

ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมต่อผลผลิตของของอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น



นายทรงชัย อ่อนันตกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานพธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-349-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014255

I 10299889

THE EFFECTS OF INDUSTRIAL ENVIRONMENT  
ON  
THE PRODUCTIVITY OF THE FLAT-STEEL USING INDUSTRY

MR. Songchai Anunantakool



ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirement  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-568-349-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมต่อผลผลิตของอุตสาหกรรมที่ใช้  
เหล็กแผ่น

โดย

นายทรงชัย อนันต์กุล

ภาควิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม


อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ

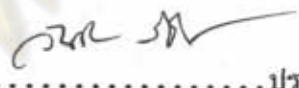
อาจารย์กิตติ ลิ้มสกุล




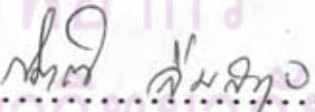
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรานัย)

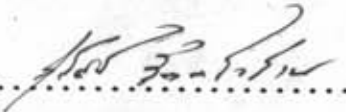
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวินัย)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์กิตติ ลิ้มสกุล)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร ตันตะกุลชัย)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุกัน รัตนเกื้อกังวาน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ทรงชัย อภิมันตกุล : ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมต่อผลผลิตของอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น (THE EFFECTS OF INDUSTRIAL ENVIRONMENT ON THE PRODUCTIVITY OF THE FLAT-STEEL USING INDUSTRY). อ.ที่ปรึกษา:รศ.ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, อ.กิตติ ลิ้มสกุล, 253 หน้า

การศึกษานพบว่า การผลิตของอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่นทั้ง 3 อุตสาหกรรมนั้น มีการใช้วัตถุดิบหลักจากภาคอุตสาหกรรม คือ แผ่นเหล็กค้ำ และวัตถุดิบจากภาคอุตสาหกรรมอื่น ๆ คือ โลหะเคลือบผิว และตัวประสานอื่น ๆ ตลอดจนปัจจัยสนับสนุนการผลิตทางด้านแรงงาน ไฟฟ้า ประปา และน้ำมัน ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตจากส่วนต่าง ๆ ได้โดยประมาณ ดังนี้ แผ่นเหล็กค้ำ 72-93 % โลหะเคลือบผิวและอื่น ๆ 8-11.5 % แรงงาน 1-3 % ไฟฟ้า 2-3 % ประปา 0.01-0.036 % และน้ำมัน 0.45-3 % ส่วนผลผลิตที่ส่งไปยังอุตสาหกรรมต่อเนื่องแตกต่างกันไป กล่าวคือ อุตสาหกรรมแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกส่งผลผลิตไปยังอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง และอุตสาหกรรมอื่น ๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ตามมูลค่า คือ ประมาณ 50-70 % และ 30-60 % ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมแผ่นเหล็กอาบสังกะสีส่งผลผลิตไปยังอุตสาหกรรมก่อสร้าง และผู้ใช้ทั่วไป คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ตามมูลค่า ประมาณ 98-99 % และ 0.3-1.3% ตามลำดับ ส่วนอุตสาหกรรมท่อเหล็กส่งผลผลิตไปยังอุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมอื่น ๆ ภาครัฐบาล ผู้ใช้ทั่วไป และการส่งออก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ตามมูลค่า ประมาณ 11-20 %, 20-40 %, 20-26 %, 22-28 % และ 1-7.5 % ตามลำดับ

เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงอัตราหรือราคาต่อหน่วยของปัจจัยสนับสนุนการผลิตทีละชนิดจะส่งผลโดยตรงต่ออุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น คือ เมื่ออัตราค่าแรงงานและน้ำประปาเพิ่มขึ้น 1 % จะทำให้มูลค่าที่แท้จริงของการใช้แรงงานและน้ำประปาลดลงประมาณ 0.3-2 % และ 8.5 % ตามลำดับ ในขณะที่เมื่ออัตราค่าไฟฟ้าและน้ำมันเพิ่มขึ้น 1 % จะทำให้มูลค่าที่แท้จริงของการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันเพิ่มขึ้นประมาณ 0.2-0.5 % และ 0.3-0.5 % ตามลำดับ และคาดว่าจะส่งผลต่อเนื่อง ทำให้มูลค่าของวัตถุดิบจากภาคอุตสาหกรรม คือ อุตสาหกรรมผลิตเหล็กแผ่น และอุตสาหกรรมอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.03-0.5 % และ 0.07 - 1.4 % ตามลำดับ ส่วนมูลค่าของผลผลิตที่ส่งไปยังอุตสาหกรรมต่อเนื่อง คือ อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมก่อสร้าง และ อุตสาหกรรมอื่น ๆ เปลี่ยนแปลงประมาณ 0.06-0.32 % , 0.07-0.7 % และ 0.01-0.64 % ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา


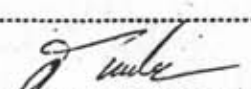


SONGCHAI ANUNANTAKOOL : THE EFFECTS OF INDUSTRIAL ENVIRONMENT ON  
THE PRODUCTIVITY OF THE FLAT-STEEL USING INDUSTRY. THESIS ADVISOR :  
ASSO.PROF.SIRICHAN THONGPRASERT, Ph.D., MR.KITTI LIMSKUL, 253 PP.

From the study, the production costs of the industry in term of raw materials, labour, electricity, water-supply and fuel-oil are 72-93 %, 8-11.5 %, 1-3 %, 2-3 %, 0.01-0.036 % and 0.45-3 % of total production cost respectively. The output from tinplate industry supplied to food-canned industry and from tinplate industry supplied to food-canned industry and other industry are 50-70 % and 30-60 % of the production value. Output from galvanized steel sheet industry supplied to construction industry and other user (private consumption) are 98-99 % and 0.3-1.3 % of the production value. And output from steel-pipe industry supplied to construction industry, other industry, government, other user and export are 11-20 %, 20-40 %, 20-26 %, 22-28 %, and 1-7.5 % of the production value respectively.

As the consumption of the output is assumed to be fixed when either the labour or water-supply rate is increased by 1 %, The true consumption value of each input is decreased 0.3-2 % and 8.5 % respectively. While either the electricity or fuel-oil rate is increased by 1 %, The true consumption value of each input is increased 0.20-0.5 % and 0.3-0.5 % respectively. It is expected that subsequent effect will affect the consumption value of flat-steel and other (from industries) is approximate 0.03-0.5% and 0.07-1.4% respectively. And the productive value which affect correlated industries (food-canned, construction and other industry) shall change approximate 0.06-0.32, 0.07-0.7 % and 0.01-0.64 % respectively.

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วย ความกรุณาอย่างยิ่งของท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และท่านอาจารย์กิตติ ลิ่มสกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเสนอแนะ ให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนได้ตรวจร่าง และแก้ไขข้อผิดพลาดในวิทยานิพนธ์ฉบับร่าง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รับความกรุณาจากเจ้าหน้าที่ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รวมทั้งโรงงานต่าง ๆ ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลที่ใช้ทำวิทยานิพนธ์ จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ในที่สุดนี้ ขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ช่วยพิจารณาให้คำแนะนำ ตรวจทานแก้ไข และอนุมัติ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ทรงชัย อนุพันธ์กุล  
กันยายน 2530

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

หน้า

|   |    |
|---|----|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....   | ก  |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....  | ข  |
| กิตติกรรมประกาศ .....   | ค  |
| สารบัญตาราง .....   | ง  |
| สารบัญรูป .....   | ช  |
| บทที่   |    |
| 1 บทนำ .....  | 1  |
| - สภาวะความเป็นมา แนวทาง และปัญหาของอุตสาหกรรม<br>ที่ใช้เหล็กแผ่นในประเทศ ..... | 1  |
| - อุตสาหกรรมแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก .....  | 1  |
| - อุตสาหกรรมแผ่นเหล็กอาบสังกะสี .....   | 5  |
| - อุตสาหกรรมท่อเหล็ก .....  | 9  |
| - วัตถุประสงค์ .....  | 14 |
| - ขอบเขตของงานวิจัย .....   | 15 |
| - ข้อสมมติฐานในการวิจัย .....   | 16 |
| - รายงานการสำรวจงานวิจัย .....  | 17 |
| - ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....   | 23 |
| บทที่   |    |
| 2 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบการผลิตและสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม .....                | 25 |
| - ระบบการผลิตของกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น .....                            | 26 |
| - ปัจจัยการผลิต .....   | 27 |
| - ขบวนการผลิต .....   | 37 |
| - ผลผลิต .....  | 57 |
| - ระบบอุตสาหกรรมที่ล้อมรอบกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น .....                  | 63 |





