo" :=
{Paper,WWTP,Print,Cblock,PowerPlant},
NPO_gen        "type of npo generated at the park",
Employees      "type of employees required at the park";

INDICES:
i in Gen_facilities,
j in Rec_facilities,
l in NPO_gen,
e in Employees;

PARAMETERS:
    gen_npo(l,i)        "the per unit activity generation of npo type l by activity i",
    Size_per_Unit(i)    "the per unit activity size requirement for activity i",
    SIZE                "available space (size) at the park",
    mat_input(l,j)      "the per unit activity requirement for npo l at activity j",
    vol_con(l,i,j)      "the volume conversion of npo l from i as input to j",
    Job_req(e,i)        "the per unit activity requirement for e at activity i",
    MAXSIZE(i)          "the maximum allowable size for i at park",
    MINSIZE(i)          "the minimum allowable size for i at park",
    Number_fac          "minimum number of facilities needed to locate at the park",
```

Open_Facility(i) "Fix Facility i open at park",

Close_Facility(i) "Fix Facility i closed at park",

Co_Location(i) "Facility under consideration for co-location",

Existing(i) "Facility already existing in region",

Rev_per_Unit(i) "the per unit activity revenue generated by activity i",

wemploy(e) "the weight on employment e in the employment objective",

wmaxuse(l) "the weight for npo l in objective MAX Waste used",

wminnpo(l) "the weight for npo l in objective MIN Waste Generated",

wminnet(l) "the weight for npo l in objective MIX Net Waste Generated",

cost_npo(l,j) "the cost per unit of npo l used as input to j",

cost_import(l,j) "the cost per unit of material input imported at j",

Npo_treat_cost(l,i) "the cost of disposal for npo l from i",

wzREVENUE "Overall weight on objective function MAXIMIZE Economic Revenue",

WzMAXNPOUSE "Overall weight on objective function MAXIMIZE NPO Used",

wzMINNPOGEN "Overall weight on objective function MINIMIZE NPO Generated",

wzMINNETGEN "Overall weight on objective function MINIMIZE Net NPO Generated",

WzEMPLOYMENT "Overall weight on objective function MAXIMIZE Employment",

wzCOST "Overall weight on objective function MINIMIZE Cost",

wzNETREVENUE "Overall weight on objective function MAXIMIZE Net Revenue",

a(i,j) "incidence matrix forcing ACT(i) = ACT(j) when i=j";

! The specification of the model formulation

VARIABLES:

ACTGEN(i)-> (0,inf) "The activity level for facility i at the park",

ACTREC(j)-> (0,inf) "The activity level for facility j at the park",

NPO(l)-> (0,inf) "The total amount of npo type l generated at the park",

NPO_IN(i,j,l)-> (0,inf) "The amount of npo type l from i used at j",

IMPORT(l,j)-> (0,inf) "The amount of input type l imported for j",

NPO_USE(l,j)-> (0,inf) "The amount of npo type l used at j",

NET_NPO(l,i)-> (0,inf) "The net amount of npo type l generated at i",

EMP(e)-> (0,inf) "The total number of employees type e required at the park",

EMP_AT_FACILITY(e,i)-> (0,inf)"The number of employees by type at each facility",

LOCATE_AT_PARK(i)->{0,1} "1 if facility type i locates at the park, 0 if not",

LOCATE_AT_PARK2(j),

Land_Used -> (0,inf) "The total amount of land required for facilities",

WREVENUE-> (0,inf) "Weighted Value of objective function MAXIMIZE Economic Revenue",

WMAXNPOUSE-> (0,inf) "Weighted Value of objective function MAXIMIZE NPO Used",

WMINNPOGEN-> (0,inf) "Weighted Value of objective function MINIMIZE NPO Generated",

WMINNETGEN-> (0,inf) "Weighted Value of objective function MINIMIZE Net NPO Generated",

WEMPLOYMENT-> (0,inf) "Weighted Value of objective function MAXIMIZE Employment",

Zcombine "Value of the weighted combined objective function",

REVENUE-> (0,inf) "Value of objective function MAXIMIZE Economic Revenue",

MAXNPOUSE-> (0,inf) "Value of objective function MAXIMIZE NPO Used",

MINNPOGEN-> (0,inf) "Value of objective function MINIMIZE NPO Generated",

MINNETGEN-> (0,inf) "Value of objective function MINIMIZE Net NPO Generated",

EMPLOYMENT-> (0,inf) "Value of objective function MAXIMIZE Employment",

COST -> (0,inf) "Value of objective function MINIMIZE Cost",

NETREVENUE -> (-inf,inf) "Value of objective function MAXIMIZE Net Revenue",

REV(i)-> (0,inf) "The revenue at i",

SIZE_AT(i)-> (0,inf) "The size of i",

Material_costs(j),

Input_savings(j),

Output_savings(i),

Total_in_savings,

Total_out_savings,

TNPO_GEN(l,i)-> (0,inf) "The npo type l generated at i",

TREAT_COST_NPO(l,i)-> (0,inf) "The cost of disposal of npo type l from i",

```
NPO_COST(l,j)-> (0,inf)        "The cost of npo l used as input at j",
IMPORT_COST(l,j)-> (0,inf)  "The cost of material input l imported to j",
CST_NPO_FAC(j)-> (0,inf)    "The cost of npo used as input at j",
CST_IMPORT_FAC(j)-> (0,inf)   "The cost of all material inputs imported to j",
CST_TREAT_FAC(i)-> (0,inf)    "The cost for disposal of npo at i";
```

CONSTRAINTS:

```
TOT_SIZE..          sum(i,Size_per_Unit(i)*ACTGEN(i)*Co_Location(i)) <= SIZE,
MASS_BAL(l,j)..   mat_input(l,j)*ACTREC(j)=sum(i,vol_con(l,i,j)*NPO_IN(i,j,l))+IMPORT
(l,j),
MAX_SIZE(i)..       Size_per_Unit(i)*ACTGEN(i) <= MAXSIZE(i)*LOCATE_AT_PARK(i),
MIN_SIZE(i)..       Size_per_Unit(i)*ACTGEN(i) >= MINSIZE(i)*LOCATE_AT_PARK(i),
P_fac..             sum(i,LOCATE_AT_PARK(i)*Co_Location(i))>= Number_fac,
DEFN_NPO(l)..       NPO(l)=sum(i,gen_npo(l,i)*ACTGEN(i)),
DEFN_NETNPO(l,i)..    NET_NPO(l,i) = (gen_npo(l,i)*ACTGEN(i))-sum(j,NPO_IN(i,j,l)),
JOBS(e)..           EMP(e)= sum(i,Job_req(e,i)*ACTGEN(i)),
CST_NPO(l,j)..      NPO_COST(l,j)=sum(i,cost_npo(l,j)*NPO_IN(i,j,l)),
CST_IMPORT(l,j)..     IMPORT_COST(l,j)=cost_import(l,j)*IMPORT(l,j),
TREATCST_NPO(l,i)..   TREAT_COST_NPO(l,i) = NPO_treat_cost(l,i)*NET_NPO(l,i),
FAC_CST_NPO(j)..    CST_NPO_FAC(j) = sum(l,NPO_COST(l,j)),
FAC_CST_IMPORT(j)..   CST_IMPORT_FAC(j) = sum(l,IMPORT_COST(l,j)),
FAC_TREATCST_NPO(i).. CST_TREAT_FAC(i) = sum(l,TREAT_COST_NPO(l,i)),
EQ_ACT(i,j)..       a(i,j)*ACTGEN(i)=a(i,j)*ACTREC(j),
DEFN_Z1..           WREVENUE = sum(i,Rev_per_Unit(i)*ACTGEN(i)),
DEFN_Z2..           WMAXNPOUSE = sum((i,j,l),wmaxuse(l)*NPO_IN(i,j,l)),
DEFN_Z3..           WMINNPOGEN = sum(l,wminnpo(l)*NPO(l)),
DEFN_Z4..           WMINNETGEN = sum((l,i),wminnet(l)*NET_NPO(l,i)),
DEFN_Z5..           WEMPLOYMENT = sum(e,wemploy(e)*EMP(e)),
VAL_Z1..            REVENUE = sum(i,Rev_per_Unit(i)*ACTGEN(i)),
VAL_Z2..            MAXNPOUSE = sum((i,j,l),NPO_IN(i,j,l)),
VAL_Z3..            MINNPOGEN = sum(l,NPO(l)),
```

```
VAL_Z4..        MINNETGEN = sum((l,i),NET_NPO(l,i)),
VAL_Z5..        EMPLOYMENT = sum(e,EMP(e)),
VAL_Z6..        COST = sum((l,j),NPO_COST(l,j))+sum((l,j),IMPORT_COST(l,j))+sum
((l,i),TREAT_COST_NPO(l,i)),
VAL_Z7..        NETREVENUE = REVENUE - COST,
FACILITY_OPEN(i)..   Open_Facility(i) <= LOCATE_AT_PARK(i),
FACILITY_CLOSE(i)..  1 - Close_Facility(i)>= LOCATE_AT_PARK(i),
COMB_OBJ..      Zcombine = wzREVENUE*REVENUE +
wzMAXNPOUSE*WMAXNPOUSE - wzMINNPOGEN*WMINNPOGEN -
wzMINNETGEN*WMINNETGEN
                + wzEMPLOYMENT*WEMPLOYMENT - wzCOST*COST +
wzNETREVENUE*NETREVENUE;


FILES:
 file1 > iec_eip2.out;


MODEL:
 EIP_MOP
 maximize  : Zcombine
 subject to :
{TOT_SIZE,MASS_BAL,MAX_SIZE,MIN_SIZE,P_fac,DEFN_NPO,DEFN_NETNPO,

NET_NPO,JOBS,EQ_ACT,DEFN_Z1,DEFN_Z2,DEFN_Z3,DEFN_Z4,DEFN_Z5,COMB_OBJ,
        VAL_Z1,VAL_Z2,VAL_Z3,VAL_Z4,
        VAL_Z5,CST_NPO,CST_IMPORT,
TREATCST_NPO,FAC_CST_NPO,FAC_CST_IMPORT,FAC_TREATCST_NPO,
        VAL_Z6,VAL_Z7,FACILITY_OPEN,FACILITY_CLOSE}
 method : mip;
```

```
OPTIONS:
  constraint_listing:= 1,
  solution_listing:= 1;

SOLVE  EIP_MOP;
LOCATE_AT_PARK2('Paper') := LOCATE_AT_PARK('Paper');
LOCATE_AT_PARK2('WWTP') := LOCATE_AT_PARK('WWTP');
LOCATE_AT_PARK2('Cblock') := LOCATE_AT_PARK('Cblock');
LOCATE_AT_PARK2('Print') := LOCATE_AT_PARK('Print');
LOCATE_AT_PARK2('PowerPlant') := LOCATE_AT_PARK('PowerPlant');


Material_costs(j) := sum(l,mat_input(l,j) * ACTREC(j) * cost_import(l,j));

Input_savings(j) := LOCATE_AT_PARK2(j)*[Material_costs(j) - (CST_NPO_FAC(j) +
CST_IMPORT_FAC(j))];

Output_savings(i) := LOCATE_AT_PARK(i)*[sum(l,gen_npo(l,i) * ACTGEN(i) *
Npo_treat_cost(l,i)) - (CST_TREAT_FAC(i))];

Total_in_savings := sum(j,Input_savings(j));
Total_out_savings := sum(i,Output_savings(i));

!DEFN_LAND_USED
    Land_used := sum(i,Size_per_Unit(i)*ACTGEN(i)*Co_Location(i));
!DEFN_EMPLOY(e,i)
   EMP_AT_FACILITY(e,i) := Job_req(e,i)*ACTGEN(i);
!DEFN_REV(i)
      REV(i) := Rev_per_Unit(i)*ACTGEN(i);
!DEFN_SIZE(i)
     SIZE_AT(i) := Size_per_Unit(i)*ACTGEN(i);
!DEFN_NPOGEN(i,l)
```

```
   TNPO_GEN(l,i) := gen_npo(l,i)*ACTGEN(i);
!DEFN_NPOUSE(l,j)
   NPO_USE(l,j) := sum(i,vol_con(l,i,j)*NPO_IN(i,j,l));


!     DATA SECTION

SETS:
 Gen_facilities  := {
Paper,
WWTP,
Print,
Cblock,
PowerPlant},

Rec_facilities  := {
Paper,
WWTP,
Print,
Cblock,
PowerPlant},

 NPO_gen      := {
Wwater,
Gwater,
RecyPaper,
FlyAsh,
Heat},

 Employees      := {
Management,
Technical,
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Administrative,

Labor};

PARAMETERS:

Open_Facility(i) := {

Paper: 0,

WWTP: 0,

Print: 0,

Cblock: 0,

PowerPlant: 0},

Close_Facility(i) := {

Paper: 0,

WWTP: 0,

Print: 0,

Cblock: 0,

PowerPlant: 0},

Co_Location(i) := {

Paper: 1,

WWTP: 1,

Print: 1,

Cblock: 1,

PowerPlant: 1},

! Objective function weights

! Max Waste Used Objective

wmaxuse(l) := {

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Wwater: 1 ,

Gwater: 1 ,

RecyPaper: 1 ,

FlyAsh: 1 ,

Heat: 1},

! Min Waste Generation Objective

wminnpo(l) := {

Wwater: 1 ,

Gwater: 1 ,

RecyPaper 1 ,

FlyAsh: 1 ,

Heat: 1},

! Min Net Waste Generated

wminnet := {

Wwater: 1 ,

Gwater: 1 ,

RecyPaper: 1 ,

FlyAsh: 1 ,

Heat: 1},

! Employment objective

wemploy(e) := {

Management: 1 ,

Technical: 1 ,

Administrative: 1 ,

Labor: 1 },

wzREVENUE := 0 ,

wzMAXNPOUSE := 1 ,

wzMINNPOGEN := 0 ,

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

wzMINNETGEN := 0 ,

wzEMPLOYMENT := 1 ,

wzCOST := 0 ,

wzNETREVENUE := 1 ,

SIZE := 280000 ,

Number_fac := 0 ,

Size_per_Unit(i) := {

Paper: 0.0521 ,

WWTP: 0.01 ,

Print: 0.05 ,

Cblock: 0.0048 ,

PowerPlant: 1336 },

MAXSIZE(i) := {

Paper: 16500 ,

WWTP: 24000 ,

Print: 13200 ,

Cblock: 6600 ,

PowerPlant: 55000 },

MINSIZE(i) := {

Paper: 13500 ,

WWTP: 16000 ,

Print: 8000 ,

Cblock: 5400 ,

PowerPlant: 45000 },

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Rev_per_Unit(i) := {

Paper: 2000 ,

WWTP: 3 ,

Print: 1 ,

Cblock: 200 ,

PowerPlant: 1336.9 },

gen_npo(l,i) := TABLE

	Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
Wwater	0.02	0	0	0	0
Gwater	0	0.9	0	0	0
RecyPaper	0	0	0.03	0	0
FlyAsh	0	0	0	0	13369
Heat	0	0	0	0	1738

,

mat_input(l,j) := TABLE

	Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
Wwater	0	1	0	0	0
Gwater	500	0	0	0	0
RecyPaper	1	0	0	0	0
FlyAsh	0	0	0	0.01	0
Heat	1	0	0	0	0

,

cost_npo(l,j) := TABLE

	Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
Wwater	0	0	0	0	0
Gwater	2500	0	0	0	0
RecyPaper	2000	0	0	0	0
FlyAsh	0	0	0	2000	0
Heat	8000	0	0	0	0

,

cost_import(l,j) := TABLE

	Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
Wwater	0	2	0	0	0
Gwater	4000	0	0	0	0
RecyPaper	5000	0	0	0	0
FlyAsh	0	0	0	3000	0
Heat	10000	0	0	0	0

,

Job_req(e,i) := TABLE

	Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
Management	0.00006	0.000001	0.00007	0.00001	0.01
Technical	0.00006	0.000005	0.00005	0.00002	0.1
Administrative	0.00001	0.000001	0.0001	0.00002	0.1
Labor	0.00007	0.000006	0.00005	0.00004	0.1

,

a(i,j) := TABLE

	Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
Paper	1	0	0	0	0
WWTP	0	1	0	0	0
Print	0	0	1	0	0
Cblock	0	0	0	1	0
PowerPlant	0	0	0	0	1

,

,

NPO_treat_cost(l,i) := TABLE

	Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
Wwater	0	0	0	0	0
Gwater	0	0	0	0	0
RecyPaper	0	0	-500	0	0

FlyAsh	0	0	0	0	3000
Heat	0	0	0	0	0

,

vol_con(l,i,j):= TABLE

				Paper	WWTP	Print	Cblock	PowerPlant
(	Wwater	,	Paper)	0	0	0	0	0
(	Wwater	,	WWTP)	0	0	0	0	0
(	Wwater	,	Print)	0	0	0	0	0
(	Wwater	,	Cblock)	0	0	0	0	0
(	Wwater	,	PowerPlant)	0	0	0	0	0
(	Gwater	,	Paper)	0	0	0	0	0
(	Gwater	,	WWTP)	0	0	0	0	0
(	Gwater	,	Print)	0	0	0	0	0
(	Gwater	,	Cblock)	0	0	0	0	0
(	Gwater	,	PowerPlant)	0	0	0	0	0
(	RecyPaper	,	Paper)	0	0	0	0	0
(	RecyPaper	,	WWTP)	0	0	0	0	0
(	RecyPaper	,	Print)	1	0	0	0	0
(	RecyPaper	,	Cblock)	0	0	0	0	0
(	RecyPaper	,	PowerPlant)	0	0	0	0	0
(	FlyAsh	,	Paper)	0	0	0	0	0
(	FlyAsh	,	WWTP)	0	0	0	0	0
(	FlyAsh	,	Print)	0	0	0	0	0
(	FlyAsh	,	Cblock)	0	0	0	0	0
(	FlyAsh	,	PowerPlant)	0	0	0	1	0
(	Heat	,	Paper)	0	0	0	0	0
(	Heat	,	WWTP)	0	0	0	0	0
(	Heat	,	Print)	0	0	0	0	0
(	Heat	,	Cblock)	0	0	0	0	0
(	Heat	,	PowerPlant)	1	0	0	0	0

;

สำหรับสมการ Objective และ Constraint ที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

MODEL OBJECTIVE

$$\textit{Maximize Zcombine} \qquad (1a)$$

โดยที่

$$Zcombine = (wzMAXNPOUSE*WMAXNPOUSE) - (wzMINNPOGEN*WMINNPOGEN) - (wzMINNETGEN*WMINNETGEN) + (wzEMPLOYMENT*WEMPLOYMENT) + (wzREVENUE*REVENUE) - (wzCOST*COST) + (wzNETREVENUE*NETREVENUE) \qquad (1b)$$

และ

$$WM@POUSE = \text{w max } use_i * NPOINi,j,l \qquad (2a)$$

$$WMIAWPOGEN = \text{w min } npo_i * NPO_i \qquad (2b)$$

$$WMINNETGEN = wmin\ net_i * NETNPO_{i,l} \qquad (2c)$$

$$WEMPLOYMENT = wemploy_e * EMP_e \qquad (2d)$$

$$REVENUE = Rev_per_Unit_i * ACTGEN_i \qquad (2e)$$

$$COST = NPO_COST_{i,j} + IMPOR\ T_COST_{i,j} + TREA\ T_COST_NPO_{i,i} \qquad (2f)$$

$$NETREVENUE = REVENUE - COST \qquad (2g)$$

โดยที่มี Functional Constraints ดังนี้

$$(Size_per_Unit_i * ACTGEN_i * Co_Location_i) <= Site \qquad (3)$$

$$Size_per_Unit_i * A\ CTGEN_i <= Maxsize * LOCATE_AT_PARK_i \quad All\ i \qquad (4a)$$

$$Size_per_Unit_i * A\ CTGEN_i >= Minsize_i * LOCATE_AT_PARK_i \quad All\ i \qquad (4b)$$

$$mat_input_{i,j} * ACTREC_j = (vol_con_{i,j,l} * NPOIN_{i,j,l}) + IMPORT_{i,j} \quad All\ l,j \qquad (5)$$

$$LOCA\ TE_AT_PARK_i <= Number_fac \qquad (6)$$

$$Open_Facility_i <= LOCA\ TE_AT_PARK_i \quad All\ i \qquad (7a)$$

$$1_Close_Facility_i >= LOCATE_AT_PARK_i \quad All\ j \qquad (7b)$$

โดยมี Definitional constraints ดังนี้

$$NPO_l = (gen_npo_{l,i} * ACTGEN_i) \quad (8)$$

$$NETNPO_{l,i} = (gen_npo_{l,i} * ACTGEN_i) - NPOIN_{i,j,l} \quad (9)$$

$$EMP_AT_FACILITY_{e,i} = gen_jobs_{e,i} * ACTGEN_i \quad Alle,i \quad (10)$$

$$EMP_{e,i} = (gen_jobs_{e,i} * ACTGEN_i) \quad All\ e \quad (11)$$

$$NPO_COST_{l,i} = (cost_npo_{i,l} * NPOIN_{i,j,l}) \quad All\ l,j \quad (12)$$

$$IMPOR\ T_COST_{l,j} = cost_import_{l,j} * IMPORT_{l,j} \quad All\ l,j \quad (13)$$

$$TREA\ T_COST_NPO_{l,i} = Npo_treat_cost_{l,i} * NETNPO_{l,i} \quad All\ l,i \quad (14)$$

$$CS.T_NPO_FAC_j = NPO_COST_{l,j} \quad All\ j \quad (15)$$

$$CST_IMPORT_FAC_j = IMPORT_COST_{l,j} \quad All\ j \quad (16)$$

$$CST_TREAT_FAC_i = TREA\ T_COST_NPO_{l,i} \quad All\ i \quad (17)$$

$$REV_i = Rev_per_Unit_i * ACTGEN_i \quad All\ i \quad (18)$$

$$SIZE_AT_i = Size_per_Unit_i * ACTGEN_i \quad All\ i \quad (19)$$

$$NPOGEN_{l,i} = gen_npo_{l,i} * ACTGEN_i \quad All\ i \quad (20)$$

$$NPOUSE_{l,j} = (vol_con_{l,i,j} * NPOIN_{i,j,l}) \quad All\ l,j \quad (21)$$

$$MAXNPOUSE = NPOIN_{i,j,l} \quad (22)$$

$$MINNPOGEN = NPO_l \quad (23)$$

$$MINNETGEN = NETNPO_{l,i} \quad (24)$$

$$EMPLOYMENT = EMP_e \quad (25)$$

$$MATERIAL_COSTS_j = mat_input_{ij} * ACTREC_j * Cost_import_{ij} \quad (26)$$

$$INPUT_SAVINGS_j = LOCA\ TE_AT_PARK_i * [MATERIAL_COSTS_j - (CST_NPO_FAC_j + CST_IMPOR\ T_FAC_j)] \quad (27)$$

$$OUTPUT_SAVINGS_i = LOCATE_AT_PARK_i * [(gen_npo_{li} * ACTGEN_i * Npo_treat_cost_{li}) - (CST_TREAT_FAC_j)] \quad (28)$$

ความหมายของตัวแปร

$ACTGEN_i$ = the activity level for facility i at the park

$ACTREC_j$ = the activity level for facility j at the park

NPO_l = the total amount of material type l generated at the park

$NPOIN_{iji}$ = the amount of material type l from facility i used at facility j

$IMPORT_{ij}$ = the amount of material type l imported to the park for facility j

$NPOUSE_{li}$ = the amount of material type l used at facility j

$NETNPO_{li}$ = the net amount of material type l generated as NPO at facility i

EMP_e = the total number of employees type e required at the park

$EMP_AT_FACILITY_{ei}$= the number of employees by type e required at each facility i

$LOCATE_AT_PARK_i$ = 1(one) if facility i locates at the park, 0 if not

$LOCATE_AT_PARK_j$= 1 (one) if facility j locates at the park, 0 if not

WMAXNPOUSE = weighted value of objective function MAXIMIZE NPO Used

WMINNPOGEN = weighted value of objective function MINIMIZE NPO Generated

WMINNETGEN = weighted value of objective function MINIMIZE Net NPO Generated

WEMPLOYMENT = weighted value of objective function MAXIMIZE Employment

Zcombine = value of the weighted combined objective function

REVENUE = value of objective function MAXIMIZE Economic Revenue

MAXNPOUSE = value of objective function MAXIMIZE NPO Used

MINNPOGEN = value of objective function MINIMIZE NPO Generated

MINNETGEN = value of objective function MINIMIZE Net NPO Generated

EMPLOYMENT = value of objective function MAXIMIZE Employment

COST = value of objective function MINIMIZE Cost

NETREVENUE = value of objective function MAXIMIZE Net Revenue

REV_i = the revenue at facility i

$SIZE_AT_i$ = the physical size (footprint) of facility i

$NPOGEN_{l,i}$ = the material type l generated as NPO at facility i

$TREAT_COST_NPO_{li}$ = the cost of treating, handling, storing, or disposing of NPO type l at facility i

NPO_COST_{lj} = the cost of NPO material l used as an input to facility j

$IMPORT_COST_{li}$=the cost of importing material input l from outside the park for use at facility j

$CST_NPO_FAC_j$ = the total cost to facility j of acquiring NPO materials for use as inputs

$CST_IMPORT_FAC_j$ = the total cost to facility j of purchasing imported materials for use as inputs

$CST_TREAT_FAC_i$ = the total cost for treatment, handling, storage, and disposal of all NPO materials generated at facility i

$MATERIAL_COSTS_j$= total costs to facility j if it were to import all its material requirements from off-site suppliers

$INPUT_SAVINGS_j$ = the savings to facility j from reusing NPO materials acquired from other facilities in the park as inputs to its processes

$OUTPUT_SAVINGS_i$ = the savings to facility i from not having to pay for disposal of NPO materials that are instead being reused at other facilities in the park

Model parameters

Gen_npo_{li} = the per unit of activity generation of material type l as an NPO by facility i

$Size_per_unit_i$ = the size requirement per unit of activity for facility i

Size = the total amount of space available at the park

$Co_Location_i$ = 1 (one) , if the facility is to be considered for co-location at the park, 0 otherwise. If 0, the facility may be identified to participate in the park but is not considered to take up any physical space at the park site

Mat_input_{li} = the per unit of activity requirement for material type l as input to facility i

Vol_con_{lij} = the volume conversion of waste l from facility i as input to facility j

Gen_jobse_i = the per unit of activity requirement for employment type e at facility i

$Maxsize_i$ = the maximum allowable size for facility i at the park

$Minsize_i$ = the minimum allowable size for facility i at the park

Number_fac = the minimum number of facilities needed to locate at the park

$Open_Facility_i$ = 1(one), if facility i is required tobe located at the park, 0 otherwise

$Close_Facility_i$ = 1(one), if facility i is restricted from locating at the park, 0 otherwise

$Rev_per_Unit_i$ = the revenue generated per unit of activity at facility i

$Cost_import_{li}$ = the cost per unit of material type l imported fromoutside the park for use as input to facility j

$Npo_treat_cost_{li}$ = the cost for treatment, handling, storage, and disposal of material type l generated as NPO at facility i

Objective function components

WzRevenue = overall weight on objective function MAXIMIZE Economic Revenue

WzCOST = overall weight on objective function MINIMIZE Cost

WzNETREVENUE = overall weight on objective function MAXIMIZE Net Revenue

Wmaxuse = the weight for NPO type l in objective MAXIMIZE NPO Used

WzMINNPOGEN = overall weight on objective function MINIMIZE NPO Generated

$Wminnet_l$ = the weight for NPO material type l in objective MINIMIZE Net NPO Generated

WzEMPLOYMENT = overall weight on objective function MAXIMIZE Employment

$Wemploy_e$ = the weight on employment type e in the employment objective

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ. การใช้ประโยชน์จากของเสีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

การใช้ประโยชน์จากของเสีย

ตารางที่ ฉ.1 รูปแบบการนำของเสียชุมชนมาใช้ประโยชน์

ของเสียชุมชน	การนำมาใช้ประโยชน์
1. กระดาษ 1.1 กระดาษขาว	ผลิตเป็นสมุดฉีก , ผลิตเป็นของเล่นกระดาษ
1.2 กระดาษอื่นๆ	ทำเป็นเยื่อกระดาษสำหรับผลิตกระดาษใหม่, ผลิตเป็นเยื่อบุผิวผลิตภัณฑ์ต่างๆ, ผลิตเป็นเยื่อบุในอุปกรณ์กันความร้อน, ผลิตเป็นอุปกรณ์ก่อสร้างประเภทฝาผนัง, นำมาเผาไฟให้ความร้อน
2. มูลฝอยสด 2.1 เศษอาหาร	นำมาเป็นอาหารสัตว์, ผลิตเป็นอาหารสัตว์สำเร็จรูป
2.2 มูลฝอยสดจากการเตรียมอาหาร หรือ มูลฝอยสดจากตลาด	นำมาหมักทำปุ๋ย, นำมาหมักให้ได้สารแอลกอฮอล์, นำมาหมักให้ได้แก๊สชีวภาพสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม
3. ผ้า 3.1 ผ้าเป็นผืน	ผลิตเป็นของเล่น, ผลิตเป็นพรมเช็ดเท้า, ผลิตเป็นอุปกรณ์เครื่องนอน เช่น ผ้านวม ที่นอน ฯลฯ จากเศษผ้า
3.2 เศษผ้า, เศษด้าย	ผลิตเป็นเยื่อกระดาษจากเศษผ้าา, ผลิตเป็น Roofing Material จากใยผ้า, นำมาเผาไฟให้ความร้อน
4. เศษไม้ , กิ่งไม้	ผลิตเป็น Fibre board, ผลิตเป็นเยื่อกระดาษ, นำมาเผาไฟให้ความร้อน, นำมาหมักทำปุ๋ย
5. พลาสติก (ถุงพลาสติก, และภาชนะพลาสติก)	ผลิตเป็นเม็ดพลาสติก แล้วนำไปขึ้นรูปตามต้องการ, ผลิตเป็นเชื้อเพลิง RDF (Refuse-

ของเสียชุมชน	การนำมาใช้ประโยชน์
	Derived Fuel)
6. หนัง (รองเท้า, เข็มขัด, กระเป๋า)	ผลิตเป็นเชื้อเพลิง RDF
7. ยาง (รองเท้า, หนังยาง, ยางรถยนต์)	นำมาผลิตเป็นรองเท้ายาง, ผลิตเป็นบันไดถีบรถจักรยาน, ผลิตเป็นกันชนรถยนต์, ผลิตเป็นกาวยาง, ผลิตเป็นเชื้อเพลิง RDF, ใช้ผลิตผ้าใบ
8. โลหะ	
8.1 เหล็ก (กระป๋อง)	ผลิตเป็นเหล็กเส้นและลวดเหล็ก, ผลิตเป็นเหล็กกล้า
8.2 อะลูมิเนียม (กระป๋อง)	ผลิตเป็นภาชนะใส่ของ, ผลิตเป็นสายไฟฟ้าแรงสูง
8.3 ทองแดง (สายไฟฟ้า)	ผลิตเป็นสายไฟฟ้า
8.4 แบตเตอรี่ใช้แล้ว	แยกตะกั่วออกจากแบตเตอรี่แล้วผลิตเป็นตะกั่วแท่งใช้ในการผลิตแบตเตอรี่, กระสุนปืน ฯลฯ
8.5 ถ่านไฟฉาย	แยกกระบอกสังกะสีออกจากถ่านไฟฉายใหม่
9. แก้ว	
9.1 ขวดน้ำอัดลม, ขวดบรรจุเครื่องดื่ม	นำมาทำความสะอาด ฆ่าเชื้อโรคแล้วบรรจุเครื่องดื่มได้
9.2 แก้วแตก	ผลิตเป็นแก้วและกระจก รวมทั้งภาชนะที่ทำด้วยแก้ว
10. ก้อนหิน, เซรามิกซ์ (วัสดุจากการก่อสร้าง)	นำมาปรับปรุงพื้นที่
11. อื่นๆ (สาร Organics)	นำมาผสมกับเศษพืชผลทางการเกษตรผลิตเป็นแก๊สชีวภาพ หรือ Biogas
หมายเหตุ ศึกษาข้อมูลจากเอกสารต่างๆ รวมทั้งสอบถามผู้เกี่ยวข้องและสังเกตการดำเนินงานนำของเสียมาใช้ประโยชน์จากผู้ใช้ประโยชน์ของเสีย	

ตารางที่ ฉ.2 รูปแบบของการนำของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ในกิจการอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม (ผู้ผลิตของเสีย)	ของเสีย	อุตสาหกรรม (ให้ประโยชน์ของเสีย)
<u>โรงงานผลิตไม้อัดและบอร์ด</u> (Shanghai Number One Wood Mill) (วัตถุดิบ ใช้ไม้ซุง(log) เป็นวัตถุดิบในการผลิต) (ผลผลิต ได้ผลผลิตคือ 1. Plywood 2. Hard Fibre Board 3. โต๊ะสำหรับจักรเย็บผ้า 4. กระสวยไม้สำหรับเครื่องทอผ้า)	1. เศษไม้ (คุณสมบัติ เป็นเศษไม้ที่เกิดขึ้นจากขบวนการผลิต ไม่ปนเปื้อนกับสิ่งสกปรกอื่นใด)	โรงงานผลิตไม้อัดและบอร์ด นำเศษไม้ไปใช้ผลิตไม้อัดและ Fibre Board
	2. ขี้เลื่อย (คุณสมบัติ เป็นขี้เลื่อยที่เกิดจากการไสไม้และตกแต่งไม้ ไม่ปนเปื้อนกับสิ่งสกปรกอื่นใด)	โรงงานทำอิฐใช้ขี้เลื่อยเป็นวัตถุดิบตัวหนึ่งในขบวนการผลิต
		โรงงานผลิตเชื้อเพลิงแข็ง นำขี้เลื่อยมาอัดแน่นผลิตเป็นเชื้อเพลิงแท่งใช้แทนฟืนในการหุงต้มอาหารได้
<u>โรงงานผลิตแอลกอฮอล์ จากน้ำเสียของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ</u> (Guangzhou Paper Mill) (วัตถุดิบ ใช้น้ำเสียของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษซึ่งมีสารOrganic เจือปนอยู่ในปริมาณมากมาผลิตแอลกอฮอล์) (ผลผลิต ได้ Ethyl Alcohol)	ของเสีย จากการกลั่นแอลกอฮอล์ (คุณสมบัติ ไม่ปนเปื้อนกับสารมีพิษ) ขี้เถ้าจากถ่านหิน (คุณสมบัติ เป็นขี้เถ้าจากการเผาถ่านหิน ถูกทำให้เย็นและไม่ปนเปื้อนกับสารมีพิษและสิ่งสกปรกอื่น	โรงงานผลิตกาว (Adhesive) จากของเสียจากการกลั่นแอลกอฮอล์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุตสาหกรรม (ผู้ผลิตของเสีย)	ของเสีย	อุตสาหกรรม (ให้ประโยชน์ของเสีย)
		โรงงานผลิต Vanilla ผงจากของเสียจากการกลั่นแอลกอฮอล์
		โรงงานทำอิฐจากเศษขี้เถ้าถ่านหิน
		โรงงานทำ Ceramic Grain จากขี้เถ้าถ่านหินซึ่งจะนำไปใช้ในกิจการก่อสร้าง
<u>โรงงานผลิตน้ำนมกล่องจากโคนม</u> (วัตถุดิบ ใช้น้ำนมโคสด ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้วบรรจุใส่กล่องเพื่อจำหน่ายต่อไป) (ผลผลิต ได้น้ำนมกล่องชนิดหวานและจืด) (หมายเหตุ จากการสอบถามและสังเกตผู้ที่เกี่ยวข้อง)	มูลโค (คุณสมบัติ เป็นมูลโคสด ไม่ปนเปื้อนกับส่งสกปรกและสารมีพิษ)	โรงงานผลิตปุ๋ยหมัก นำมูลโค (ความชื้น 50 - 60%) มาผลิตเป็นปุ๋ยหมัก
		โรงงานผลิต Biogas นำมูลโค (ความชื้น 50-80%) มาหมักได้ เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้ม
		โรงงานผลิตเชื้อเพลิงแข็ง นำมูลโค (แห้ง) มาบดอัดได้เชื้อเพลิงแข็งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำ (Boiler)
		ฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ นำมูลโคไปเป็นอาหารของแพลงตอน เพื่อเลี้ยงปลาต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุตสาหกรรม (ผู้ผลิตของเสีย)	ของเสีย	อุตสาหกรรม (ให้ประโยชน์ของเสีย)
	น้ำนมเสีย, ตะกอนนม (คุณสมบัติ เป็นน้ำนมที่หกเรี่ยราดระหว่างการรีดนมโคและน้ำนมที่บรรจุใส่กล่องที่ไม่ได้คุณภาพตามต้องการ ยังไม่บูดเน่า)	โรงงานผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูป นำตะกอนนม (แห้ง) มาผลิตเป็นอาหารสัตว์
		โรงงานผลิตปุ๋ยหมัก นำน้ำเสียมาผสมกับเศษพืชผลทางการเกษตรจนมีความชื้น 50-60 % แล้วหมักเป็นปุ๋ยหมัก
		โรงงานผลิตBiogas นำน้ำนมเสียมาผสมกับมูลโคจนมีความชื้น 50-80 % แล้วหมักเป็น Biogas ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้ม
	เศษกระดาษ, กล่องชำรุด (คุณสมบัติ ไม่ปนเปื้อนกับสารมีพิษหรือสิ่งสกปรก)	โรงงานผลิตกระดาษจากเศษกระดาษ
	หลอดพลาสติก (คุณสมบัติ เป็นหลอดพลาสติกที่เสียหาย ระหว่างขบวนการติดหลอดกับกล่อง ไม่ปนเปื้อนกับสิ่งสกปรกอื่นใด)	โรงงานผลิตเม็ดพลาสติกจากพลาสติกทิ้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุตสาหกรรม (ผู้ผลิตของเสีย)	ของเสีย	อุตสาหกรรม (ให้ประโยชน์ของเสีย)
<u>โรงงานผลิตปูนซีเมนต์</u> (บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด) (วัตถุดิบ ใช้สินปูน หินเชล ศิลาแลง ทราย และยิปซัมมาเผาในเตาเผาปูน) (ผลผลิต ได้ปูนซิเมนต์เป็นผลละเอียดขนาด 10 Micron)	ฝุ่น (คุณสมบัติ เป็นฝุ่นของวัตถุดิบและฝุ่นของปูน ซีเมนต์ที่ผลิตแล้วถูกจับได้โดยเครื่องมือดักฝุ่น ไม่ปนเปื้อนกับสิ่งสกปรกอื่นใด)	โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ นำฝุ่นที่ได้จากเครื่องดักฝุ่น ไปเข้าเตาเผาปูนรวมกับวัตถุดิบอื่นๆ ผลิตเป็นปูนซีเมนต์
	ขี้เถ้า (คุณสมบัติ เป็นขี้เถ้าจากการเผาถ่านหินลิกไนต์ เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาเผาปูนขี้เถ้าจะถูกทำให้เย็นและไม่ปนเปื้อนกับสิ่งสกปรกอื่นใด)	โรงงานทำอิฐจากขี้เถ้าถ่านหิน
		โรงงานทำซีเมนต์จากขี้เถ้าถ่านหิน
	เศษกระดาษ (คุณสมบัติ เป็นเศษถุงปูนซีเมนต์ที่ขาดชำรุดเสียหายและเศษกระดาษอื่นๆ ไม่ปนเปื้อนกับสารมีพิษและสิ่งสกปรกอื่นใด)	โรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากเศษกระดาษ
<u>โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าพลังไอน้ำ</u> (โรงจักรพลังไดน้ำแม่เมาะ, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)	ขี้เถ้าจากถ่านหินลิกไนต์ (คุณสมบัติ เป็นขี้เถ้าที่ได้จากการเผาถ่านหินลิกไนต์ ไม่ปนเปื้อนกับส่งสกปรกอื่นๆ)	โรงงานผลิตอิฐก่อสร้างนำขี้เถ้าถ่านหิน ลิกไนต์ไปผลิตเป็นอิฐก่อสร้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุตสาหกรรม (ผู้ผลิตของเสีย)	ของเสีย	อุตสาหกรรม (ให้ประโยชน์ของเสีย)
(วัตถุดิบ ใช้ถ่านหินลิกไนต์จากเหมืองถ่านหินแม่เมาะของโรงจักรฯ มาเป็นเชื้อเพลิงต้มหม้อไอน้ำ ได้ไอน้ำไปขับเคลื่อนไดนาโม เกิดกระแสไฟฟ้า) (ผลผลิต ได้ไฟฟ้าจำนวน 825,000 กิโลวัตต์ จากโรงจักร จำนวน 7 หน่วย)		โรงงานทำ Ceramic Grain นำขี้เถ้าถ่านหินลิกไนต์ไปผลิตเป็น Ceramic Grain ใช้ในกิจการก่อสร้าง
	Oil & Lubricant (คุณสมบัติ เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น ที่เป็นของเสียจากการซ่อมแซมรถยนต์และเครื่องจักรในโรงจักร ไม่ปนเปื้อนกับสิ่งสกปรกอื่น)	โรงงานกลั่นน้ำมันปิโตรเลี่ยมนำ Oil & Lubricant มากลั่นเป็นน้ำมันเชื่อเพลิง
<u>โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน</u> (วัตถุดิบ ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้า แผงวงจรไฟฟ้า อุปกรณ์ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำด้วยเหล็ก ทองแดง ยาง แก้ว อลูมิเนียม พลาสติกเป็นต้น และวัตถุดิบอื่นๆ) (ผลผลิต ได้เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น ตู้เย็น พัดลม วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องปรับอากาศ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	เศษแก้ว เศษกระจก (คุณสมบัติ เป็นเศษอุปกรณ์ชิ้นส่วนของเครื่องไฟฟ้าที่ทำด้วยแก้ว กระจก แต่ชำรุดเสียหายระหว่างการผลิตหรือการบรรจุหีบห่อ)	โรงงานผลิตภาชนะเครื่องใช้ที่ทำด้วยแก้ว นำเศษแก้วไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต
		โรงงานผลิตกระจก นำเศษแก้วไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต
	เศษพลาสติก เศษยาง (คุณสมบัติ เป็นเศษพลาสติก เศษยาง ชิ้นส่วนของเครื่องไฟฟ้าที่ทำด้วยพลาสติก ยาง แต่ชำรุดเสียหายระหว่างการผลิต หรือการบรรจุหีบห่อ)	โรงงานผลิตเม็ดพลาสติก นำเศษพลาสติกไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

อุตสาหกรรม (ผู้ผลิตของเสีย)	ของเสีย	อุตสาหกรรม (ให้ประโยชน์ของเสีย)
		โรงงานผลิตเชื้อเพลิงนำเศษพลาสติก ยาง ไปเผาใน pyrolytic reactor ได้แก๊สและเชื้อเพลิงเหลว นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานต่างๆได้
	เศษกระดาษ (คุณสมบัติ เป็นเศษกระดาษที่ใช้ห่ออุปกรณ์ชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือกล่องกระดาษบรรจุเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ชำรุดเสียหายระหว่างการหีบห่อ ไม่เปื้อนกับสิ่งสกปรกอื่นๆ	โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ นำเศษกระดาษไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

หมายเหตุ ข้อมูลจาก หนังสือ แนวโน้มการใช้ประโยชน์ของเสีย ของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน ISBN 974-7570-48-3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

น.ส.วิรงรอง วัชรสุวรรณเสรี เกิดเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2515 จบการศึกษาชั้นมัธยมจากโรงเรียนหอวัง และจบการศึกษาในระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมอุตสาหการจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เมื่อปี พ.ศ. 2537 เข้ารับการศึกษาด้านวิศวกรรมอุตสาหการในระดับปริญญาโท ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปี พ.ศ.2539

หลังจากสำเร็จการศึกษาได้เข้ารับราชการเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน หลังจากนั้นได้เข้าทำงานกับบริษัทที่ปรึกษาทีม คอนซัลแตนท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ในตำแหน่ง เจ้าหน้าที่พัฒนาธุรกิจ และปัจจุบันทำงานในตำแหน่งวิศวกรโครงการ ของบริษัทอินเตอร์เนชั่นแนล แคพซูล จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย