LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PETROCHEMICAL PRODUCTS: POLYSTYRENE AND POLYURETHANE FOAM

Jirunya Paoluglam

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
2005

ISBN 974-9651-93-6

Thesis Title: Life Cycle Assessment of Petrochemical Products: Polystyrene and Polyurethane Foam

By: Ms. Jirunya Paoluglam

Program: Petrochemical Technology

Thesis Advisors: Asst. Prof. Pomthong Malakul
Asst. Prof. Manit Nithitanakul

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

.... College Director
(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:

....
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

....
(Asst. Prof. Manit Nithitanakul)

....
(Asst. Prof. Kitipat Siemanond)

....
(Asst. Prof. Metta Chareonpanich)

บทคัดย่อ

จิรัญญา เผ่าหลักแหลม : การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี: โพลีสไตรีน และโพลียูรีเธนโฟม (Life Cycle Assessment (LCA) of Petrochemical Products: Polystyrene and Polyurethane Foam) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ปมทอง มาลากุล และ ผศ. ดร. มานิตย์ นิธิธนากุล 176 หน้า ISBN 974-9651-93-6

งานวิจัยนี้ทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ 2 ชนิด คือ โพลีสไตรีนและโพลียูรีเธนโฟม โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์บัญชีรายการที่บริษัท ดาว เคมีคอล จำกัด ที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง การศึกษานี้ใช้โปรแกรม SimaPro 5.1 และวิธี Eco-indicator 95 และ Eco-indicator 99 ในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด ขอบเขตการศึกษาของทั้งโพลีสไตรีนและโพลียูรีเธนโฟมครอบคลุมตั้งแต่การผลิต การขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ การใช้งานที่บริษัทที่ทำการฉีดพลาสติก และการกำจัด (ฝังกลบ เผา และรีไซเคิล) สำหรับโพลีสไตรีนนั้นได้ศึกษาผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ โพลีสไตรีนสำหรับใช้ทั่วไป (จีพีพีเอส) และโพลีสไตรีนแบบทนแรงกระแทก (เอชไอพีเอส) ผลการศึกษาพบว่า ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีทั้ง 2 ชนิดมาจากช่วงการผลิตและการใช้งาน (ฉีด) เป็นส่วนใหญ่ สำหรับโพลีสไตรีน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมส่วนมากมาจากสไตรีนโมโนเมอร์ที่เป็นวัตถุดิบในการผลิต และการผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงการใช้งาน (ฉีด) ซึ่งก่อให้เกิดการลดลงของเชื้อเพลิงฟอสซิล ฝนกรด และหมอกที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสง สำหรับโพลียูรีเธน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาจากวัตถุดิบที่สำคัญ คือ ไอโซไซยาเนตและโพลีอีเธอร์โพลีออล ซึ่งก่อให้เกิดการถดถอยของทรัพยากร โลหะหนัก และฝนกรด นอกจากนี้ ยังพบว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตโพลีสไตรีนนั้นมีมากกว่าโพลียูรีเธนโฟมประมาณ 1.5 เท่า

ABSTRACT

4671005063: Petrochemical Technology Program
Jirunya Paoluglam: Life Cycle Assessment (LCA) of Petrochemical Products: Polystyrene and Polyurethane Foam.
Thesis Advisors: Asst. Prof. Pomthong Malakul, Asst. Prof. Manit Nithitanakul 176 pp. ISBN 974-9651-93-6
Keywords: Life Cycle Assessment/ Polystyrene/ Polyurethane Foam/ Environmental Impact/ System boundary

In this research, a life cycle assessment (LCA) study was conducted to assess the environmental impacts of the production of two commercially important petrochemical products, polystyrene (PS) and polyurethane foam (PU foam). Life cycle inventory (LCI) data for both PS and PU were collected from Dow Chemical Company plants in Maptaphut, Rayong. LCA software, SimaPro 5.1 with Eco-Indicator 95 and Eco-Indicator 99 methods, was used to assess the environmental impacts. The system boundary of PS and PU foam production was set to include manufacturing, distribution and transportation of raw materials and products, use phase (injection) at the plastic manufacturing companies and disposal (landfill, incineration and recycle). For PS, two products were studied separately; general purpose PS (GPPS) and high impact PS (HIPS). The results showed that the environmental impacts of these two model petrochemical products (PS and PU) come mainly from the manufacturing and use phases. For PS, the environmental impacts were found to be essentially from styrene monomer (both GPPS and HIPS) and polybutadiene rubber (only HIPS) in the manufacturing phase and the generation of electricity used in the use phase which resulted in depletion of fossil fuels, acidification and summer smog. For PU, the impacts caused mainly by two important raw materials, isocyanate (MDI) and polyether-polyol, which resulted in resources depletion, heavy metal effect and acidification. It was also observed that the production of PS creates the environmental impacts approximately 1.5 times higher than PU foam.

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis work is partially funded by Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium).

I would like to gratefully give special thanks to my advisor, Asst. Prof. Pomthong Malakul, and my co-advisor, Asst. Prof. Manit Nithitanakul, for their criticism, valuable guidance, valuable suggestion, and vital help throughout this research work.

I would like to thank Mr. Krisakorn Jiamjumrussin for the special suggestion in my work.

I greatly appreciate all my friends, PPC and MTEC staffs who gave me support and encouragement.

Finally, I am deeply indebted to my family for their love, care, and encouragement.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

TABLE PAGE

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**