สารบัญ (ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| - ผลการพยากรณ์เมื่ออัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเพิ่มขึ้น 1% .....                                 | 138  |
| - ผลการพยากรณ์เมื่ออัตราค่าน้ำประปาต่อหน่วยเพิ่มขึ้น 1% .....                              | 140  |
| - ผลการพยากรณ์เมื่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหน่วยเพิ่มขึ้น 1% .....                          | 142  |
| บทที่  |      |
| 6 แนวทางในการพิจารณากำหนดแนวโน้มของผลการพยากรณ์ .....                                      | 143  |
| - อุตสาหกรรมแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก .....   | 146  |
| - อุตสาหกรรมแผ่นเหล็กอาบสังกะสี .....  | 150  |
| - อุตสาหกรรมท่อเหล็ก .....   | 155  |
| บทที่  |      |
| 7 สรุปและเสนอแนะ .....   | 161  |
| - สรุป .....   | 161  |
| - ข้อเสนอแนะ .....   | 172  |
| เอกสารอ้างอิง .....  | 174  |
| ภาคผนวก ก การเก็บข้อมูลและปัญหาในการเก็บข้อมูล .....                                       | 177  |
| ภาคผนวก ข ตารางการไหลของปัจจัยการผลิตและผลผลิตของกลุ่มอุตสาหกรรม<br>ที่ใช้เหล็กแผ่น .....  | 187  |
| ภาคผนวก ค วิธีการ Least Squares .....  | 195  |
| ภาคผนวก ง รูปแสดงมูลค่าการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตชนิดต่าง ๆ ของ<br>แต่ละอุตสาหกรรม ..... | 205  |
| ภาคผนวก จ สภาวะการผลิตและแนวโน้มการผลิตของอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น....                    | 226  |
| ประวัติการศึกษา .....  | 253  |

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| 1.1           | แสดงสถิติปริมาณการผลิต การนำเข้า และการส่งออกของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก ..... | 3  |
| 1.2           | แสดงจำนวนโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี .....                               | 6  |
| 1.3           | แสดงปริมาณและมูลค่าการนำเข้าแผ่นเหล็กดำ .....                              | 8  |
| 1.4           | แสดงจำนวนโรงงานผลิตท่อเหล็ก .....  | 12 |
| 2.1           | แสดงต้นทุนการผลิตโดยประมาณของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก .....                    | 28 |
| 2.2           | แสดงต้นทุนการผลิตโดยประมาณของแผ่นเหล็กอาบสังกะสี .....                     | 29 |
| 2.3           | แสดงต้นทุนการผลิตโดยประมาณของท่อเหล็ก .....                                | 30 |
| 2.4           | แสดงมูลค่าการใช้แผ่นเหล็กดำของแต่ละอุตสาหกรรม .....                        | 31 |
| 2.5           | แสดงมูลค่าการใช้วัตถุดิบอื่น ๆ ของแต่ละอุตสาหกรรม .....                    | 32 |
| 2.6           | แสดงมูลค่าการใช้แรงงานของแต่ละอุตสาหกรรม .....                             | 33 |
| 2.7           | แสดงมูลค่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละอุตสาหกรรม .....                   | 34 |
| 2.8           | แสดงมูลค่าการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอุตสาหกรรม .....                              | 35 |
| 2.9           | แสดงมูลค่าการใช้น้ำประปาของแต่ละอุตสาหกรรม .....                           | 36 |
| 2.10          | แสดงมูลค่าผลผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกที่ส่งไปยังอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ...     | 59 |
| 2.11          | แสดงมูลค่าผลผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่ส่งไปยังผู้บริโภคร่างต่าง ๆ .....    | 60 |
| 2.12          | แสดงมูลค่าผลผลิตท่อเหล็กที่ส่งไปยังผู้บริโภคร่างต่าง ๆ .....               | 61 |
| 2.13          | แสดงประกาศการปรับอัตราค่าแรงงานขั้นต่ำฉบับต่าง ๆ .....                     | 67 |
| 2.14          | แสดงอัตราค่าแรงงานขั้นต่ำเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2527 .....              | 68 |
| 2.15          | แสดงตารางเปรียบเทียบราคาน้ำมันบางประเภท .....                              | 70 |
| 2.16          | แสดงราคาค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2527 .....            | 71 |
| 2.17          | แสดงอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2527 .....                      | 74 |
| 2.18 ถึง 2.20 | แสดงประกาศอัตราจำหน่ายน้ำประปาของการประปานครหลวง.                          | 76 |
| 2.21          | แสดงอัตราค่าน้ำประปาเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2527 .....                   | 78 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| 3.1 แสดงตารางปัจจัยผลผลิตในรูปกายภาพ .....  | 83   |
| 3.2 แสดงตารางปัจจัยผลผลิตในรูปมูลค่า .....  | 85   |
| 3.3 แสดงตารางปัจจัยผลผลิตในรูปสัญลักษณ์ของตัวแปรทางคณิตศาสตร์ .....   | 86   |
| 3.4 แสดงตาราง Matrix ของ Technological Coefficient .....  | 87   |
| 3.5 แสดงรายละเอียดของสาขาการผลิตย่อยในสาขาการผลิตที่ 106 .....  | 97   |
| 4.1 แสดงค่าตัวปรับค่า (Deflator) บางชนิด ตั้งแต่ปี พ.ศ.2521-2527 ...  | 103  |
| 4.2 แสดงมูลค่าการใช้แรงงานของทั้ง 3 อุตสาหกรรม (ตัดอิทธิพลของราคาแล้ว)  | 104  |
| 4.3 แสดงมูลค่าการใช้ไฟฟ้าของทั้ง 3 อุตสาหกรรม (ตัดอิทธิพลของราคาแล้ว).  | 104  |
| 4.4 แสดงมูลค่าการใช้น้ำประปาของทั้ง 3 อุตสาหกรรม (ตัดอิทธิพลของราคาแล้ว)  | 104  |
| 4.5 แสดงมูลค่าการใช้น้ำมันของทั้ง 3 อุตสาหกรรม (ตัดอิทธิพลของราคาแล้ว) .  | 105  |
| 4.6 ถึง 4.7 แสดงค่าพารามิเตอร์บางค่าที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป .....   | 125  |
| 5.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงในรูปเปอร์เซ็นต์เมื่ออัตราค่าแรงงานขั้นต่ำเพิ่มขึ้น 1%..  | 136  |
| 5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงในรูปเปอร์เซ็นต์เมื่ออัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 1% .....  | 138  |
| 5.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงในรูปเปอร์เซ็นต์เมื่ออัตราค่าน้ำประปาเพิ่มขึ้น 1% ...   | 140  |
| 5.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงในรูปเปอร์เซ็นต์เมื่ออัตราค่าน้ำมันเตาเพิ่มขึ้น 1% ...  | 141  |
| 6.1 แสดงอัตราการขยายตัวของปัจจัยทางเศรษฐกิจบางชนิด .....  | 145  |
| 6.2 แสดงอัตราการขยายตัวของมูลค่าในส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรม<br>แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก .....                                      | 146  |
| 6.3 แสดงอัตราการขยายตัวของมูลค่าในส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรม<br>แผ่นเหล็กอาบสังกะสี .....                                       | 151  |
| 7.1 แสดงอัตราการขยายตัวของมูลค่าในส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรม<br>แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก เปรียบเทียบกับอัตราการขยายตัวของ GNP ..... | 169  |
| 7.2 แสดงอัตราการขยายตัวของมูลค่าในส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรม<br>แผ่นเหล็กอาบสังกะสี เปรียบเทียบกับอัตราการขยายตัวของ GDP .....  | 170  |
| 7.3 แสดงอัตราการขยายตัวของมูลค่าในส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรม  |      |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

|  | หน้า |
|--|------|
| 6.4 แสดงอัตราการขยายตัวของมูลค่าในส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรม |      |
| ต่อเหล็ก .....   | 155  |
| ต่อเหล็ก เปรียบเทียบกับอัตราการขยายตัวของ GNP .....        | 171  |
| ข.1 ถึง ข.7 แสดงตารางการไหลของปัจจัยการผลิตและผลผลิตของ    |      |
| กลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น ในปี พ.ศ. 2521-2527 .....   | 188  |
| จ.1 กำลังการผลิตและปริมาณการผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก.....  | 227  |
| จ.2 ปริมาณความต้องการแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก.....             | 231  |
| จ.3 ปริมาณนำเข้า แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก.....                 | 232  |
| จ.4 ปริมาณการส่งออกแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกในปี 2518-2528..... | 234  |
| จ.5 ปริมาณการใช้แผ่นเหล็กชุบโครเมียมและโลหะอื่น ๆ.....     | 236  |
| จ.6 กำลังการผลิตและปริมาณการผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....   | 238  |
| จ.7 ปริมาณความต้องการแผ่นเหล็กอาบสังกะสีภายในประเทศ.....   | 240  |
| จ.8 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า แผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....      | 241  |
| จ.9 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกแผ่นเหล็กอาบสังกะสี.....       | 242  |
| จ.10 กำลังการผลิตและปริมาณการผลิตต่อเหล็ก.....             | 245  |
| จ.11 ปริมาณความต้องการต่อเหล็ก.....                        | 248  |
| จ.12 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าต่อเหล็ก.....                 | 249  |
| จ.13 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกต่อเหล็ก.....                 | 251  |

คู่มือวิทยุพัชรากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

| รูปที่       | หน้า   |
|--------------|--|
| 2.1          | รูปแบบจำลองขั้นพื้นฐานของระบบการผลิต ..... 26  |
| 2.2          | รูปขบวนการผลิต Hot dipped tinplate ..... 38  |
| 2.3          | รูปขั้นตอนการผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก ..... 39   |
| 2.4          | แสดงภาคตัดขวางของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก ..... 40   |
| 2.5          | ขั้นตอนการผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า ..... 43   |
| 2.6          | ขบวนการผลิตแผ่นเหล็กอบสังกะสี ..... 47   |
| 2.7          | ขั้นตอนการผลิตแผ่นเหล็กสังกะสี ..... 49  |
| 2.8          | ขบวนการผลิตท่อเหล็ก ..... 50   |
| 2.9          | ขั้นตอนการผลิตท่อเหล็กกล้าชนิด Bending Rolled Pipe ..... 52  |
| 2.10         | ขั้นตอนการผลิตท่อเหล็กกล้าชนิด Spiral Weld Pipe ..... 54   |
| 2.11         | ขั้นตอนการผลิตท่อเหล็กกล้าชนิด UOE Steel Pipe ..... 56   |
| 2.12         | ระบบอุตสาหกรรมที่ล้อมรอบกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้เหล็กแผ่น ..... 64  |
| 2.13         | สิ่งแวดล้อมระบบการผลิต ..... 65  |
| 2.14         | แสดงแนวโน้มของอัตราค่าจ้างเฉลี่ย ..... 69  |
| 2.15         | แสดงแนวโน้มของราคาน้ำมันดิบเตาเฉลี่ย ..... 72  |
| 2.16         | แสดงแนวโน้มของอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ..... 75   |
| 2.17         | แสดงแนวโน้มของอัตราค่าน้ำประปาเฉลี่ย ..... 79  |
| 3.1          | สรุปรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของระบบสมบูร์กแบบ ..... 91   |
| 3.2          | การเชื่อมโยงของธรรมชาติของระบบเศรษฐกิจ ..... 94  |
| 4.1 ถึง 4.10 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราหรือราคาต่อหน่วยของปัจจัย<br>สนับสนุนการผลิตกับมูลค่าการใช้ในแต่ละอุตสาหกรรม ..... 107 |
| 4.11         | แสดง Residual ..... 118  |
| ค. 1         | แสดงเส้นตรงการถดถอย ..... 196  |
| ค. 2         | แสดงความแปรปรวนของตัวแปรไม่อิสระ ..... 202   |

ง.1 ถึง ง.21 แสดงมูลค่าการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตของกลุ่มอุตสาหกรรม  
ที่ใช้เหล็กแผ่น ..... 205



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย