

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- การคลัง, กระทรวง. ประกาศ, 2537. กำหนดหน่วยงานของรัฐและเอกชน ที่รับทำการวิจัย และพัฒนา เทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงการคลัง, 2537.
- ชฎามาศ ชูวะเศรษฐกุล. การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในภาคเอกชน ด้วยมาตรการทางภาษี. หนังสือธนาคารแห่งประเทศไทยเลขที่ ธปท.นช. (ว) /233/2536. กรุงเทพมหานคร: 21 เซนจูรี จำกัด, 2537.
- ชูเวช ชาญสง่าเวช. การจัดการทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, คณะ วิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- ชูเวช ชาญสง่าเวช. การวิเคราะห์ผลกำไร. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ด, 2538.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย, ฝ่ายวิชาการ. สรุปภาวะเศรษฐกิจปี 2538 และแนวโน้มปี 2539. กรุงเทพมหานคร: ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2539.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. ระบบการวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุน สนับสนุนการวิจัย, 2537.
- ยงยุทธ ยุทธวงศ์. การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชนด้วยสิ่งจูงใจทางภาษีและมาตรการอื่นๆ. วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 (กันยายน - ตุลาคม 2535): 61 - 73
- วรพจน์ มีถม. การเลือกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่โดยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- วิจารณ์ พานิช. บทบาทของการวิจัย : การท้าทายของทศวรรษใหม่. รายงานการประชุมประจำปี ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2537.
- วิทยาศาสตร์, กระทรวง. ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี. รายงานผลการดำเนินงานของ ปี พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์, 2538.
- ศุภกิจ อังสุวรรณ. การตัดสินใจเลือกผู้เข้าประมูลระบบควบคุมโรงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, ประกาศ ที่ 1/2536. สิทธิประโยชน์เพื่อการสนับสนุนการทำ วิจัยและพัฒนา. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2536.

- สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ. การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชน : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ , 2538.
- สำนักนายกรัฐมนตรี, สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่เจ็ด พ.ศ. 2535-2539 . กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี , 2534
- อรุณ อวนสกุล. จากงานวิจัยสู่ตลาด : ความสำเร็จของภาคเอกชนไทยในการลงทุนด้านวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม . รายงานการประชุมประจำปี 2534 . สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 199-271.
- อานุภาพ ดิรลาภ. ความไม่สมดุลของการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมไทย. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) , สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ , 2536.
- อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. การทำวิจัยเชิงสำรวจ (เล่มที่ 13). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ภาษาอังกฤษ

- Albayrakoglu ,M. Murat. Justification of new manufacturing technology : A strategic approach using the analytic hierarchy process. Production & inventory management Journal , Vol 37 , First Quarter 1996 : pp.71-76.
- Amin,A.M. Evaluating the appropriateness of microcomputers for litigation document management using the Analytic Hierarchy Process. Master 's Thesis : AIT ,1984.
- Barbarosoglu ,Gulay, and Pinhas,David . Capital rationing in the public sector using the analytic hierarchy process. Engineering Economist ,Vol.40 ,Summer 1995 : pp. 315 - 341.
- Batch , L., Cohedet , P., and Ledoux,M.J. The evaluation of big R&D projects : A comparison between The Brite Euram projects and the ESA space projects. International Journal of Technology Management ,Vol.10 , 1995 : pp. 525-556.
- Betz , Frederick . Strategic technology management. New York : McGraw-Hill , 1994.
- Bose ,R.K., and Anandalingam , G. Sustainable urban energy-environment management with multiple objectives. Energy Journal ,Vol 21 ,1996 : pp. 305-318.
- Bromley,D.A. Physics in perspective. National Academy of Sciences Report : Washington DC , 1972
- Cettron , Marvin J. and Bartocha , Bodo . Technology assessment in a dynamic Environment. New York : Gordon and Breach Science ,1973.

- Cooke , Steve and Slack , Nigel. Making management decisions Second Edition . New York : Prentice-Hall, 1991.
- Dyer , Robert F. and Forman , Ernest H. An analytic approach to marketing decisions . New York : Prentice-Hall, 1991.
- Goodwin , Paul and Wrighte , George. Decision analysis for management judgment . Chichester : Wiley , 1991.
- Helmer ,O. . Looking forward. London : Sage Pub , 1983.
- Hosseini J.C., and Armacost,R.L. Using the Analytic Hierarchy Process for strategic and policy decisions in engineering management. Conference Paper , Title “Technology Management.The New International Language” , 1991.
- Hong You . Application of the Analytic Hierarchy Process to access country risk. Master ' s Thesis : AIT, 1990.
- Keeney,R.L. and Raifa,H. Decision with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs. New York : Wiley , 1976.
- Kepner ,C.H.,and Tregoe ,B.B. The new rational manager , A systematic approach to problem solving and decision making. New York : McGraw-hill , 1965.
- L.,Urai. Destination of foreign direct investment : An application of Analytic Hierarchy Process (AHP) for a cement manufacturing firm in Thailand . Master ' s Thesis : AIT ,1995.
- Lee ,Dal-Hwan . R&D evaluation: A case study of the national R&D program of Korea. KOREA : Science and Technology Policy Institute (STEPI) , 1994.
- Linstone,H.A. and Turoff,M., eds. The delphi method. London : Addison Wesley Pub , 1975.
- NAM IN-SUK. The Analytic Hierarchy Process : A case study of technological choice in the Korean machinery. Master ' s Thesis : AIT , 1990.
- S.,Sithichai. Competitive strategies for tank farm operation . Master ' s Thesis : Chulalongkorn University , 1996.
- Saaty,T.L. The Analytic Hierarchy Process . New York : McGraw-Hill,1980.
- Saaty,T.L. The Analytic Hierarchy Process: What it is and how it is used mathematical modeling 9. New York : McGraw-Hill, 1987.
- Saaty , Thomas L. and Kat , Joseph M. Techniques for supporting decisions based on multiple criteria. Bangkok : Asian Institute of Technology , 1989.

Urai Lertatsuwawiwat . Destination of foreign direct investment :an application of analytic hierarchy process (AHP) for a cement manufacturing firm in Thailand.

Master ' s Thesis : AIT , 1995.

Weinberg , Alvin M. The Evaluation of Scientific Research. Criteria for Evaluation ,a Generation Later. Ciba Foundation Conference , U.K. ,1988, pp 1-15. U.K. : John Wiley & Sons ,1989.

Weber , Stephen F. A modified analytic hierarchy process for automated manufacturing dicisions. Interfaces Journal (TIM),Vol.23 ,Jul/Aug 1993 : pp. 75-84.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 1

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

(The Analytic Hierarchy Process)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สามารถใช้แก่นสารขององค์ความรู้และประสบการณ์ สนับสนุนกระบวนการทางจิตวิทยาผ่านกระบวนการตัดสินใจได้ กระบวนการนี้ยังสามารใช้การตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์หา ข้อดี/ข้อเสีย และ กระบวนการตัดสินใจด้วยการให้น้ำหนัก โดยการนำโครงสร้างในเรื่องของลำดับชั้นของตัวปัญหาเข้ามาใช้ มีการเปรียบเทียบกันเป็นคู่ๆในแต่ละส่วน(element) ของแต่ละลำดับชั้นเพื่อหาความสำคัญ ภายใต้ขั้นตอนการตัดสินใจแต่ละขั้นตอนที่มากมายที่สามารถลดข้อผิดพลาดได้ด้วยการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง(inconsistency ratio)

1. ขั้นตอนการดำเนินการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ในรายละเอียด ส่วนประกอบต่างๆของปัญหา กระทำให้เป็นลำดับชั้น

ในขั้นตอนแรกของการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้ ต้องทำการศึกษาวิเคราะห์ปัญหา หอองค์ประกอบต่างๆของการตัดสินใจของผู้ทำการตัดสินใจ แปรสภาพให้เป็นลำดับชั้น ได้แก่ เป้าหมายของการตัดสินใจ , เกณฑ์การพิจารณา และ ทางเลือกในการตัดสินใจ

ในแต่ละลำดับหรือ แต่ละส่วน ก็สามารถกระทำให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นซ้อนเข้ามาได้ อีก เช่น เกณฑ์การพิจารณาแต่ละเกณฑ์(criteria) ก็สามารถ จำแนกให้เป็น เกณฑ์ย่อย(sub-criteria)ได้ จนกระทั่งโครงสร้างของลำดับชั้น ลงสู่ส่วนประกอบของปัญหาได้อย่างจำเพาะเจาะจงลงไป

1.2 กำหนดระดับความสำคัญในแต่ละลำดับชั้น

ในขั้นตอนที่ 2 นี้ จะเป็นการกำหนดระดับความสำคัญของแต่ละส่วน ในแต่ละลำดับชั้น โดยผู้ทำการตัดสินใจจะต้องทำการประเมินความสำคัญของแต่ละส่วนด้วยวิธีการเปรียบเทียบความสัมพันธ์กัน ในเรื่องของความสำคัญ ความชอบ หรือ ความเป็นไปได้ ของแต่ละคู่ ในแต่ละกลุ่มของ ลำดับชั้นนั้นๆ โดยต้องกระทำอยู่ภายใต้ส่วนที่อยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่าเท่านั้น การคำนวณหาค่าความสำคัญนั้นจะเป็นการใช้หลักการของเมตริกซ์และทฤษฎีของไอเกนเวกเตอร์ (eigenvector)

ตัวอย่างเช่น การกำหนดความสำคัญในลำดับของเกณฑ์การพิจารณา(criteria) ก็จะต้องมีการกำหนดความสำคัญของส่วยย่อยของเกณฑ์นั้น(sub-criteria)ก่อน โดยการเปรียบเทียบกันเป็นคู่ๆ ในกลุ่มของเกณฑ์ย่อยนั้น

1.3 การสังเคราะห์ผลของการตัดสินใจ

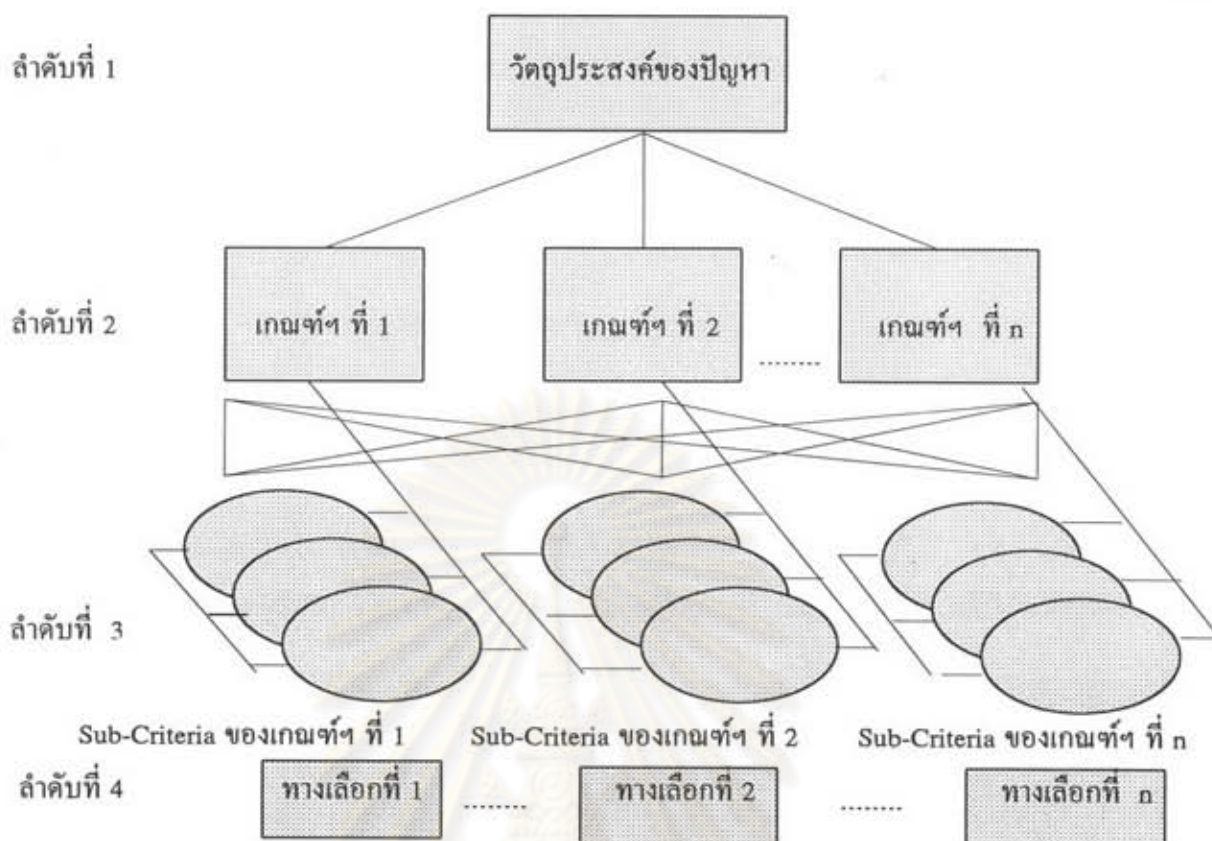
การสังเคราะห์ผลจะเป็นการรวมเอากรรมวิธีที่พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ ในขั้นตอนที่ 1 , 2 และ คำนวณระดับ(คะแนน)ความสำคัญทั้งหมดในแต่ละทางเลือก ที่สนองตอบต่อวัตถุประสงค์ ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจหลัก(criteria)และ เกณฑ์ย่อยนั้น(sub-criteria) ทางเลือกที่ได้รับการวิเคราะห์หาค่าระดับความสำคัญได้สูงที่สุด ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้ จะเป็นทางเลือกที่ชอบมากกว่าทางเลือกทั้งหมดนั่นเอง

1.4 การประเมินความสอดคล้องของการตัดสินใจในลำดับของเกณฑ์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้เป็นการวิเคราะห์หาค่า อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (inconsistency ratio)ของ เกณฑ์ทั้งหมด สามารถกล่าวได้ว่า ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องที่ได้ ไม่ควรจะมีค่าเกิน 0.10 หากค่าที่ได้เกินกว่า 0.10 ไม่ว่าจะที่ลำดับใดก็ตาม หรือที่ค่าการตัดสินใจลำดับสุดท้าย จะแสดงว่ากระบวนการนี้ ใช้กระทำการตัดสินใจไม่ได้ ต้องมีการแก้ไขใหม่ จนกว่าค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องนี้จะคำนวณได้ไม่เกิน 0.10

ครั้นเมื่อได้ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง(inconsistency ratio)ไม่เกิน 0.10 แล้ว สิ่งที่จะต้องพิจารณาต่อไปก็คือ การวิเคราะห์ความไวของข้อมูล จึงจะทำให้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างทั่วไปของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ตารางที่ 1 ค่าสเกลเปรียบเทียบ สำหรับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ระดับการตัดสินใจ	แบบคำพูด	แบบตัวเลข
	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	9
	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดจนถึงมีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	8
	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด	7
	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณจนถึงมีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด	6
	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ	5
	มีความสำคัญมากกว่าพอสมควรจนถึงมีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ	4
	มีความสำคัญมากกว่าพอสมควร	3
	มีความสำคัญเท่ากันจนถึงมีความสำคัญมากกว่าพอสมควร	2
	มีความสำคัญเท่ากัน	1

1.5 การสังเคราะห์ทางเลือก

ในขั้นตอนนี้ ผู้ทำการตัดสินใจจะต้องทำการประเมินระดับความสำคัญของทางเลือกด้วยวิธีการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์กันเป็นคู่ ในเรื่องของเกณฑ์นั้นๆ (หรือส่วนย่อยของเกณฑ์ถ้ามี) จนกระทั่งครบทุกเกณฑ์

การคำนวณหาค่าระดับความสำคัญนั้นจะเป็นการใช้หลักการของเมตริกซ์และทฤษฎีของไอเกนเวกเตอร์ (eigenvector) เช่นเดียวกัน

ค่าระดับความสำคัญของทางเลือกที่ได้ แสดงให้เห็นถึงทางเลือกที่ผู้ทำการตัดสินใจพอใจนั่นเอง

1.6 การประเมินค่าความสอดคล้องของการตัดสินใจในลำดับของทางเลือก

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (inconsistency ratio) ของทางเลือกทั้งหมด สามารถกล่าวได้ว่า ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องที่ได้ ไม่ควรมีค่าเกิน 0.10 หากค่าที่ได้เกินกว่า 0.10 ค่าการตัดสินใจลำดับสุดท้าย จะแสดงว่ากระบวนการนี้ ใช้กระทำการตัดสินใจไม่ได้ ต้องมีการแก้ไขใหม่ จนกว่าค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องนี้จะคำนวณได้ไม่เกิน 0.10 เช่นเดียวกับการประเมินค่าความสอดคล้องของการตัดสินใจในลำดับของเกณฑ์

ครั้นเมื่อได้ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องไม่เกิน 0.10 แล้ว สิ่งที่จะต้องพิจารณาต่อไปก็คือ การวิเคราะห์ความไวของข้อมูล จึงจะทำให้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงการคำนวณในการแก้ปัญหาลำดับสุดท้าย

เกณฑ์การตัดสินใจ	เกณฑ์ที่ 1	เกณฑ์ที่ 2	เกณฑ์ที่ n	น้ำหนักรวม
ทางเลือก	w_1	w_2	w_n	
A1	w_{1A1}	w_{2A1}	w_{nA1}	$w_1 * w_{1A1} + w_2 * w_{2A1} + \dots + w_n * w_{nA1}$
A2	w_{1A2}	w_{2A2}	w_{nA2}	$w_1 * w_{1A2} + w_2 * w_{2A2} + \dots + w_n * w_{nA2}$
An	w_{1An}	w_{2An}	w_{nAn}	$w_1 * w_{1A3} + w_2 * w_{2A3} + \dots + w_n * w_{nA3}$

หมายเหตุ ค่า w_1 ถึง w_n หาได้จากการคำนวณแบบไอเกนเวกเตอร์ จากการจับคู่เกณฑ์ทั้งหมด

ค่า W_{IA1} ถึง W_{nAn} หาได้จากการคำนวณแบบไอเกนเวกเตอร์ จากการจับคู่ทางเลือกทั้งหมด ภายใต้การพิจารณาในแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ

ค่าน้ำหนักรวมที่คำนวณได้ จะเป็นค่าแสดงให้เห็นการตัดสินใจของผู้ทำการตัดสินใจขั้นสุดท้าย ทั้งนี้ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องไม่ควรเกิน 0.10

2. หลักการของเมตริกซ์และทฤษฎีของไอเกนเวกเตอร์ ที่ประยุกต์ใช้กับกระบวนการลำดับชั้นเชิง วิเคราะห์

สมมติว่า เราต้องการเปรียบเทียบ เกณฑ์(criteria) 3 เกณฑ์ คือ A , B และ C และผลของการเปรียบเทียบ แสดงให้เห็นใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่

Criteria	A	B	C
A	1	2	8
B			6
C			

ดัง ตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาแบบเต็มสเกล ค่าที่ได้จะเป็นเมตริกซ์ดังนี้

Criteria	A	B	C
A	1	2	8
B	1/2	1	6
C	1/8	1/6	1

ตารางที่ 5 เป็นการหาผลรวมของเมตริกซ์ในแต่ละสดมภ์

Criteria	A	B	C
A	1	2	8
B	1/2	1	6
C	1/8	1/6	1
Column Total	13/8	19/6	15

ตารางที่ 6 เป็นการคำนวณเมตริกซ์ปรกติ โดยการหารด้วยหาผลรวมของเมตริกซ์ในแต่ละสดมภ์

Criteria	A	B	C
A	8/13	12/19	8/15
B	4/13	6/19	6/15
C	1/13	1/19	1/15
Column Total	1	1	1

ตารางที่ 7 เป็นการคำนวณค่าเฉลี่ยในแต่ละแถว

เกณฑ์	A	B	C	Row Average			
A	$\frac{8}{13}$	+	$\frac{12}{19}$	+	$\frac{8}{15}$	=	0.593
			3				
B	$\frac{4}{13}$	+	$\frac{6}{19}$	+	$\frac{6}{15}$	=	0.341
			3				
C	$\frac{1}{13}$	+	$\frac{1}{19}$	+	$\frac{1}{15}$	=	0.066
			3				
Total					=	1.000	

ค่าที่ได้จะเป็นค่าความสำคัญในแต่ละเกณฑ์นั่นเอง

ตัวอย่างการคำนวณ ค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (inconsistency ratio) กระทำได้โดยลำดับต่อไปนี้

1. คูณตารางที่ 5 ด้วยค่าที่ได้จาก ตารางที่ 7 และ รวมค่าที่ได้ในแต่ละแถว

Criteria	A(0.593)	B(0.341)	C(0.066)
A	1 * 0.593	2 * 0.341	8 * 0.066
B	0.5 * 0.593	1 * 0.341	6 * 0.066
C	0.125 * 0.593	0.167 * 0.341	1 * 0.066
A	0.593	0.682	0.528
B	0.297	0.341	0.396
C	0.074	0.057	0.066

Summing the Row Elements

A	0.593+0.682+0.528	=	1.803
B	0.297+0.341+0.396	=	1.034
C	0.074+0.057+0.066	=	0.197

2. หาค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ด้วยค่าจากตารางที่ 7

$$1.803/0.593 = 3.040 ; 1.034/0.341 = 3.032 ; 0.197/0.066 = 2.985$$

3. หาค่าเฉลี่ยจากขั้นตอนที่ 2 กำหนดให้เรียกว่า L_{max}

$$L_{max} = (3.040+3.032+2.985)/3 = 3.019$$

4. คำนวณค่า ดัชนีความสอดคล้อง (consistency index ; CI) ตามสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} CI &= (L_{max}-n)/(n-1) \\ &= (3.019-3)/(3-1) \\ &= 0.0095 \end{aligned}$$

5. คำนวณ ค่าความสอดคล้อง(consistency ratio ; CR) ตามสูตรดังนี้

$$\text{CR} = \text{CI/RI}$$

โดย RI = Random Index

ค่า Random Index เป็น คำนวณค่าความสอดคล้องของค่าสุ่มจำนวนมากที่สร้างขึ้นจากเมตริกซ์ การเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของขนาด n ดังต่อไปนี้

n	RI
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

ดังนั้น ถ้าค่า n = 3 แล้ว RI = 0.58

คำนวณ $\text{CR} = 0.0095/0.58 = 0.016$.

8. การคำนวณทางคณิตศาสตร์ (ทำไมจึงมีการใช้ค่าไอเกนและไอเกนเวกเตอร์)

สมมติว่าเรารู้น้ำหนักที่สัมพันธ์กันของเซตของกิจกรรมทั้งหมด เราสามารถอธิบาย สิ่งเหล่านี้ได้ ด้วยเมตริกซ์ ของการเปรียบเทียบ ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} W1/W1 & W1/W2 & W1/W3 & \dots & W1/Wn \\ W2/W1 & W2/W2 & W2/W3 & \dots & W2/Wn \\ W3/W1 & W3/W2 & W3/W3 & \dots & W3/Wn \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Wn/W1 & Wn/W2 & Wn/W3 & \dots & Wn/Wn \end{bmatrix}$$

ถ้าเราต้องการหา เวกเตอร์ของน้ำหนัก $[W1, W2, W3, \dots, Wn]$ ได้ให้สัดส่วนเหล่านี้มาแล้ว เราสามารถหาเมทริกซ์ ที่เป็นผลผลิตของเมทริกซ์ A ด้วยเวกเตอร์ W ที่ได้รับมา

$$\begin{bmatrix} W1/W1 & W1/W2 & W1/W3 & \dots & W1/Wn \\ W2/W1 & W2/W2 & W2/W3 & \dots & W2/Wn \\ W3/W1 & W3/W2 & W3/W3 & \dots & W3/Wn \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Wn/W1 & Wn/W2 & Wn/W3 & \dots & Wn/Wn \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W1 \\ W2 \\ W3 \\ \dots \\ Wn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nW1 \\ nW2 \\ nW3 \\ \dots \\ nWn \end{bmatrix}$$

ถ้าเรารู้ค่า เมทริกซ์ A แต่ไม่รู้ เมทริกซ์ W เราสามารถแก้ปัญหานี้ โดยการหาค่า nonzero solution ของเซตของสมการนี้ ซึ่งง่ายมากในทางวิศวกรรมและทางฟิสิกส์ ซึ่งเรียกการแก้ปัญหานี้ว่า ปัญหาการหาค่าไอเกน (eigenvalue)

$$Aw = \text{Lambda } W$$

การแก้ปัญหของสมการเซตเหล่านี้โดยทั่วไป พบได้โดยแก้ปัญห order ลำดับที่ n สำหรับค่า lambda ดังนั้น โดยทั่วไปด้วยวิธีนี้มันสามารถก้าวไปสู่การหาค่า n สำหรับ lambda ด้วยความช่วยเหลือของ W เวกเตอร์ สำหรับแต่ละค่า ของ n

ในกรณีนี้ อย่างไรก็ตาม เมทริกซ์ A มีรูปแบบที่พิเศษออกไป ดังนั้นในแต่ละแถวจะเป็นผลคูณที่คงที่ของแถวแรก สำหรับแต่ละเมทริกซ์ แถวของเมทริกซ์เป็นหนึ่ง และค่าไอเกนทั้งหมดของ A เป็นศูนย์

ยกเว้นสำหรับ 1 ดังนั้น ค่าผลรวมของค่าไอเกนของเมตริกซ์บวกจะเท่ากับแนวของเมตริกซ์ หรือผลรวมของเส้นทแยงมุม ค่าไอเกนที่ไม่เป็นศูนย์ จะเป็นค่าของ n (ขนาดของเมตริกซ์) ค่าไอเกนนี้จะหมายถึงค่า Lamda_{\max}

สังเกตได้ว่าในแต่ละสครัมภ์ของ A เป็นผลคูณที่คงที่ของ W ดังนั้น W สามารถถูกพบโดยการทำให้เป็นปรกติ ของทุกๆสครัมภ์ของ A

กล่าวได้ว่า เมตริกซ์ A เป็นเมตริกซ์ที่สอดคล้องอย่างมาก เมื่อ

$$a_{ik}a_{kj} = a_{ij} \text{ สำหรับทุกค่า ของ } ij$$

พิจารณากรณีที่เราไม่รู้ค่าของ W เรามีแต่การประมาณค่าของ a_{ij} ในเมตริกซ์ A และส่วนมากจะไม่มีการคงไว้ของค่าความสอดคล้องอย่างมากที่เหมาะสม (นี่เป็นการยอมให้ผิดพลาดได้เล็กน้อยและความไม่สอดคล้องในการตัดสินใจ) มันถูกแสดงให้เห็นแล้วว่าสำหรับทุกๆเมตริกซ์ การรบกวนในการป้อนข้อมูลเข้ามาจะอุปมาได้กับการรบกวนในค่าไอเกน ดังนั้นปัญหาของค่าไอเกน สำหรับกรณีความไม่สอดคล้องนั้นคือ

$$AW = \text{Lamda}_{\max} W$$

เมื่อ Lamda_{\max} จะถูกเข้าใกล้กับ n (ที่ถูกต้องมากกว่าหรือเท่ากับ n) และค่า Lambdas อื่นๆจะถูกเข้าใกล้ 0 การประมาณค่านำหนักสำหรับกิจกรรมทั้งหลายสามารถถูกพบได้โดยปรกติ ไอเกนเวกเตอร์สอดคล้องกับค่าไอเกนที่ใหญ่ที่สุดใน สมการเมตริกซ์ข้างบนนี้

ค่า Lamda_{\max} เข้าใกล้ n มากเท่าไรก็ยิ่งมีการสอดคล้องของข้อมูลมากเท่านั้น ดังนั้นความแตกต่าง หรือ $\text{Lamda}_{\max} - n$ สามารถใช้วัดค่าความสอดคล้องของการตัดสินใจได้ (หากได้เป็นค่า 0 แสดงว่าสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์แบบ) แต่แทนที่จะใช้ค่าความแตกต่างโดยตรง Saaty กับกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้อง(consistency index) ดังนี้

$$(\text{Lamda}_{\max} - n) * (n - 1)$$

ดังนั้น มันจึงแทนค่าเฉลี่ยของ ค่าไอเกนที่เหลืออยู่นั่นเอง

เพื่อที่จะได้การตีความที่ถูกต้องของแต่ละความแตกต่างหรือค่าดัชนีความสอดคล้อง Saaty ได้ จำลองการเปรียบเทียบกันเป็นคู่ๆจำนวนมากสำหรับเมตริกซ์หลายๆขนาด และคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง(consistency index) สำหรับแต่ละเมตริกซ์ เสร็จแล้วเขาก็ได้ชี้ให้เห็นค่า สัดส่วนของอัตราส่วนความ

ไม่สอดคล้อง (inconsistency ratio) ที่เป็น สัดส่วนของของค่าดัชนีความสอดคล้องสำหรับแต่ละชุดของการตัดสินใจจนถึงค่าดัชนีความสอดคล้องสำหรับการเปรียบเทียบแบบคู่สำหรับเมตริกซ์ที่มีขนาดเดียวกัน

ดังนั้นเซตของการตัดสินใจที่มีค่าความสอดคล้องที่สมบูรณ์แบบ (เป็น 0) ค่าสัดส่วนความสอดคล้องก็จะเป็น 0 ด้วย

หมายเหตุ : วิธีอื่นๆที่ประมาณน้ำหนักของกิจกรรม เช่น วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และ log ของกำลังสองน้อยที่สุด

ในขณะที่วิธีเหล่านี้ ให้ผลคล้ายกับค่าไอเกนเวคเตอร์ แต่ไม่สามารถให้ค่าคุณสมบัติส่วนกลับของเมตริกซ์ของการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (ที่รู้กันว่าเป็นความสอดคล้องที่อ่อนแอ) หรือสร้างการเปรียบเทียบวัดค่าความสอดคล้องได้

เพราะคุณสมบัติส่วนกลับของเมตริกซ์เปรียบเทียบ , ปัญหาของไอเกนเวคเตอร์สามารถแก้ไขได้โดยยกเมตริกซ์นี้ เป็นค่ายกกำลัง n (The n^{th} Power) และหาค่าจำกัด (limit) โดยกำหนดให้ n เข้าใกล้ค่าอนันต์ (infinity) เมตริกซ์จะเข้ามารรจบกันเสมอ Saaty แสดงให้เห็นว่า สิ่งนี้สอดคล้องกับค่าจำกัดความของการเดินอย่างโดดเด่น (dominance walks) ซึ่งแต่ละทางเลือก ตามการเดินทั้งหมดของความยาว K ในขณะที่ K ไปสู่ค่าอนันต์ (infinity) ที่ถูกให้โดยการแก้ปัญหา ค่าไอเกนนั่นเอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 2

มาตรการการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา จากรัฐบาล

นับตั้งแต่ประเทศไทย เริ่มเข้าสู่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 ในปี 2530 เป็นต้นมา นับได้ว่าเป็นประเทศที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงประเทศหนึ่งของโลก โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมและบริการ ซึ่งภาคเอกชนมีบทบาทสำคัญและนับวันยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก สร้างแรงจูงใจให้บริษัทข้ามชาติย้ายฐานการผลิตมายังประเทศไทย โดยอาศัยข้อได้เปรียบจากค่าจ้างแรงงานที่ต่ำและสิทธิประโยชน์จากมาตรการส่งเสริมการลงทุนของรัฐฯ ซึ่งนโยบายนี้นับเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการแข่งขันด้านการค้าระหว่างประเทศ

ในขณะที่ภาวะการณ์โลกที่มีการแข่งขันทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง อีกทั้งการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศคู่แข่ง อาทิเช่น จีน เวียดนาม อยู่ในอัตราที่สูงมาก รวมถึงการรวมกลุ่มทางการค้าและข้อตกลงว่าด้วยพิกัดอัตราภาษีศุลกากร (GATT) ซึ่งได้มีการทำสัญญา และแปลงสภาพเป็นองค์การการค้าโลก (WTO) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของระบบเศรษฐกิจโลก อย่างไรก็ตามปรากฏว่าการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยที่ผ่านมามีการลงทุนเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศมีน้อยมากและยังต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เป็นผลทำให้การขาดดุลการค้าเพิ่มขึ้นควบคู่ไปกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้อได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบของประเทศไทยที่ผ่านๆมา เริ่มหมดไปโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อแรงงานมีราคาสูงขึ้น

ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต โดยอาศัยเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ลดต้นทุนและผลิตสินค้า ที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มที่สูงมากขึ้น และต้องเร่งสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี อย่างรีบด่วนเพื่อให้พึ่งตนเองได้มากขึ้น สามารถพัฒนาศักยภาพในอันที่จะทำให้แข่งขันในตลาดโลกและพัฒนาประเทศไปสู่ประเทศอุตสาหกรรมใหม่ได้

ในส่วนของภาคเอกชน ซึ่งถือว่ามียุทธศาสตร์อย่างยิ่ง ต่อการสร้างความสำเร็จเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ และมีความจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีของตนเอง เพื่อความอยู่รอดขององค์กร ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลง ของกระแสเศรษฐกิจโลกและระเบียบโลกใหม่ทางการค้า (new world order on trade) ดังนั้นกิจกรรมการวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชนจึงเพิ่มความสำคัญมากขึ้น นอกจากนี้ภาคเอกชนยังมีการได้เปรียบในความคล่องตัวหลายประการ เช่น เรื่องเงินทุน รวมไปถึง ความสามารถในการดึงตัวบุคคลที่มีศักยภาพเข้ามาร่วมงาน อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาในเบื้องต้นหรือระยะพักตัว เป็นนวัตกรรมที่มีความ

เสี่ยงค่อนข้างสูง ผลตอบแทนระยะสั้นไม่คุ้มกับการลงทุนของกิจการเอกชน จึงจำเป็นที่ภาครัฐจะต้องให้ความสนับสนุนเพื่อการสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีในภาคเอกชน เพราะผลที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาที่มีการถ่ายทอดและกระจายเทคโนโลยีออกไป จะทำให้เกิด ความก้าวหน้าในการผลิตอุตสาหกรรมสาขานั้นๆ (ขงยุทธ ยุทธวงศ์,2530) ส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศต่อไป รัฐบาลจึงได้มีมาตรการสนับสนุนให้เกิดการลงทุนทางการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

1. มาตรการจูงใจด้านภาษีอากร

1.1 การหักค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยและพัฒนา 150 %

เอกชนได้รับอนุญาตให้หักค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยและพัฒนาได้เต็มจำนวน เป็นเวลานานแล้วแต่ผลที่ผ่านมา เอกชนมาแสดงความประสงค์ที่จะหักค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยและพัฒนาน้อยมาก รัฐบาล ในเดือนมีนาคม ปี พ.ศ.2537 จึงได้ปรับปรุง และกำหนดเป็นพระราชกฤษฎีกา ฉบับที่ 271 ปี พ.ศ.2537 โดยยอมให้เอกชนสามารถนำค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาหักจากเงินได้พึงประเมิน นิติบุคคลได้ 1.5 เท่า ของค่าใช้จ่ายจริง หรือ 150 % แต่มีข้อกำหนดว่า หน่วยงานที่จะทำการวิจัยและพัฒนาดังนั้นจะต้องได้รับการประกาศให้เป็นหน่วยงานที่รับทำการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งในขณะนี้ (ธ.ค.2538) มีหน่วยงานที่ได้รับการประกาศจากกระทรวงการคลังให้เป็นผู้รับทำการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี ดังนี้

1. ฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัทสามารถริเสิร์ช แอนด์ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด
2. แผนกวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี บริษัทไบนเน็กซ์ ไซเอนซ์ แอนเทคโนโลยี เอเชีย จำกัด
3. ฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัทบ้านแพน รีเสิร์ช แลบบอราทอรี จำกัด
4. ฝ่ายวิจัยและพัฒนาบริษัทเอลคอมริเสิร์ช จำกัด
5. ศูนย์วิจัยและพัฒนา (กรุงเทพฯ) บริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด(มหาชน)

การพิจารณาโดยกระทรวงการคลัง ว่าหน่วยงานใดเป็นหน่วยงานที่มีการวิจัยและพัฒนา โดยพิจารณาจากสาระสำคัญ คือเป็นหน่วยงานที่มีการวิจัยอุตสาหกรรมขั้นพื้นฐาน และ มีการวิจัยเชิงประยุกต์ โดยกระทรวงการคลังได้ให้ความหมายของการวิจัย ดังนี้

การวิจัยอุตสาหกรรมขั้นพื้นฐาน เป็น

1. การวิจัยโดยมุ่งเน้นที่จะค้นพบความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิต หรือการให้บริการใหม่ๆ

2. เป็นการวิจัยโดยมุ่งที่จะค้นพบความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิต หรือการให้บริการที่มีอยู่เดิม

การวิจัยเชิงประยุกต์ คือ

1. การแปลงผลของการวิจัยอุตสาหกรรมขั้นพื้นฐานมาใช้เป็นแบบแผน แบบพิมพ์เขียวของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตหรือบริการทั้งที่เป็นสิ่งใหม่ ดัดแปลง หรือ ปรับปรุง
2. เป็นการประดิษฐ์ต้นแบบครั้งแรก ซึ่งไม่สามารถใช้ในเชิงพาณิชย์
3. การคิดค้นสูตร (conceptual formulation) และแนวคิดในการออกแบบ (conceptual design) ผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิต หรือการให้บริการในรูปแบบต่างๆ การสาธิตเบื้องต้น หรือโครงการนำร่อง ที่มีเงื่อนไขว่าไม่สามารถ จะถูกดัดแปลง หรือนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการอุตสาหกรรมหรือการพาณิชย์
4. ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงตามปกติ ตามระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ระบบการผลิต กรรมวิธีการผลิต การให้บริการหรือปฏิบัติการอื่นๆ ที่กำลังดำเนินการ แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงจะทำให้มีความก้าวหน้าก็ตาม

เป็นที่น่าสังเกตว่า มาตรการดังกล่าวมีลักษณะที่เปิดกว้างมาก เช่น อนุญาตให้เอกชน สามารถทำงานวิจัยและพัฒนาเพื่อบริษัทของตนเองได้ หากมีการจัดระบบบัญชีที่กรมสรรพากรสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ และกำหนดให้หน่วยงานของภาครัฐฯ ภาคเอกชน ตลอดจนถึงบุคคลธรรมดาสามารถรับจ้างทำการวิจัยได้ เป็นต้น

1.2 การหักค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนา

เมื่อกลางปี พ.ศ.2534 ได้มีการออกพระราชกฤษฎีกาตามความในประมวลรัษฎากรว่าด้วยการหักค่าสึกหรอ และค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน โดยยอมให้หักค่าสึกหรอและค่าเสื่อมราคา เบื้องต้นสำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ของเครื่องจักร ที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาของกิจการบริษัท ในวันที่ได้ทรัพย์สินนั้นในอัตราร้อยละ 40 ของมูลค่าต้นทุนของทรัพย์สินนั้น ส่วนที่เหลือให้มีสิทธิหักค่าสึกหรอและค่าเสื่อมราคาได้ตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขที่เคยปฏิบัติมาแต่เดิมการออกพระราชกฤษฎีกานี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนขอให้รัฐบาล พิจารณาคำเนิการลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล ให้แก่กิจการวิจัยและพัฒนาตามโครงการที่คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนให้การส่งเสริม หรือเห็นชอบ โดยการให้หักค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร และอุปกรณ์ รวมทั้งอาคารที่ใช้ในกิจการวิจัยและพัฒนา ในอัตราพิเศษ และให้นำผลกำไรประจำปี ไม่เกินร้อยละ 20 ไปใช้ในงานวิจัยและพัฒนา โดยไม่ต้องเสียภาษีเงินได้ และยกเว้นภาษีด้านสิทธิบัตรด้วย

1.3 การลดหรือยกเว้นภาษีอุปกรณ์และวัสดุ สำหรับการวิจัยและพัฒนา

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ดำเนินการให้มีการลดภาษีอากรสำหรับอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ที่สั่งเข้ามาเพื่อการวิจัยและพัฒนา จาก 30-40% เป็น 5% และกำลังดำเนินการให้มีการลดภาษีสารเคมีที่ต้องใช้ในการวิจัยและพัฒนา เช่นกันต่อไปในอนาคต

ส่วนการลดภาษีที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงแต่เกี่ยวข้องโดยทางอ้อม เนื่องจากการวิจัยและพัฒนาที่ต้องการเครื่องมือเครื่องใช้ซึ่งอยู่ในข่ายลดภาษีนี้นี้ ได้แก่ การลดภาษีเครื่องจักรอุตสาหกรรมที่ใช้ในการผลิต (พิกัด 84 ถึง 85) จาก 30% เป็น 5% เริ่ม พ.ศ.2533 , การลดภาษีเครื่องจักรประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมจาก 30-40% เป็น 10% เริ่ม พ.ศ.2526 , การลดภาษีเครื่องจักรอุตสาหกรรมการผลิตจาก 30% เป็น 5% เริ่มปี พ.ศ.2533 และ การลดภาษีคอมพิวเตอร์และชิ้นส่วน จาก 20-30% เป็น 5% ปี พ.ศ.2534

ถึงแม้ว่ามาตรการด้านภาษีของประเทศไทยในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนจะยังมีไม่มากนักแต่ก็มีมาตรการสนับสนุนอื่นๆ อยู่บ้างแล้วที่แม้ไม่ใช้การลดหย่อนภาษีแต่ก็มีผล ในการกระตุ้นความสนใจของภาคเอกชน ในการพัฒนาเทคโนโลยีของตน มาตรการเหล่านี้อาจแบ่งเป็น มาตรการด้านการเงิน และ มาตรการด้านข้อมูลข่าวสาร บุคลากร และ บริการทางเทคนิค เป็นต้น

2. มาตรการทางการเงินและสิทธิประโยชน์

ปัจจุบันหน่วยงานของรัฐที่ใช้มาตรการจูงใจทางการเงินและสิทธิประโยชน์ต่างๆ เพื่อให้เอกชนดำเนินกิจกรรมวิจัยและพัฒนา โดยการจัดให้มีแหล่งเงินทุนในรูปแบบเงินให้เปล่า เงินกู้ ดอกเบี้ยต่ำ และ สิทธิประโยชน์ อื่นๆ ประกอบด้วย กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (Ministry of Science Technology and Environment : MOSTE), สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Science and Technology Development Agency : NSTDA), บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (The Industrial Finance Corporation of Thailand : IFCT) , สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund : TRF) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Office of The Board Investment : BOI)

2.1 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้จัดตั้งกองทุนหมุนเวียนเพื่อการวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชน ในรูปของการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ โดยมีศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงเป็นผู้ดำเนินงาน

แนวทางการสนับสนุน

การอนุมัติเงินกู้เพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชน พิจารณาตามวัตถุประสงค์ของโครงการ แบ่งเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1. โครงการเพื่อการวิจัยและพัฒนา การสร้างและปรับปรุงห้องทดลองหรือทดสอบ วงเงินไม่เกิน 5 ล้านบาท อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี ให้ชำระทุกเดือน ระยะเวลาปลอดชำระเงินต้นไม่เกิน 2 ปี ระยะเวลาการผ่อนชำระเงินต้นไม่เกิน 8 ปี ทั้งนี้ไม่รวมระยะเวลาการปลอดชำระเงินต้น ให้ชำระเป็นงวดทุก 6 เดือน

2. โครงการเพื่อปรับปรุงกรรมวิธีการผลิต เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตหรือทำให้มูลค่าเพิ่มสูงขึ้น และการลงทุนในการผลิตที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนา วงเงินไม่เกิน 10 ล้านบาท , อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี ให้ชำระทุกเดือน ทั้งนี้แล้วแต่ระยะเวลาใดสั้นกว่าและ ระยะเวลาการผ่อนชำระเงินต้นไม่เกิน 5 ปี ทั้งนี้ไม่รวมระยะเวลาการปลอดชำระเงินต้น ให้ชำระเป็นงวดทุก 6 เดือน

การพิจารณาโครงการ

1. ด้านเทคนิค โครงการที่มีข้อมูลและรายละเอียดครบถ้วน จะได้รับการพิจารณาความเป็นไปได้ทางวิชาการ แยกตามวัตถุประสงค์และประเภทอุตสาหกรรม

2. ด้านการเงิน โครงการที่ผ่านการเห็นชอบทางวิชาการแล้ว จะถูกจัดส่งให้ธนาคารกรุงไทย จำกัด พิจารณาด้านการเงินและหลักทรัพย์ค้ำประกัน

3. การพิจารณากลับกรอง กระทำหลังการพิจารณาด้านวิชาการและการเงินแล้ว จากนั้นจะนำเสนอคณะกรรมการกองทุนฯ พิจารณาอีกครั้ง และจะมีหนังสือแจ้งให้ผู้ลงทุนทราบต่อไป

2.2 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งซึ่งส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาในภาคเอกชน ในรูปเงินให้เปล่า และเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ เพื่อช่วยพัฒนาขีดความสามารถของเอกชน ให้เกิดการพัฒนาความก้าวหน้าและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในภาคเอกชนให้เป็นไปอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

แนวทางการสนับสนุน

1. เงินให้เปล่า

1.1 วงเงิน

- ไม่เกินโครงการละ 3 ล้านบาท หรือไม่เกิน ร้อยละ 50 ของเงินลงทุนทั้งหมดในโครงการ

- หากเป็นเอกชนขนาดเล็กที่ขาดแคลนทุนทรัพย์ และโครงการที่เสนอ ได้รับการพิจารณาแล้วว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศโดยส่วนรวม วงเงินช่วยเหลืออาจเพิ่มขึ้นได้ไม่เกินร้อยละ 67 ของเงินลงทุนทั้งหมดในโครงการแต่ไม่เกิน 3 ล้านบาท
- ระยะเวลาดำเนินโครงการ ตั้งแต่ 1 - 5 ปี

2. เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ

2.1 วงเงิน

สวทช.ให้กู้ 2 ใน 3 ของวงเงินกู้ เมื่อรวมกับอีก 1 ใน 3 ของวงเงินกู้จากบริษัทเงินทุน อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย(หรือสถาบันการเงินอื่น ที่เข้าร่วมโครงการ) จะต้องไม่เกิน 10 ล้านบาท ในแต่ละโครงการ และไม่เกินร้อยละ 50 ของมูลค่าลงทุนทั้งโครงการ

2.2 อัตราดอกเบี้ย

คิดจากสูตร ดังนี้ อัตราดอกเบี้ย = (อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ + 2.25%) / 2 แต่ต้องไม่เกินอัตราดอกเบี้ยไม่เกิน 2 ปี นับตั้งแต่วันที่รับเงินกู้งวดแรก

2.3 การพิจารณาโครงการ

1. คณะกรรมการที่เกี่ยวข้องของ สวทช. จะพิจารณาโครงการที่มีข้อมูลและรายละเอียดครบถ้วน
2. สวทช. จะส่งโครงการที่ผ่านความเห็นชอบ ให้สถาบันการเงินพิจารณาทางการเงินต่อไป

2.8 บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เป็นสถาบันการเงินเพื่อการพัฒนา ให้บริการทางการเงินและสนับสนุนอุตสาหกรรมภาคเอกชน พร้อมทั้งบริการให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในการผลิต การตลาด การเงิน และการจัดการ ตั้งแต่เริ่มโครงการจนกระทั่งดำเนินกิจการไปแล้ว

แนวทางการสนับสนุน

การอนุมัติสินเชื่อเพื่อการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา โดยพิจารณาจำแนกตามหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนร่วมกับบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรม แยกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. สินเชื่อเพื่อการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมโดยการร่วมมือกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ ดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อของ สวทช.
2. สินเชื่อเพื่อการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรม โดยการสนับสนุนของธนาคารแห่งประเทศไทย

- ไม่จำกัดขนาดของโครงการและวงเงินกู้
- ระยะเวลาการใช้คืนเงินกู้ 3-5 ปี (รวมระยะเวลาปลอดหนี้)
- อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 10.5% ต่อปี

การพิจารณาโครงการ

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะสินเชื่อโดยการสนับสนุนของธนาคารแห่งประเทศไทย ส่วนสินเชื่อโดยความร่วมมือกับ สวทช. คู่ที่หัวข้อของสวทช.

- ด้านเทคนิค พิจารณาตามความเหมาะสมของการลงทุนในตัวโรงงานและสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ การลงทุนด้านเครื่องจักร ตลอดจนกรรมวิธีการผลิต
- ด้านการตลาด พิจารณาตัวสินค้าหรือบริการและกลุ่มเป้าหมาย ความต้องการของตลาด ราคาการจัดจำหน่าย และวัตถุดิบที่ใช้
- ด้านการเงิน ประเมินการและการจัดสรรแหล่งที่มาของเงินทุนและการประเมินคุณค่าของโครงการ เกี่ยวกับผลตอบแทนทางการเงิน จุดคุ้มทุนต่อหน่วย

2.4 สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (สทท.)

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน(สทท.) เป็นหน่วยงานของรัฐที่ตั้งขึ้นเพื่อส่งเสริมการลงทุนภายในประเทศ ที่สนองวัตถุประสงค์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สทท.สนับสนุนการวิจัยและพัฒนา ในภาคเอกชนในรูปการให้สิทธิประโยชน์แก่ผู้ได้รับการส่งเสริมการลงทุน

แนวทางการสนับสนุน

ได้กำหนดแนวทางการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาไว้ 2 แนวทาง คือ

1. สนับสนุนให้ผู้ที่ได้รับการส่งเสริมอยู่แล้วทำการวิจัยและพัฒนา ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจการเดิมที่ได้รับการส่งเสริม จะได้รับสิทธิประโยชน์เพิ่มเติม ดังนี้ (BOI ฉบับที่ 1/ 2536)
 - ผู้ที่ได้รับการส่งเสริมจะได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล เพิ่มเติมอีก 3 ปีแต่เมื่อรวมกับที่ได้รับอยู่เดิมแล้ว ต้องไม่เกิน 8 ปี
 - ผู้ที่ได้รับการส่งเสริมสามารถนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนา ได้เป็นระยะเวลา 8 ปี นับแต่วันนำเข้า เครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อการนี้ (โดยจะได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษีตามสิทธิประโยชน์ทางภาษีตาม สิทธิประโยชน์เดิมที่ได้รับอยู่)

ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

- ผู้ได้รับการส่งเสริมจะต้องลงทุนเพิ่มเติมอย่างน้อย 1 เท่าของมูลค่าภาษีเงินได้ ที่ได้รับการยกเว้นเพิ่มเติม กล่าวคือผู้ได้รับการส่งเสริมจะต้องประเมิน มูลค่าภาษีเงินได้ที่ได้รับยกเว้นเพิ่มเติม ในระยะเวลา 3 ปี แล้วลงทุน เพิ่มเติมอีกเป็น 2 เท่า ของเงินจำนวนนั้น
- ต้องมีเครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทำวิจัย และพัฒนาที่คณะกรรมการให้ความเห็นชอบ
- ต้องมีบุคลากรไทยที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ร่วมวิจัยและพัฒนาตามจำนวนที่คณะกรรมการให้ความเห็นชอบ

2. สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาที่เป็นการให้บริการแก่ผู้อื่นเป็นการทั่วไป

สทท.ยังให้การส่งเสริมการลงทุนในกิจการวิจัยและพัฒนาที่เป็นการให้บริการแก่บุคคลอื่น เป็นการทั่วไปโดย กำหนดขนาดการลงทุนขั้นต่ำไว้ไม่น้อยกว่า 1 ล้านบาท (ไม่รวมค่าที่ดินและเงินทุนหมุนเวียน) โดยได้รับสิทธิประโยชน์ (ประกาศ BOI 2/2536) ดังนี้

- จะได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี (เฉพาะรายได้จากกิจการวิจัยและพัฒนา) ไม่ว่าตั้งที่เขตใด
- โครงการที่ตั้งอยู่ในเขต 1 หรือ 2 จะได้รับลดหย่อนอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักรกึ่งหนึ่ง เฉพาะรายการที่ไม่อยู่ในประกาศกระทรวงการคลัง ที่ ศก. 13/2533 ลงวันที่ 18 กันยายน 2533 เว้นแต่รายการเครื่องจักรที่มีอากรขาเข้าต่ำกว่า ร้อยละ 10 จะไม่ได้รับการลดหย่อน
- โครงการที่ตั้งอยู่ในเขต 3 จะได้รับการยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร นอกจากนี้ สทท.ยังให้สิทธิประโยชน์อื่นๆอีก อาทิ
- การร่วมลงทุนกับชาวต่างชาติ โดยไม่มีเงื่อนไข โดยไม่คำนึงถึงสัดส่วน การลงทุนของต่างประเทศ
- การขออนุญาตให้ชาวต่างประเทศเข้ามาปฏิบัติงานในโครงการได้ โดยมีเงื่อนไขเบื้องต้นว่าจะต้องมีแผนงานการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับคนไทยและรายงานการจัดส่งช่างฝีมือไทยไปฝึกงานยังต่างประเทศ รวมทั้งต้องมีสัดส่วนการจ้างแรงงานไทยที่เหมาะสม
- การขอรับความช่วยเหลือด้านการเงินจากธนาคารแห่งประเทศไทย

การพิจารณาโครงการ

ในการพิจารณาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและเทคนิค ของโครงการที่ขอรับการส่งเสริมการลงทุน คณะกรรมการมีหลักเกณฑ์พิจารณาดังนี้

1. โครงการที่มีเงินลงทุนไม่เกิน 200 ล้านบาท (ไม่รวมค่าที่ดินและเงินทุนหมุนเวียน)
 - มีมูลค่าเพิ่มไม่น้อยกว่า ร้อยละ 20 ของรายได้ ยกเว้นการผลิตเพื่อการส่งออก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของมูลค่ายอดขาย

- มีทุนจดทะเบียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของเงินทุนทั้งสิ้นสำหรับโครงการริเริ่ม ส่วนโครงการขยายจะพิจารณา ตามความเหมาะสมเป็นรายๆ ไป
 - มีระบบการป้องกันสภาพแวดล้อมที่เพียงพอ
2. โครงการที่มีเงินลงทุนมากกว่า 200 ล้านบาท (ไม่รวมค่าที่ดินและเงินทุนหมุนเวียน) มีข้อพิจารณาเพิ่มเติมดังนี้
- ผลกระทบของโครงการที่มีต่ออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง
 - ผลกระทบต่อรายได้รัฐ หรือภาวะที่รัฐพึงมี
 - ผลกระทบต่อผู้บริโภค
 - การพัฒนาเทคโนโลยี
3. โครงการที่มีเงินลงทุนมากกว่า 500 ล้านบาท (ไม่รวมค่าที่ดินและเงินทุนหมุนเวียน) จะต้องแนบรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ ของโครงการตามที่คณะกรรมการกำหนด

3. การสนับสนุนด้านอื่น

นอกจากการสนับสนุนทางด้านภาษีและการเงินแล้ว รัฐบาลยังมีการสนับสนุนภาคเอกชนทางอ้อมอีก โดยการสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยและหน่วยงานอื่นๆของรัฐฯ ทำงานวิจัยและพัฒนาในโครงการที่จะนำผลไปใช้ในเชิง พาณิชยได้ การสนับสนุนดังกล่าวนี้ มาจากทั้งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และคณะกรรมการวิจัย แห่งชาติ การสนับสนุนมีทั้งทุนวิจัย และโครงการอื่นๆที่จะกระตุ้นการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในส่วนการผลิตและบริการ เช่น การจัดประชุมวิชาการเพื่อให้ผู้ประกอบการได้พบปะและสร้างความร่วมมือกับนักวิจัย ซึ่งส่วนมากอยู่ใน สถาบันของรัฐฯ การจัดหาข้อมูลทางเทคโนโลยีให้กับส่วนการผลิตและบริการของภาคเอกชน การบริการด้านการวิเคราะห์ การฝึกอบรมบุคลากรในระดับต่างๆ เป็นต้น ดังตารางที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 สรุปมาตรการสนับสนุนของรัฐบาลที่จะกระตุ้นการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชน นอกเหนือไปจากมาตรการ ด้านภาษีและการเงิน

มาตรการ	หน่วยงาน *
การให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในภาครัฐ	วช. สวทช.
การดำเนินการวิจัย	มหาวิทยาลัย สวทช. วช.
การเผยแพร่ ถ่ายทอด และส่งเสริม	สวทช. วว. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
การจัดหาข้อมูลข้อสนเทศ	สวทช. วท. วศ.
การบริการด้านการวิเคราะห์	วท. วศ. สวทช.
การฝึกอบรมบุคลากร	มหาวิทยาลัย วศ. สวทช. กระทรวง ทบวง กรม

- * วช. คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
 วท. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
 วว. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
 วศ. กรมวิทยาศาสตร์บริการ
 สวทช. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

จากข้อมูลดังกล่าวถึงในบทนี้แสดงให้เห็นว่า รัฐบาลตระหนักถึงความจำเป็นที่เอกชนไทยจะต้องมีการตื่นตัว ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าในทางปฏิบัติ โครงการต่างๆ จะประสบปัญหามากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกิดจากความไม่เข้าใจอย่างดั่งแท้นโยบายของรัฐบาล ของเจ้าหน้าที่ในระดับปฏิบัติการ อันเนื่องมาจากการขาดแคลนเจ้าหน้าที่ ที่มีพื้นฐานการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมีปัญหาจากการที่เอกชนไทย ยังติดอยู่กับภาพพจน์ที่ว่า หน่วยงานของรัฐฯ เป็นผู้ควบคุมดูแล ไม่ได้เป็นหน่วยงานที่ทำการส่งเสริมอย่างแท้จริง จึงทำให้เอกชนที่สมควรจะอาศัยประโยชน์จากโครงการสนับสนุนต่างๆ กลับไม่ให้ความสนใจใดๆ ซึ่งปัญหาต่างๆเหล่านี้ กำลังจะได้รับการขจัดออกไปในไม่ช้า

ภาคผนวกที่ 3

ตัวอย่างการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูล และ แบบสอบถาม

1. ตัวอย่างการสัมภาษณ์

คุณโกวิท จิรา (นามสมมติ) กรรมการผู้จัดการใหญ่ บริษัท (ปกปิด) จำกัด
วันที่ 30 พฤษภาคม 2539

ถาม ทราบว่าบริษัทของท่าน เป็นตัวอย่างให้เห็นถึงบริษัทที่มีการวิจัยและพัฒนาตลอดเวลา จึงอยากทราบถึงความเป็นมาของบริษัทฯและบริษัทในเครือ

ตอบ บริษัท เริ่มในปี 1963 (สมัยรุ่นคุณพ่อ) ด้วยการนำเข้า amplifier สำหรับดีครดทัวร์ เข้ามาจำหน่าย ต่อมา 1983 เอา amplifier เข้ามา และเลียนแบบ (copy) เพื่อผลิตขึ้นเองในประเทศ จากนั้นเดิมที่เป็นนักเล่นวิทยุสื่อสาร จึงได้หัน ไปนำเข้าวิทยุสื่อสาร โดยมีกลุ่มเป้าหมายที่ตลาดราชการ จากนั้นก็มีการศึกษาจากสินค้าต่างประเทศอย่างจริงจัง จนสามารถผลิตขึ้นได้เอง มีการวิจัยเพื่อให้เข้าใจและออกแบบเป็นของตัวเอง ตามความเห็นของลูกค้า ในขณะเดียวกันก็มีการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศมาขาย ทำให้เรียนรู้เทคโนโลยี ตลอดเวลา ปี 1970 บริษัทได้รับการส่งเสริมจาก BOI ในการผลิตวิทยุสื่อสาร ทำให้บริษัทเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว

ถาม ในปัจจุบันเหตุใดจึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้าลง

ตอบ ในขณะนี้ต้นทุนการผลิตของโรงงานสูง จากการนำเข้าอะไหล่ ซึ่งจะมีพิทักอัตราภาษีอยู่ระหว่าง 15-80% เข้ามาประกอบ ในขณะที่การนำตัวสินค้าเข้ามาเลยจะเสียภาษีเพียง 5% การแข่งขันกับสินค้าต่างประเทศจึงดำเนินการได้ยาก สินค้าที่จะแข่งขันได้มีเฉพาะวิทยุดีครดยนต์และวิทยุติดตั้งอยู่กับที่ เครื่องวิทยุมือถือ ทำแล้วไม่สามารถแข่งขันได้ อีกตัวอย่างหนึ่ง เช่น เครื่องวิทยุมือถือนำเข้ามา หากนำเข้ามาจะเสียภาษี 5% แต่หากนำเข้าเฉพาะ แบตเตอรี่ จะเสียภาษีถึง 60% ดังนั้นการผลิตวิทยุมือถือจึงไม่สามารถแข่งขันได้ คาดว่าจะทำการเลิกผลิตในไม่ช้านี้ สรุปได้ว่า ปัญหาที่สำคัญคือโครงสร้างภาษี ทำให้ผู้ประกอบการผลิตในประเทศเองไม่ได้ ในขณะนี้วิเคราะห์ว่า งานดาวเทียมจะเข้ามามีบทบาท จึงเริ่มศึกษาและสนใจ ประกอบกับได้รับโอกาสจาก บ.ชินวัตรคอมพิวเตอร์ ให้มีการผลิตป้อนให้ ปัญหายังมีที่โครงสร้างภาษีเนื่องจาก อะลูมิเนียม จะเสียภาษีถึง 22% ในขณะที่งานสำเร็จรูป จะเสียภาษีเพียง 5%

- ถาม** หากมีการลดภาษีวัตถุดิบลดลงมา เหลือ 5% จะแข่งได้หรือไม่
- ตอบ** แน่แน่นอนแต่ไม่ทราบว่า จะเป็นเมื่อไร
- ถาม** อยากทราบถึงการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเป็นช่วงๆ
- ตอบ** ช่วงแรกก็คือ จากเดิมผลิตวิทยุสื่อสารแบบ Single Side Band ต่อมาผมเห็นว่า VHF/M จะมีศักยภาพสูงกว่า จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้า วิจัย โดยดำรจากต่างประเทศ ให้เพื่อนในอเมริกา ส่งเอกสาร standard FEE จาก สหรัฐอเมริกา จากนั้นก็มีการเริ่มทำการวิจัย ทำความเข้าใจ เช่น ในมาตรฐานกำหนดว่าเวลาเครื่องตั้งอยู่เฉย ต้องไม่มี Radiation 1 DDMicro Volt ที่ห่างออกไปไม่เกิน 3 m . ต่อมาถึงทราบว่าในเครื่องมี Oscillator อยู่ในเครื่องส่งซึ่งทำงานอยู่ตลอดเวลาจึงมีรังสีเล็ดรอกออกมาได้ ต่อจากนั้นนำสินค้าเข้ามาเรียนรู้ และ จัดซื้ออุปกรณ์ตรวจวัดซึ่งจะต้องเรียนรู้การวัดด้วยเช่นกัน ให้ตรงตามมาตรฐาน ใช้เวลา 2-3 ปี
- ถาม** การซื้อเครื่องของต่างประเทศเข้ามา ช่วยได้มากเพียงไร
- ตอบ** ช่วยได้มากทำให้เข้าใจได้ดีขึ้น แต่เราจะต้องมีรากฐานที่ดีพอ
- ถาม** ในเวลานั้น มีใครเข้าร่วมการวิจัย
- ตอบ** มีผม คุณพ่อ คุณไพโรจน์(ปัจจุบันเป็นกรรมการ ผจก.) และ วิศวกรที่จบจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
- ถาม** การที่เราเข้าใจได้ลึกซึ่งจะทำให้ประยุกต์ ได้ดี ใช่หรือไม่
- ตอบ** แน่แน่นอน สำหรับช่วงเปลี่ยนแปลงช่วงต่อมาเมื่อ 6 ปีก่อน ก็เริ่มศึกษาเรื่องงานรับสัญญาณดาวเทียม โดยเริ่มจากการซื้อตำรา และ ของจากต่างประเทศ ด้วยเช่นเดียวกัน จนกระทั่งสามารถรับ order จาก บ.ชินวัตร ที่กล่าวถึงในข้างต้นแล้ว
- ถาม** แสดงว่าผู้บริหารเอง เป็นผู้ดำเนินการวิจัย ทำไมไม่ตั้งทีมวิจัย
- ตอบ** เป็นเพราะความชอบส่วนตัว และ การสรรหานุคลากรเพื่อการวิจัยและค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง เป็นเรื่องที่ยากมาก เคยทดลองตั้งทีมแล้วแต่ก็ ไม่ได้มีความคืบหน้าอะไร เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะเป็นความคิดพลาด ส่วนตัว ไม่สามารถปรับตัวเป็นหัวหน้าทีมวิจัย นุคลากรเป็นปัญหาที่มากขึ้น วิศวกรสื่อสารก็หายากขึ้นทุกที
- ถาม** สินค้าที่นำเข้ามามีอะไรบ้าง ในปัจจุบัน
- ตอบ** พวกอุปกรณ์สื่อสาร
- ปัจจุบันนำเข้าเครื่อง microwave ที่ใช้ในองค์กรโทรศัพท์ ซึ่งกำลังสนใจ ที่จะผลิตเองในประเทศ
- ถาม** ท่านใช้เกณฑ์อะไรเลือกที่จะซื้อ หรือ ผลิตเอง
- ตอบ** เป็นการตัดสินใจที่ยากมากแต่จะคำนึงถึง ในเรื่องของต้นทุน เรื่องคุณภาพ

ถาม อย่างไรก็ตาม การผลิตเองในประเทศเป็นการลงทุนที่เสี่ยงกว่าการนำเข้าจำหน่าย เหตุใดท่านถึงกล้าเสี่ยงที่จะผลิตเอง

ตอบ ผมจะคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

1. ตลาดต้องโต
2. ต้องคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพพอ
3. คู่มือโครงสร้างภาษี
4. เทคโนโลยีสามารถเรียนรู้ได้
5. ปริมาณที่จะขาย กับต้นทุนที่ผลิต จนทำให้แข่งขันได้
6. ตลาดจะยอมรับหรือไม่

ในบางครั้ง แม้จะไม่มีกำไรแต่ก็จำเป็นต้องผลิตเพื่อเป็นการเปิดตลาดใหม่กับสินค้านั้น เช่นงานดาวเทียมเป็นต้น

ถาม ถ้าหากว่ามี วิศวกร คนหนึ่งในบริษัทของท่าน มีโครงการใหม่ที่จะผลิตสินค้าขึ้นเอง เสนอให้พิจารณา ท่านจะพิจารณาตามขั้นตอนนี้หรือไม่

ตอบ คงน้อยมาก เพราะวิศวกร ที่สนใจงานวิจัย ไม่ค่อยสนใจธุรกิจ แต่ก็อยากให้มีผู้เสนอ ตามที่ตั้งคำถาม

ถาม ในฐานะที่ท่านเป็นกรรมการในการพิจารณาโครงการ วิจัยพัฒนาและวิศวกรรม ให้กับบริษัทอื่นๆ อยากถามความเห็นว่าคุณจะใช้เกณฑ์อะไรในการพิจารณา

ตอบ เรียงตามลำดับความสำคัญดังนี้

1. มีความสามารถที่จะทำการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม การบริหาร และ การตลาด
เพียงไร
2. ตลาดของผลงานนี้จะเป็นเช่นไร มีความเข้าใจเพียงไร
3. มีความจำเป็นจะต้องใช้ทุนเพียงไร ต้องการดำเนินโครงการจริงใจเพียงใด
4. โครงการที่นำเสนอจะสามารถสร้างความรู้ให้กับ เอกชนเอง หรือ สร้างให้เกิดความรู้ในภาค
รัฐฯ
5. กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี และ การผลิต มากเพียงใด

ถาม ถ้าเป็นการทำวิจัยในเรื่องใหม่ๆจริงๆ จะพิจารณาอย่างไร

ตอบ ต้องถามเรื่องวิธีการที่จะทำการวิจัย

เข้าใจตลาด

เข้าใจเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์เพียงใด

และใครเป็นผู้ทำการวิจัย

ถาม ถ้าโครงการมีผลดีที่เกิดกับภายนอก เช่น สิ่งแวดล้อม แต่ไม่เห็นศักยภาพในการพาณิชย์ จะพิจารณาอย่างไร

ตอบ จะขอให้นำโครงการ ไปสู่ภาคมหาวิทยาลัย
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่น่าจะพิจารณาเกินไป เพราะอาจทำให้ไม่มีโครงการใดผ่าน
แต่หากโครงการใดกระทบต่อสภาพแวดล้อมจริง ก็ไม่ควรให้การสนับสนุน

ถาม สรุปก็คือ เกณฑ์ในการพิจารณาโครงการ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาของท่าน เรียงตามลำดับ
ความสำคัญ ได้แก่

1. ความเหมาะสมของโครงการฯกับตัวเอกชนเอง ทั้งในด้าน ทางเทคโนโลยี การบริหาร การลงทุน และ การตลาด
2. สร้างความรู้ให้เอกชน และ หน่วยงานอื่น รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี
เพียงไร

ส่วนเกณฑ์ที่ท่านจะ ใช้กลั่นกรองโครงการฯ ได้แก่

1. ความตั้งใจจริงของเอกชน
2. ไม่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง
ท่านคิดว่าถูกต้องหรือไม่ และมีอะไรจะเพิ่มเติม

ตอบ ถูกต้องแล้วและไม่เพิ่มเติมอะไร

ถาม ความคิดเห็นของท่านเป็นประโยชน์มากในงานวิจัยนี้ และ ขอขอบพระคุณที่ท่านได้สละเวลาใน
การสัมภาษณ์นี้

2. ตัวอย่างแบบสอบถาม

จะแบ่งเป็น 2 ชุด โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

ชุดที่ 1 เพื่อสอบถามการให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ทั้งหมด

ชุดที่ 2 เพื่อสอบถามการให้น้ำหนักความสำคัญของโครงการตัวอย่าง 2 โครงการ ภายใต้เกณฑ์

การประเมินฯ ทีละเกณฑ์

แบบสอบถามสำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์ ครั้งที่ 1

เรียนท่านกรรมการผู้ประเมิน โครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมจากภาคอุตสาหกรรม

แบบสอบถามต่อไปนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดทำวิทยานิพนธ์ ในระดับปริญญาโท ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน โครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมจากภาคอุตสาหกรรม โดยเกณฑ์ต่างๆที่กำหนดในแบบสอบถามนี้ ได้มาจากการสรุปความคิดเห็นของท่าน ที่ได้แสดงออกในการประชุมเพื่อประเมินโครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม ของหน่วยงานกรณีศึกษา และ ความคิดเห็นจากการเข้าพบเพื่อสัมภาษณ์ท่านและกรรมการท่านอื่น อีกทั้งได้ผ่านการเห็นชอบจากท่านและกรรมการทั้งหมดแล้ว ในขั้นตอนต่อไปจึงจะเป็นการสอบถามถึงทัศนคติของท่านในการให้ความสำคัญกับเกณฑ์ในการประเมินแต่ละข้อ

ดังนั้นจึงขอความกรุณาตอบแบบสอบถามต่อไปนี้ด้วยความคิดเห็นของท่านเอง และขอยืนยันว่า ข้อมูลที่ได้รับจากท่านจะเก็บไว้เป็นความลับและจะไม่มีผลอย่างไรในการประเมินโครงการวิจัยและพัฒนา และวิศวกรรมของหน่วยงานที่ศึกษา

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในการตอบแบบสอบถามสำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการรวบรวมความคิดเห็นจากท่านกรรมการทุกท่าน จึงสรุปได้ว่า

เกณฑ์(Criteria) ในการพิจารณาโครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมจากภาคอุตสาหกรรม หลังจากได้มีการพิจารณาก่อนกรองจากคณะทำงาน เป็นที่เรียบร้อยแล้ว สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. สักยภาพของโครงการฯที่จะทำให้โครงการฯประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย

1.1 สักยภาพของผู้เสนอโครงการฯ

เช่น ความพร้อมของบุคลากร , ความพร้อมของ Facility , ลักษณะการบริหารงานที่เกี่ยวข้อง , ความเหมาะสมกับของขนาดการลงทุนกับขนาดของกิจการ ฯลฯ

1.2 สักยภาพทางเทคโนโลยีที่สนับสนุนโครงการฯ

เช่น มีการประสบความสำเร็จในขั้นตอนก่อนดำเนินโครงการนี้เพียงไร , มีแหล่งเทคโนโลยีสนับสนุน และ เทคโนโลยีนั้นมีแนวโน้มเป็นอย่างไร ฯลฯ

2. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการฯ ประกอบด้วย

2.1 ประโยชน์ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีให้กับเอกชนผู้เสนอ

โครงการฯหรือสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีของประเทศโดยรวม

เช่น การวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ , การทำวิศวกรรมย้อนรอย , การถ่ายทอดเทคโนโลยี ฯลฯ

2.2 ประโยชน์ตอบแทนทางการเงินของโครงการฯ

เช่น ผลกำไร และ ความเป็นไปได้ทางการตลาด

2.3 ประโยชน์ต่อส่วนรวมจากโครงการฯ

เช่น ทางเศรษฐกิจ , ทางสภาพแวดล้อม การประหยัดทรัพยากรและพลังงาน , ทางสังคม คุณภาพชีวิต การจ้างงาน และ ความปลอดภัย ฯลฯ

คำถาม

1. ตามเกณฑ์การพิจารณาที่กล่าวถึงในข้างต้น ถ้าให้ท่านเปรียบเทียบว่า

ระหว่าง 1. ศักยภาพของโครงการที่จะทำให้โครงการประสบความสำเร็จ

กับ 2. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการฯ

ท่านคิดว่า เกณฑ์ใดสำคัญกว่า

ตอบ _____

และ ถ้ากำหนดให้น้ำหนักความสำคัญของทั้งสองเกณฑ์รวมกันเท่ากับ 100 คะแนน ท่านคิดว่าแต่ละเกณฑ์ควรได้รับน้ำหนักเท่าไร (โดยกำหนดว่าเกณฑ์ที่สำคัญกว่าจะต้องได้น้ำหนักมากกว่า)

1. ศักยภาพของโครงการฯที่จะทำให้โครงการฯประสบความสำเร็จ

ได้น้ำหนัก _____ คะแนน

2. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการฯ

ได้น้ำหนัก _____ คะแนน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถาม

2. ภายใต้เกณฑ์การพิจารณาในเรื่อง

“ สักยภาพของโครงการฯที่จะทำให้โครงการฯประสบความสำเร็จ ”

ระหว่างเกณฑ์ในการพิจารณา 1. สักยภาพของผู้เสนอโครงการฯ

และ 2. สักยภาพทางเทคโนโลยีที่สนับสนุนโครงการฯ

ท่านคิดว่า เกณฑ์ใดสำคัญกว่า

ตอบ _____

และ ถ้ากำหนดให้น้ำหนักความสำคัญของทั้งสองเกณฑ์รวมกันเท่ากับ 100 คะแนน ท่านคิดว่าแต่ละเกณฑ์ควรได้รับน้ำหนักเท่าไร (โดยกำหนดว่าเกณฑ์ที่สำคัญกว่าจะต้องได้น้ำหนักมากกว่า)

1. สักยภาพของผู้เสนอโครงการฯ

ได้น้ำหนัก _____ คะแนน

2. สักยภาพทางเทคโนโลยีที่สนับสนุนโครงการฯ

ได้น้ำหนัก _____ คะแนน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถาม

3. ภายใต้เกณฑ์การพิจารณาในเรื่อง

“ ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการฯ ”

ระหว่างเกณฑ์ในการพิจารณา

1. ประโยชน์ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีให้กับเอกชนผู้เสนอโครงการฯ
หรือสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีของประเทศโดยรวม

2. ประโยชน์ตอบแทนทางการเงินของโครงการฯ

3. ประโยชน์ต่อส่วนรวมจากโครงการฯ

ท่านคิดว่า เกณฑ์ใดสำคัญกว่า

ตอบ สำคัญที่สุดคือ _____

สำคัญรองลงมาคือ _____

สำคัญน้อยที่สุดคือ _____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ้ากำหนดให้ท่านเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ แต่ละคู่ โดยกำหนดว่า
ในแต่ละคู่ มีความสำคัญของเกณฑ์หนึ่งมากกว่าอีกเกณฑ์หนึ่ง ในระดับต่างๆ ซึ่งแสดงความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ 1 คือ มีความสำคัญเท่ากัน 3 คือมีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ
5 คือ มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด 7 คือ มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก
9 คือ มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง และ 2,4,6,8 คือค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวมานี้
โปรดเปรียบเทียบระดับความสำคัญของเกณฑ์แต่ละคู่(แต่ละบรรทัด) โดยทำเครื่องหมาย x

มีระดับความสำคัญมากกว่าเท่ากับ หรือ มีระดับความสำคัญมากกว่าเท่ากับ

ระดับ เกณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ระดับ เกณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ระดับ เกณฑ์		
2.1										2.2											2.1	
2.1										2.3												2.1
2.2										2.3												2.2

ตัวอย่าง

เช่น ถ้าเห็นว่า เกณฑ์ 2.2 สำคัญมากกว่า เกณฑ์ 2.1 ในระดับ 4 จะต้องกา x ในด้านขวามือนี้

มีระดับความสำคัญมากกว่าเท่ากับ หรือ มีระดับความสำคัญมากกว่าเท่ากับ (ตัวอย่าง)

ระดับ เกณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ระดับ เกณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ระดับ เกณฑ์		
2.1										2.2				x								2.1
2.1										2.3												2.1
2.2										2.3												2.2

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามสำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์ ครั้งที่ 2

เรียนท่านกรรมการผู้ประเมิน โครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมจากภาคอุตสาหกรรม

อ้างอิงแบบสอบถามในครั้งที่ 1 ที่ได้ทำการสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินโครงการฯ และได้มีการให้น้ำหนัก กับเกณฑ์ในการประเมินโครงการแต่ละเกณฑ์ฯ เป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอสงวนสิทธิ์ที่จะไม่แจ้งผลของการให้น้ำหนักเกณฑ์การประเมินฯดังกล่าว และ จะขอความกรุณาให้ท่านนำเกณฑ์การประเมินฯ มาใช้ประเมินโครงการตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ก. สรุปเกณฑ์หลักที่ใช้ในการพิจารณาโครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรมของภาคอุตสาหกรรม

ประกอบด้วย

1. ศักยภาพของโครงการฯที่จะทำให้โครงการฯประสบความสำเร็จ
2. ประโยชน์ของโครงการฯ

1. ศักยภาพของโครงการฯที่จะทำให้โครงการฯประสบความสำเร็จ

เป็นการพิจารณาถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะสามารถทำให้ผู้ที่ทำการประเมินโครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม มองเห็นระดับของโอกาสที่ โครงการจะประสบความสำเร็จ ทั้งนี้เนื่องจากโครงการประเภทนี้มักจะมีความเสี่ยงแทบจะทุกๆด้าน ดังนั้นผู้ประเมินโครงการจะต้องพิจารณาศักยภาพขององค์ประกอบต่างๆ ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น

1.1 ศักยภาพของผู้เสนอโครงการฯ

เป็นการพิจารณาถึงความพร้อมต่างๆของอุตสาหกรรมเอง อาจสามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้

1. ความพร้อมของ บุคลากรในองค์กร เช่น นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ และวิศวกร
2. ความพร้อมในเรื่อง สิ่งอำนวยความสะดวก(facility) และ สถานที่ในการทำวิจัยพัฒนา และวิศวกรรม
3. ลักษณะการบริหารงานของเอกชน และ ศักยภาพในการพัฒนาในขั้นต่อไป
4. ความเหมาะสมในขนาดการลงทุน

1.2 ศักยภาพทางเทคโนโลยีที่สนับสนุนโครงการฯ

เนื่องจากการพิจารณาโครงการทางด้านเทคโนโลยี จึงจำเป็นต้องพิจารณา ถึงความพร้อมต่างๆของเทคโนโลยี ที่เป็นองค์ประกอบของโครงการ อาจสามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้

1. การประสบความสำเร็จในการทำวิจัยและพัฒนาในขั้นก่อน ของโครงการนี้
2. ศักยภาพของเทคโนโลยีหลัก และ เทคโนโลยีเสริม
3. หน่วยงาน หรือ นักวิชาการที่สนับสนุนในเทคโนโลยีนั้น

2. ประโยชน์ของโครงการฯ

เป็นการพิจารณาถึงประโยชน์ในด้านต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นจากโครงการฯ เมื่อโครงการฯ ประสบความสำเร็จแล้ว

2.1 ประโยชน์ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีให้กับผู้เสนอโครงการฯ หรือสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีของประเทศโดยรวม

- เช่น
1. การสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อการวิจัย
 2. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิม
 3. การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตใหม่หรือปรับปรุงกระบวนการผลิตเดิม
 4. การวิจัยเพื่อการทำเทคโนโลยีขั้นรอย
 5. การเสาะหาเทคโนโลยี และ การซื้อเทคโนโลยี
 6. การถ่ายทอดความรู้ทางเทคโนโลยีให้กับบุคลากร

2.2 ประโยชน์ตอบแทนทางการเงินที่มีต่อผู้เสนอโครงการฯ

- ได้แก่
1. การวิเคราะห์ตามแนวทางของธนาคารพาณิชย์
 - การวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ
 - การวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ
 2. ความเป็นไปได้ทางการตลาด
 - เอกชนมีประสบการณ์หรือมีความเป็นเจ้าของตลาดนั้นเพียงใด
 - กลุ่มเป้าหมาย จำนวนขายที่คาดหวัง ราคาที่จัดจำหน่าย และ ต้นทุน
 - กลยุทธ์ทางการตลาด

2.8 ประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม

1. ทางเศรษฐกิจ
2. ทางภาวะแวดล้อม การประหยัดทรัพยากร และ พลังงาน ยกตัวอย่างเช่น
 - (1) โครงการที่มีผลในการเกิด ลด หรือ กำจัด มลภาวะ(pollution)
 - น้ำเสีย (water pollution)
 - อากาศเสีย (air pollution)
 - (2) โครงการที่มีผลในการทำให้เกิดการประหยัดทรัพยากร
 - (3) โครงการที่มีผลในการทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน
3. ทางสังคมในเรื่อง คุณภาพชีวิต การจ้างงาน และ ความปลอดภัย

ข. โครงการทางเลือกตัวอย่าง เพื่อทดสอบการตัดสินใจด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ในการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ได้มีการทดลองนำโครงการ วิจัยพัฒนาและวิศวกรรม จากภาคอุตสาหกรรม ที่เสนอขอรับการสนับสนุนในรูปแบบของเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ จากหน่วยงานกรณีศึกษา มาประกอบเข้ากับกระบวนการการตัดสินใจในหัวข้อวิจัยนี้ จำนวน 2 โครงการ ดังมีรายละเอียดของคำขอรับการสนับสนุน ในภาคผนวกที่ 2 และ 3 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. โครงการขอเงินกู้สนับสนุนการสร้างเตาเผาปูนขาวด้วยน้ำมันเตา ที่ให้ผลประหยัดเชื้อเพลิงสูงสุด

โครงการนี้นำเสนอโดยบริษัทผู้ผลิตปูนขาว แห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี มีกำลังการผลิต ประมาณ 500 ตันต่อเดือน จัดเป็นบริษัทขนาดกลาง เหตุที่เสนอขอรับการสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ในโครงการนี้ เนื่องจากบริษัทเห็นว่า กระบวนการผลิตในปัจจุบันเป็นการใช้เตาเผาแบบเปิด มีรอบระยะเวลา (Batch) ใช้ถิกไนต์ เป็นเชื้อเพลิง ใช้เวลาในแต่ละรอบ ประมาณ 10-14 วัน คุณภาพผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอ การใช้พลังงานในการเผา มีความร้อนสูญเสียถึง 3.5 เท่า พลังงานที่ตรงการใช้อย่างจริง นอกจากนี้การใช้ถิกไนต์ยังมีผลกระทบต่อ การสร้าง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศอีกด้วย

บริษัทฯ ได้พยายามศึกษาหา เทคโนโลยีจากต่างประเทศจนกระทั่งได้ข้อสรุปว่า ควรจะเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตใหม่ โดยใช้เตาแบบตั้ง (vertical kiln) ซึ่งจะสามารถทำการผลิตแบบต่อเนื่อง กำลังการผลิต 1500 ตัน ต่อเดือน ใช้ น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ต้นทุนค่าพลังงานเพียง 420 บาทต่อปูน

ชาว 1 คน (ซึ่งหากเป็นการใช้ลิแกนด์จะใช้ต้นทุนค่าพลังงาน 800 บาทต่อปูนขาว 1 คน) และ ผลผลิตที่ได้ จะมีคุณภาพสม่ำเสมอขึ้น บริษัทฯ ได้มีการส่งบุคลากรไปศึกษาดูงานจากประเทศมาเลเซีย จำนวน 5 คน ศึกษาปัญหาของเตาแบบนี้เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงเตาเผาที่จะทำการจัดสร้าง

ในการเขียนโครงการนี้ได้แสดงถึงความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม และโครงสร้างของเตาเผา ในทุกแง่มุม ประกอบกับวัสดุที่จะจัดสร้าง ก็สามารถสรรหาได้เนื่องจาก มีบริษัทในเครือเดียวกันเป็นผู้ผลิตอิฐทนไฟ และ วัสดุก่อสร้างต่างๆ แต่ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ ซึ่งอาจมีบางปัจจัย ที่เป็นปัญหาจึงอาจมีความเสี่ยงเกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องขอการสนับสนุนในการทำวิจัยและพัฒนาจากรัฐบาล

สำหรับผลตอบแทนทางการเงิน บริษัทฯ คาดว่า จะมีค่า return of investment ประมาณ 23% ไม่มีการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ(net present value) และ ตารางแผนการลงทุนตลอดระยะเวลา ดำเนินโครงการให้เห็น เพียงแต่คาดว่าเงินกู้จากหน่วยงานที่ศึกษา จำนวน 5 ล้านบาท และ จากสถาบันการเงิน อื่นอีก 5 ล้านบาท รวมเป็นจำนวนเงิน 10 ล้านบาท จะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 4 ปี คาดว่าจะไม่มีอุปสรรคทางการตลาดเนื่องจากบริษัท ทำธุรกิจในด้านนี้อยู่แล้วและแนวโน้มการใช้ปูนขาว ก็ยังเพิ่มขึ้นทุกปีโดยยังไม่มีการแข่งขันที่รุนแรงนัก

ส่วนประโยชน์ต่อสังคมได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ลง แต่จะมีการลดการใช้แรงงานลงด้วย เนื่องจากกระบวนการผลิตใหม่จะเป็นการลดเสียงวัตถุดิบ และ ผลิตภัณฑ์ และการควบคุมการผลิตด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ จึงไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานในระดับล่าง แต่จะต้อง เพิ่มการใช้แรงงานในระดับช่างฝีมือที่มีความรู้พอสมควร

2. โครงการผลิตไวรัสกำจัดหนอนสมอฝ้ายในระดับอุตสาหกรรม

โครงการนี้เป็นผลงานวิจัยที่ประสบความสำเร็จแล้วในห้องปฏิบัติการที่หน่วยงานเครือข่าย ทางวิชาการของหน่วยงานที่ศึกษาให้การสนับสนุนในการทำวิจัย เมื่อการวิจัยประสบความสำเร็จแล้ว หน่วยงาน เครือข่ายนี้ จึงต้องการที่จะผลักดันผลงานนี้ไปสู่เชิงพาณิชย์ จึงได้ติดต่อบริษัทเอกชนจำนวนหนึ่ง เพื่อเสนอขายผลงานวิจัยดังกล่าว ในที่สุดก็สามารถหาบริษัทเอกชนรายหนึ่ง ซึ่งมีความสนใจที่จะนำผลงาน วิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ และเพื่อให้โครงการประสบความสำเร็จโดยเร็วหน่วยงานเครือข่ายนี้ จึงได้เสนอให้บริษัทเอกชนนี้ เสนอขอการสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ จำนวน 7 ล้านบาท จากหน่วยงานที่ศึกษา

หนอนเจาะสมอฝ้ายนี้เป็นแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ ฝ้าย ซึ่งมีการปลูกทั่วประเทศถึง 399,000 ไร่ ผลผลิตฝ้ายมีถึง 86,000 เมตริกตัน หรือ 1,227

ล้านบาท (สถิติการเกษตรปี 2533) ตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบัน การกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายกระทำโดยยาฆ่าแมลง จนกระทั่งในปัจจุบันพบว่าหนอนมีการดื้อยาเพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีกำจัดจึงไม่เป็นวิธีการที่ถูกต้อง เพราะนอกจากจะไม่สามารถกำจัดได้อย่างหมดสิ้นแล้ว ยังทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรโดยตรง ดังนั้นงานวิจัยในปัจจุบันจึงมุ่งไปในทางใช้สมุนไพร เช่น สะเดา และกรรมวิธีทางชีวภาพ

การใช้ไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย เป็นกระบวนการทางชีวภาพกระบวนการหนึ่งที่มีความเป็นไปได้สูง แต่สิ่งสำคัญคือ ต้องสามารถค้นหาไวรัสที่ตรงกับสายพันธุ์ของชนิดของแมลงที่พบในประเทศ ซึ่งปัจจุบันการค้นพบไวรัสนี้ก็ประสบความสำเร็จไปแล้ว และสามารถขยายพันธุ์ได้ในระดับห้องปฏิบัติการ จนสามารถนำไวรัสนี้ไปกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายได้อย่างได้ผล

บริษัทเอกชนรายนี้ ดำเนินธุรกิจในการนำเข้าและจัดจำหน่ายยาฆ่าแมลง มีรายได้จากการขายประมาณ 160 ล้านบาทต่อปี และมีกำไรประมาณ 10 ล้านบาทต่อปี ไม่มีธุรกิจอุตสาหกรรมบริษัทฯ มองเห็นถึงแนวโน้มการลดปริมาณการใช้ยาฆ่าแมลง เนื่องจากกระแสการค้าต่อต้านที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี จึงให้ความสนใจกับโครงการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายเป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าบริษัทจะไม่เคยประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม แต่ด้วยการสนับสนุนทางเทคโนโลยีจากหน่วยงานเครือข่ายนี้ จึงเชื่อมั่นได้ว่าโครงการดังกล่าวมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จสูง

ส่วนทางด้านผลตอบแทนทางการเงิน ตามรายงานศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ที่จัดทำโดยหน่วยงานเครือข่าย เจ้าของโครงการวิจัยระบุว่า โครงการนี้จะเป็นการผลิตไวรัส กำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในรูป ของสารละลายในขวดบรรจุ 500 มล. โดยมีเป้าหมายส่วนแบ่งการตลาด 16.7% ของพื้นที่ปลูกฝ้ายทั่วประเทศ ราคาจำหน่าย 280 บาทต่อขวด ในพื้นที่ 1 ไร่ จะต้องใช้สารละลายนี้ไม่เกิน 2 ขวด เป้าหมายการผลิตและจำหน่ายอยู่ที่ 36,000 ขวดในปีแรก และ เพิ่มขึ้น 108,000 ขวดในปีที่ 3 เป็นต้นไป (กำลังการผลิตสูงสุดที่ 120,000 ขวดต่อปี) โดยโครงการนี้ จะใช้เงินลงทุนทั้งสิ้น 14.4 ล้านบาท คาดว่า จะมีผลการดำเนินงานกำไรทุกปี มีอัตราผลตอบแทนของการลงทุนของโครงการ(IRR) เท่ากับ 50.2% ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (payback period) เท่ากับ 2.71 ปี และมีค่าปัจจุบันของโครงการ (net present value) ที่ 22,808,165 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 15% ต่อปี

อุปสรรคที่คาดว่าจะเกิดกับโครงการนี้น่าจะเกิดจาก ความเป็นไปได้ทางการตลาด เนื่องจากยาฆ่าแมลงที่เป็นสารเคมีที่ออกฤทธิ์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งแตกต่างจากการกำจัดด้วยไวรัส ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลา ประมาณ 1 สัปดาห์จึงจะเห็นผล และการเก็บรักษาไวรัสนี้จะต้องเก็บในที่เย็น คือ อุณหภูมิประมาณ 4 °C ดังนั้นในการจัดจำหน่ายนั้น ร้านค้าย่อยจำเป็นจะต้องมีตู้เย็นไว้เก็บสินค้าและผู้ซื้อเมื่อซื้อแล้วก็ควรรีบนำไปแช่ในตู้เย็น จึงจะทำให้อายุการใช้งานนานยิ่งขึ้น อุปสรรคอีกประการหนึ่ง ก็คือ

การพัฒนาของหนองเจาะสมอฝ้ายเพื่อต่อสู้กับไวรัส ไม่ใช่ว่าจะเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นการลงทุนในการวิจัย เพื่อค้นหาสายพันธุ์ใหม่อาจจะต้องมีต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถาม

1. ท่านสามารถให้คะแนน 0-10 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อที่ท่านเห็นว่าตรงกับเกณฑ์ในการประเมินในข้อนั้น (คะแนนยิ่งมากแสดงให้เห็นว่าตรงกับเกณฑ์ในข้อนั้นมาก) แต่ละข้อเป็นอิสระต่อกัน หากข้อใดไม่สามารถให้คะแนนได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ กรุณาให้ความเห็นด้วย

พิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้	โครงการสร้างเดมผาปูนขาว ด้วยน้ำมันเตาที่ให้ผลประหยัดเชื้อ เพลิงสูงสุด	โครงการผลิตไวรัสกัวจัดหนอง สมอพิมายในระดับอุตสาหกรรม
1. ศักยภาพของโครงการฯที่จะทำ ให้โครงการฯประสบความสำเร็จ		
1.1 ศักยภาพของผู้เสนอ โครงการฯ		
1.2 ศักยภาพทางเทคโนโลยีที่ สนับสนุนโครงการฯ		
2. ประโยชน์ของโครงการฯ		
2.1 ประโยชน์ด้านการพัฒนา เทคโนโลยีให้กับผู้เสนอโครงการ หรือสร้างความสามารถทาง เทคโนโลยีของประเทศโดยรวม		
2.2 ประโยชน์ตอบแทนทางการ เงินที่มีต่อผู้เสนอโครงการฯ		
2.3 ประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม		
คะแนนรวม		

ความเห็นเพิ่มเติม

2. ท่านเห็นว่า การประเมินโครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม โดยการพิจารณาตามลำดับชั้น หรือ การให้คะแนนตามเกณฑ์ในการประเมินฯ ที่จัดทำขึ้นนี้ เป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับวิธีการพิจารณาแบบเดิมที่กระทำอยู่ (แบบระดมสมองและสรุป)

ภาคผนวกที่ 4

ข้อเสนอโครงการตัวอย่างที่ 1

โครงการขอเงินกู้สนับสนุน

การก่อสร้างเตาเผาปูนขาวด้วยน้ำมันเตา ที่ให้ผลประหยัดเชื้อเพลิงสูงสุด

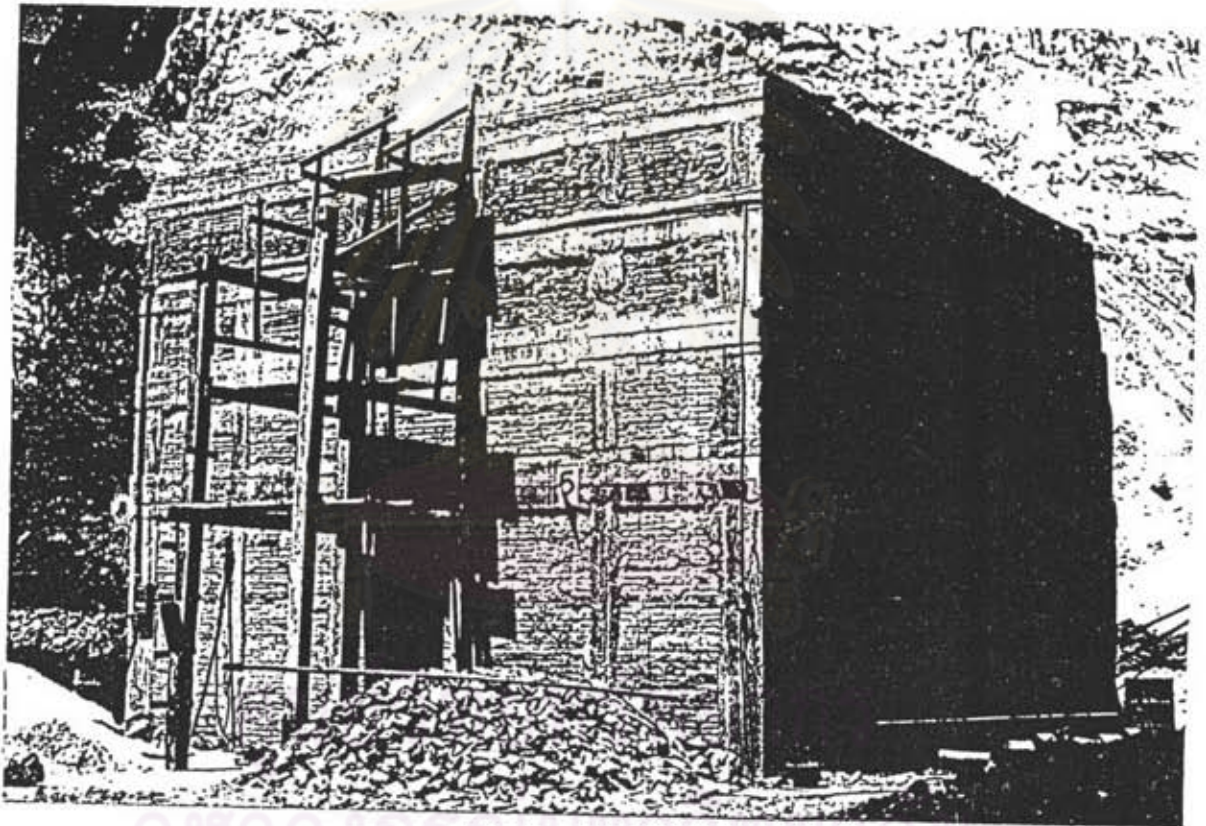
1. บทนำ

ปูนขาว (calcium oxide) คือ เคมีพื้นฐานที่มีราคาที่ถูกที่สุด และใช้ประโยชน์มากที่สุดในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย มีลักษณะเป็นก้อนหรือผงสีขาวสะอาด, ขาวอมเทา, ขาวอมแดง ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนผสมของแร่ธาตุเหล็กในตัวมันเอง จุดความชื้นได้, มีความถ่วงเฉพาะ 3.40 จุดหลอมเหลวที่ 2570 °C จุดเดือด 2850 °C ละลายในกรด ทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดความร้อนสูง ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็ก, เชื้อกระดาษ, ทำ Calcium Carbide, กำจัดน้ำเสีย, แก้ว, ซีเมนต์, ฟอกหนัง, น้ำตาล, ยาฆ่าแมลง, เกษตร, โลหะสังกะสี, โลหะหนักต่างๆ

2. การผลิตปูนขาวในปัจจุบัน

นำหินปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) มาเผาที่ความร้อน $1000^\circ\text{C} - 1100^\circ\text{C}$ (โดยปกติแล้ว CaCO_3 จะสลายตัว ที่ 850°C) หินปูนจะกลายสภาพเป็นปูนขาว และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเฉลี่ย น้ำหนัก 54% ปูนขาว 46% คาร์บอนไดออกไซด์ ลักษณะการผลิตปูนขาวปัจจุบันนี้จะเป็นลักษณะของเตาเผาที่เป็นอิฐก่อรูปเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 8 เมตร x 8 เมตร สูง 6 เมตร (ตามรูปที่ 1) โดยเรียงหินใช้ในเตา ใช้ขนาดหินก้อนใหญ่ประมาณ 15" - 18" จนเต็มเตา แล้วเอาเชื้อเพลิงซึ่งในแต่ก่อนใช้ฟืนในป่าจากการลักลอบตัดต้นไม้ ปัจจุบันใช้ลิกไนท์เป็นเชื้อเพลิง ใส่ทางด้านล่างของเตาและเผาโดยใช้พัดลม (blower) เป่าอากาศเข้าไปในเตา คอยเติมลิกไนท์ทุกวันใช้เวลาเผาประมาณ 10 - 14 วัน ก็จะได้ปูนที่มีทั้งสุกเกินไป, สุกกำลังดี และไม่ค่อยสุก การผลิตปูนขาว 1 ตัน จะต้องใช้ลิกไนท์ 1 ตัน ค่าความร้อนที่ได้จากลิกไนท์ 1 ก.ก. ให้ความร้อนประมาณ 4,500 - 5,000 แคลลอรี่ ลิกไนท์ 1 ตัน ให้ความร้อนถึง 4,500,000 แคลลอรี่ หรือ 4,500 กิโลแคลลอรี่ ซึ่งในการเผาปูนขาวจริงๆ แล้ว จะให้ความร้อนเพียง 990 กิโลแคลลอรี่ ถึง 1,100 กิโลแคลลอรี่ จะเห็นว่าการเผาด้วยวิธีปัจจุบันสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก

รูปที่ 1 เตาเผาปูนขาวในปัจจุบัน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัญหาอันเกิดจากการผลิตปูนขาวในปัจจุบัน

1. ปูนขาวที่ได้ออกมาเป็นปูนขาวคุณภาพไม่สูง มี %CaO ไม่ถึง 87% โดยเฉลี่ย
2. ใช้เชื้อเพลิงสิ้นเปลืองมากโดยเฉพาะลิกไนท์ เพราะเตาเผาปูนขาวเป็นเตาเปิด ทำให้ความร้อนสูญเสียมาก ใช้เชื้อเพลิงสิ้นเปลืองกว่าที่จำเป็นถึง 300% ปีๆ หนึ่ง สูญเสียลิกไนท์ปีละไม่ต่ำกว่า 200,000 ตันๆ ละ 800 บาท เป็นเงินสูญเสีย 160 ล้านบาทต่อปี และมีแนวโน้มน่ามากขึ้นทุกๆ ปี
3. ทำให้เกิดมลภาวะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ SO_2 ในบรรยากาศมาก
4. ผลผลิตไม่ออกมาต่อเนื่อง ทำให้ประสิทธิภาพ การผลิตได้ผลไม่เต็มที่
5. ทำให้เกิดผลกระทบต่อการใช้ถ่านหินลิกไนท์เพื่อเอาไม้มาทำหินเผาปูนขาว

3. แนวทางแก้ไขการผลิตปูนขาว

เปลี่ยนแปลงการผลิตให้ตามกรรมวิธีที่ต่างประเทศกระทำกัน คือ เป็นลักษณะเตาสูงและระบบปิด ใช้ระบบไหลเวียนของอากาศให้ทำงาน ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งจากผลการแก้ไขขบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นนี้จะช่วยให้

1. ปูนขาวที่จะใช้ในอุตสาหกรรมเป็นปูนดี
2. ใช้เชื้อเพลิงน้อย คือ ใช้เชื้อเพลิงตามปริมาณที่ควรจะต้องใช้
3. ไม่เกิดมลภาวะ เพราะลมร้อนที่ออกมาจะสามารถนำมาใช้ในขบวนการผลิตได้อีก
4. ผลผลิตได้ต่อเนื่อง
5. ไม่เป็นการส่งเสริมให้เกิดการตัดไม้ทำลายป่า เพราะผู้ใช้ (demand) ย่อมจะมองหาปูนที่มีคุณภาพดีกว่า และ ความเชื่อถือได้ในการผลิตดีมากกว่า

ลักษณะของเตาเผาปูนขาวปัจจุบันมีได้ 3 ลักษณะ คือ

1. เตาแบบระบบเปิด เช่น เตาอิฐอย่างชาวบ้าน โดยทั่วๆ ไป ดังได้กล่าวมาแล้ว
2. เตานอน (horizontal kiln) ซึ่งเป็นลักษณะคล้ายกับเตาเผาปูนซีเมนต์ มีความยาวประมาณ 25 เมตร ป้อนวัสดุดิบเข้าไปลักษณะเกล็ดเม็ดเล็กๆ เตาแบบนี้เหมาะกับการผลิตปูนซีเมนต์ เนื่องจากปูนซีเมนต์จะต้องผสมวัตถุดิบหลายตัว เช่น ดิน, ยิปซัม และหิน เป็นต้น การป้อนเข้าเตาก็จะเป็นการผสมกันไป และการรวมกันจนออกได้เป็นปูนซีเมนต์เม็ด (clinker) แล้วนำไปบด
3. เตาตั้ง (vertical kiln) ซึ่งเป็นเตาสูงประมาณ 18 เมตร ป้อนวัตถุดิบเข้ามาเป็นก้อนขนาด 4" - 5" จนเต็ม แล้วเผาเป็นช่วงๆ เมื่อเผาจนสุกแล้ว ก็ปล่อยสินค้าออกทางปลายเตา และเติมวัตถุดิบใหม่บนหัวเตา เตาชนิดนี้เหมาะกับการเผาปูนขาว เพราะปูนขาวที่ได้ยังคงสภาพเป็นก้อนขนาด 4" - 5" อยู่ ไม่เป็นผง

เพราะถ้าปูนป่นเป็นผงแล้ว เวลาปล่อยปูนขาวออกจากเตาจะฟุ้งกระจายมาก อนึ่ง วัตถุประสงค์ที่ป้อนเข้าเตามีขนาด 4" - 5" ก็เพื่อให้การเรียงตัวของวัตถุดิบไม่แน่นเกินไป จะเกิดการช่วยระบายอากาศระหว่างหินซึ่งกันและกัน การเผาไหม้ย่อมเป็นไปได้ยิ่งขึ้น หากป้อนวัตถุดิบเป็นเกล็ดก็จะแน่นเตาเผา ทำให้ไม่มีช่องระบายอากาศ

4. การศึกษาเทคนิคการเผาปูนขาวด้วยเตาสูง

จากการที่บริษัทได้มีการร่วมมือการทางมาเลเซีย เรื่องศึกษาโครงสร้างของเตาเผาปูนขาว และปัญหาในอดีตของเตาเผาปูนขาวที่มาเลเซียเคยประสบมา ได้ส่งวิศวกรไปประจำที่มาเลเซียถึง 10 วัน เพื่อศึกษาการเผาปูนขาวอย่างจริงจัง โดยรายชื่อ ดังต่อไปนี้

1. คุณชัยยันต์
2. คุณไพฑูรย์
3. คุณอุกฤษณ์
4. คุณกนกศักดิ์

โดยแบ่งงานการศึกษาดังนี้

1. คุณชัยยันต์ ศึกษาถึงระบบการเผาปูนขาวทั้งหมด, ระบบการใช้เชื้อเพลิง, การไหลเวียนอากาศ, ปัญหาต่างๆ ที่พบ, ความสำคัญของหิน, % ของ CaO ที่เผาได้
2. คุณไพฑูรย์และคุณอุกฤษณ์ ศึกษาโครงสร้างเตาเผาปูนขาว, โครงสร้างเหล็ก, การ Lining อิฐ, การเดินท่อ, การลำเลียงและระบบ Hydrated Lime
3. คุณกนกศักดิ์ ศึกษาระบบมอเตอร์, ระบบวงจรไฟฟ้า, ระบบการควบคุมไฟฟ้าจากห้องควบคุม, และระบบความปลอดภัย

ซึ่งผลของการศึกษาของแต่ละคนจะนำมารวมกันในตอนเย็น และถกเถียงปัญหาซึ่งกันและกัน จนกระทั่งออกผลสรุปออกมา แล้วนำผลไปหาข้อพิสูจน์อีกครั้ง อย่างเช่น การใช้ปริมาณน้ำมันเตา 120 ลิตร/ปูนขาว 1 ตัน จริงหรือ? จำนวนทางทฤษฎีแล้วน้ำมันเตา 120 ลิตร จะให้ค่าความร้อนถึง 120 ลิตร * 9,000 แคลอรี = 1,080,000 แคลอรี ซึ่งการเผาปูนขาว 1 ก.ก.จะต้องใช้ความร้อน 1,100 แคลอรี ถ้าใช้ความร้อน 1,080,000 แคลอรี ก็จะเผาปูนขาวได้ 900 ก.ก. จำนวนทางปฏิบัติ ตรวจสอบผลผลิตจากของจริงที่ทางวิศวกรของเรา เก็บตัวเลขผลผลิตของทางมาเลเซีย แล้วนำมาเปรียบเทียบว่าตรงกันหรือไม่? ก็ให้ผลว่าเป็นจริงตรงกัน

จากการที่ได้ไปดูงานที่มาเลเซีย เราได้พบว่าทางมาเลเซียเอง ก็สนใจในทีมงานของเราเป็นอย่างมาก ที่จะพัฒนาสร้างเตาเผาปูนขึ้นเอง เราได้พบว่าระบบที่มาเลเซียใช้อยู่ยังมีบางส่วนที่บกพร่อง เช่น

1. ระบบการไหลเวียนอากาศ ซึ่งใช้เป็นระบบลม(blower) นั้น ควรเปลี่ยนเป็นระบบดูดอากาศ จะใช้พลังงานมอเตอร์ที่น้อยกว่า และได้ผลมากกว่าในการให้ความร้อน และอากาศไหลเวียนในเตา

2. ระบบการควบคุมของไฟฟ้า ยังขาดระบบตรวจสอบอุณหภูมิในแต่ละจุด ของ zone ในเตา รวมถึงระบบความปลอดภัยต่างๆ ซึ่งแบบเตาเผาปูนขาวที่เราปรับปรุง จะเน้นถึงการตรวจสอบการทำงานภายในเตาว่าจะได้ประสิทธิภาพเต็มที่หรือไม่ และเน้นระบบความปลอดภัยให้มาก

5. ประวัติทีมงานพัฒนาและสร้างเตาเผาปูนขาว

1. นายเกียรติกุล อายุ 36 ปี จบปริญญาโททางการตลาด ผ่านการอบรม senior executive program จากสถาบันศินทร์ จุฬาฯ ดำรงตำแหน่งกรรมการผู้จัดการ เคยเป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาการตลาด ในมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ประสบการณ์ทำงานในวงการค้าเคมีมากกว่า 10 ปี หน้าที่รับผิดชอบต่อการหาเงินทุนและแหล่งเงินในการสร้างเตาเผาปูนขาว รวมทั้งเป็นผู้วินิจฉัยปัญหา และตัดสินใจในแนวทางแก้ปัญหาขั้นสุดท้าย

2. นายอุกฤษณ์ อายุ 42 ปี จบปริญญาโททางด้านวิศวกรรมเครื่องกลจากเยอรมัน ปัจจุบันเป็นผู้จัดการโรงงานศิลาทิพย์ หน่วยงานผลิตที่นวนคร เคยผ่านงานทางด้านการผลิต และออกแบบเครื่องร่อนแร่ดีบุก เป็นผู้จัดการเหมืองแร่ดีบุกมาเนิ่น เป็นผู้จัดการฝ่ายโรงงานของอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มภาคใต้ ความสำเร็จชอบในโครงการนี้รับผิดชอบด้านระบบลำเลียงหินเข้าเตา, ระบบลำเลียงปูนออกจากเตา และระบบการเผาไหม้ของหัวถิดน้ำมันเตา ประสบการณ์การทำงาน 15 ปี

3. นายชัยยันต์ อายุ 33 ปี ปริญญาโททางด้านวิศวกรรมเคมีจากจุฬาและอเมริกา เคยผ่านงานอบรมการผลิตปูนซิเมนต์, ผ่านการอบรมระบบเตาเผาปูนซิเมนต์จากสวิสเซอร์แลนด์เป็นเวลา 1 ปี ผ่านการเป็นผู้ควบคุมการผ่านท่อก๊าซจากระยะของมายังโรงปูนซิเมนต์ที่แก่งคอย ปัจจุบันเป็นช่างใหญ่ ควบคุมการผลิตปูนซิเมนต์ที่เตาเผาปูนซิเมนต์ โดยเฉพาะของบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด ที่แก่งคอย เป็นนักเรียนทุนมาตั้งแต่สมัยเรียนอยู่โรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย จนจบมหาวิทยาลัย ความสำเร็จชอบในโครงการเตาเผาปูนขาวนี้คือ ระบบการไหลเวียนของอากาศภายในเตา และระบบอุณหภูมิของเตาในละ zone เพื่อให้ความร้อนและอากาศสามารถเผาไหม้ได้ ณ จุดที่เหมาะสม ประสบการณ์การทำงาน 10 ปี

4. นายไพฑูรย์ อายุ 33 ปี ปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม และวิศวกรรมโยธา เคยเป็นอาจารย์สอนอยู่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผ่านการอบรมการประหยัดพลังงานจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ผ่านการอบรมการบริหารในระดับกลาง ปัจจุบันเป็นผู้จัดการโรงงานศิลาทิพย์ หน่วยงานสระบุรี เคยผ่านงานเป็นวิศวกรควบคุมการสร้างอาคารต่างๆ เช่น การพาณิชย์สัมพันธ์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต ความสำเร็จชอบในโครงการเตาเผาปูนขาว คือ ฐานรากคอนกรีต โครงเตาคอนกรีต และ โครงเตาเหล็ก รวมถึงการก่อบูรณไฟภายในเตา ประสบการณ์การทำงาน 12 ปี

5. นายกนกศักดิ์ อายุ 32 ปี ปรียญตรีด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เคยเป็นอาจารย์สอนวิชาที่วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน เป็นผู้มีความคิดริเริ่มในด้านไฟฟ้า ระบบควบคุมต่างๆ ที่ดี ความรับผิดชอบในโครงการเผาปูนขาว คือ รับผิดชอบการออกแบบระบบไฟฟ้า และระบบควบคุมต่างๆ เช่น ระบบควบคุมและตรวจสอบอุณหภูมิภายในเตา, ระบบ safety ของการลำเลียง, ระบบปิด - เปิดของอากาศเข้า - ออกในเตา เป็นต้น ประสบการณ์การทำงาน 7 ปี

6. การออกแบบโครงสร้างการทำงานเตา

ลักษณะของเตาเผาเป็นเตาแบบตั้ง (shaft kiln) รูปทรงกระบอกกลมใช้หินปูนล้างสะอาดคัดขนาด 3-5" เป็นวัตถุดิบป้อนเข้าทางคอนบนของเตาโดยใช้อุปกรณ์ลำเลียงหินคือ skip hoist ปูนขาวที่เผาได้และถ่ายความร้อนออกจนเหลืออุณหภูมิประมาณ 50°C จะถูกปล่อยออกทางส่วนล่างสุดของเตา เชื้อเพลิงที่ใช้คือน้ำมันเตาปานกลางเกรด 1500 (medium fuel oil หรือ Bunker C) โดยอุ่นให้ร้อนแล้วพ่นเข้าทางด้านข้างรอบๆ เตาที่บริเวณก่อนไปทางส่วนล่าง ส่วนนี้เรียกว่า firing zone

การหมุนเวียนลมเข้าออกของเตาใช้วิธี induced draft คือมีพัดลมระบาย (exhaust fan) ดูดก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้และก๊าซ carbon dioxide ที่เกิดจากการแตกตัวของหินปูนไปเป็นปูนขาว ก๊าซร้อนถูกดูดออกจากบริเวณส่วนบนของเตาไปเข้าพัดลมระบายแล้วปล่อยออกปล่องที่ต่อสูงขึ้นไปเหนือยอดของเตา ดังนั้นภายในเตาจะเป็นลมดูดทั้งหมด

เตาเผานี้มีการแบ่งลมร้อนส่วนหนึ่งที่ออกมา พัดลมระบายจะไปออกปล่องเพื่อนำกลับมาใช้ในเตาเผาอีกโดยมีพัดลมดูดก๊าซเวียน (recirculation fan) ดูดก๊าซร้อนที่ออกมาจากเตา ก๊าซร้อนนี้มี oxygen ต่ำมาก (ไม่เกิน 5%) ส่วนใหญ่เป็นก๊าซเฉื่อยคือ nitrogen และ carbon dioxide และอุณหภูมิประมาณ $250-300^{\circ}\text{C}$ จึงนำกลับไปใช้ใน firing zone โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อชดเชยอุณหภูมิในเตาบริเวณ firing zone เนื่องจากก๊าซหมุนเวียนนี้ถูกพ่นเข้าไปบริเวณผนังเตา โดยรอบจึงช่วยหล่อเย็นอิฐผนังเตา และป้องกันไม่ให้ไอน้ำมันเตาเกิดการลุกไหม้เร็วเกินไป วิธีนี้ช่วยให้การลุกไหม้ของน้ำมันเตาส่งส่วนใหญ่ขึ้นไปเกิดขึ้น ที่บริเวณเหนือตำแหน่งที่ฉีดน้ำมันเข้าไป (ซึ่งเรียกส่วนนี้ว่า burning zone) ทำให้ไม่เกิดจุดร้อนจัดเกินไปในเตา ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปูนขาวสุกไม่สม่ำเสมอบางส่วน overburn และภายในก้อนเกิด underburn

ก๊าซร้อนที่ลอยขึ้นในเตาเมื่อผ่าน burning zone ขึ้นไปแล้วก็จะเข้าไปยัง preheating zone และถ่ายเทความร้อนให้กับหินปูนที่ส่วนบนของเตา แล้วถูกดูดออกจากเตาไปเข้าพัดลมระบายด้วยอุณหภูมิประมาณ $350-450^{\circ}\text{C}$

สรุปแล้วภายในเตาเผาแบบนี้แบ่งออกเป็น zone ต่าง ๆ คือ

1. Filling Chamber อยู่บนสุดของเตา สำหรับเก็บหินก่อนป้อนเข้า อุณหภูมิ 60°C
2. Preheating Zone อยู่ถัดลงมาเป็นส่วนที่หินปูนถ่ายความร้อนออกจากก๊าซร้อนก่อนก๊าซออกจากเตา อุณหภูมิ 450-500°C
3. Burning Zone ถัดลงมาจาก preheating zone เป็นส่วนที่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงให้ความร้อนแก่หินปูน ทำให้หินปูนแตกตัวให้ปูนขาว อุณหภูมิ 550°C - 650°C
4. Firing Zone ถัดลงมาจาก burning zone เป็นช่องที่ฉีดน้ำมันเข้าเตา และน้ำมันเริ่มเกิดการลุกไหม้ กับเป็นส่วนของเตาที่มีการเวียนก๊าซร้อนกลับมาเข้าเตา อุณหภูมิ 950°C - 1100°C
5. Cooling Zone เป็นส่วนล่างสุดของเตา ในช่องนี้ปูนขาวจะถูกหล่อเย็นด้วยลมเย็นจากภายนอก ที่ถูกดูดเข้าทางกันเตา อุณหภูมิ 60°C

เนื่องจากอุณหภูมิภายในเตาสูงมาก ภายในเตาจึงมีอิฐทนไฟเป็นฉนวน โดยเปลือกนอกของเตาเป็นเหล็ก (mild steel) ภายในด้วยแผ่นฉนวน rock wool หนา 25 มม.อิฐชั้นนอกเป็นอิฐฉนวน (insulation brick) อิฐชั้นในเป็นอิฐ high alumina เกรด SK36 สำหรับ zone ทัว ๆ ไป และ SK40 สำหรับ firing & burning zone โดยใน firing & burning zone ยังมีอิฐชั้นกลางเพิ่มอีก 1 ชั้นเป็น เกรด SK36

ส่วนบนสุดของเตามีช่องสำหรับเคมหินเข้าเตา โดยใช้อุปกรณ์ลำเลียงคือ skip hoist สำหรับกว้านกระเช้าใส่หินปูนจากพื้นล่างขึ้นไปยังยอดเตา ช่องเคมหินมีลิ้นปิดเปิดได้ ขับโดยลูกสูบ hydraulic ในช่องเคมหินส่วนล่างทำเป็นกรวยเหล็ก และมีเหล็กรูปฝ่าชี่อุกกันกรวยไว้ ฝ่าชี่นี้เลื่อนขึ้นเพื่อปิดและเลื่อนลงจะเปิด การเลื่อนฝ่าชี่ใช้ลูกสูบขับเคลื่อนด้วย hydraulic

ส่วนล่างของเตาตั้งแต่ระดับหัวฉีดน้ำมันลงไป ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเตาจะกว้างขึ้น เพื่อให้ปูนที่เลื่อนลงมาจาก firing zone ได้ขยายพื้นที่ทำให้มีการขยับตัวมากขึ้น หากปูนจับก้อนก็จะแตกออกจากกัน ทั้งช่วยให้ปูนมีการพลิกตัวมากขึ้น เพื่อพื้นผิวสัมผัสระหว่างลมและปูนใน cooling zone ที่ส่วนนี้มีเหล็กรูปกรวยคว่ำอยู่ตรงศูนย์กลาง เพื่อช่วยให้ปูนที่ไหลออกจากเตาเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่หน้าตัดของเตา ซึ่งสิ่งนี้สำคัญมากสำหรับการออกแบบเตา ถัดลงมาถึงกันเตาจะเป็นรูปกรวยเพื่อบังคับปูนให้ไหลรวมกันไปออกที่ช่องเปิดขนาด 60 ซม. * 60 ซม. ช่องเปิดมีประตู แบบพื้นจับขับเคลื่อนด้วยลูกสูบลมอัด

บริเวณกันเตามีช่องเปิดให้ลมพัดไหลเข้าได้โดยรอบ กับมีการเจาะรูต่อท่อลมเข้าไปที่กรวยคว่ำรูปฝ่าชี่ในกันเตาเพื่อไปลดอุณหภูมิเหล็กกรวยฝ่าชี่ และไปถ่ายความร้อนจากปูนร้อนตรงส่วนกลางของเตาใน cooling zone

7. การออกแบบระบบอิฐ

เนื่องจากเตาเผาปูนขาวนี้ แต่ละส่วนจะมีความร้อนที่ไม่เท่ากัน เพราะฉะนั้นการเรียงอิฐทนไฟมีความสำคัญมาก จากการศึกษาเกี่ยวกับอิฐทนไฟที่สามารถผลิตเองได้ในประเทศไทย ก็ทำให้ทราบว่าเราไม่จำเป็นต้องใช้อิฐจากนอกประเทศ บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด สามารถผลิตอิฐทนไฟที่ใช้ได้เช่นกันในราคาที่ถูกลงว่า

การก่ออิฐจะก่อเป็น 2 ชั้น

1. ชั้นนอกติดกับเปลือกเหล็กจะใช้อิฐที่เป็น insulation brick เพื่อป้องกันความร้อนจากเตาออกภายนอก

2. ชั้นในจะต้องเป็นอิฐทนไฟ ซึ่งชนิดของอิฐขึ้นอยู่กับความร้อนในแต่ละ zone การใช้อิฐมีดังนี้

- อิฐที่ใช้ในช่วง preheating zone ใช้อิฐประเภท K-43 จำนวน 4,745 ก้อน
- อิฐที่ใช้ในช่วง firing zone ใช้อิฐ KB-60 ประมาณ 9,646 ก้อน
- อิฐที่ใช้ในช่วง firing zone ใช้อิฐ HI-23 ประมาณ 4,766 ก้อน
- อิฐที่ใช้ในช่วง cooling zone ใช้อิฐ K-43 ประมาณ 1,000 ก้อน

บริเวณช่วงระหว่างอิฐกับเปลือกเหล็ก จะใช้ดินทนไฟ และ rockwool เป็นฉนวนความร้อนระหว่างเปลือกเหล็กและอิฐ เพื่อป้องกันการขยายตัวของอิฐเมื่อถูกความร้อน ซึ่งจะใช้ดินทนไฟของทางปูนซิเมนต์ไทย เป็นดินทนไฟ 13 CG และ 17 CG

ลักษณะการเรียงอิฐ ทางบริษัทฯ ได้เนบแบบการเรียงของอิฐมาให้ด้วย การก่ออิฐจะก่อตามแนวของอิฐ เพื่อจะได้ความยาวของอิฐเป็นความยาวของผนังอิฐ ทำให้สิ้นเปลืองอิฐน้อยลง

8. การออกแบบระบบไฟฟ้าเตาเผาปูนขาว

การออกแบบระบบติดตั้งอุปกรณ์ของเตาเผาหินปูน ได้ผ่านขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับระบบของการทำงานของเตาเผา และระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์, อุปกรณ์สวิตซ์ตัด-ต่อไฟ, เครื่องวัด ฯลฯ โดยหาข้อมูลจากโรงงาน ที่มีเตาเผาทั้งในและนอกประเทศ และศึกษาจากผู้มีประสบการณ์ด้านเตาเผาหินปูน

ขั้นตอนที่ 2 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ หาแหล่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ และถ้ามีบางส่วนที่ทำได้ ก็จะทำขึ้นเอง และในบางส่วนถ้าจำเป็นก็จะจัดซื้อมาบางส่วน แล้วมาประกอบขึ้นเองภายในประเทศ

ขั้นตอนที่ 3 เน้นให้ระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัยอย่างแท้จริง เช่นวงจรป้องกันไฟช้อค, ไฟเกิน, ไฟรั่ว, สวิตช์นิรภัย ติดตั้งสัญญาณเตือนภัย เมื่อเกิดข้อบกพร่อง เช่น ฟุ่นล่องหรือล่องน้ำ ฯลฯ การเดินสายเชื่อมโยงออกแบบให้ปลอดภัย เช่น เดินสายบนรางเหล็กและในท่อเหล็ก อุปกรณ์ต่างๆ กำหนดพิกัดความเผื่อไว้ถึง 40% เช่น สายไฟอุปกรณ์เบรกเกอร์, แมกเนติกส์คอนแทคเตอร์, มอเตอร์ไฟฟ้า ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบระบบวงจรทางด้านควบคุม และด้านจ่ายกำลังให้มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดกระแสไฟฟ้า และสะดวกในการควบคุม จัดให้มีห้องควบคุม (control room) เพื่อควบคุมขบวนการ และมีผังแสดงผลขบวนการทำงานที่ control board ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ ด้านไฟ เช่น โวลท์, แอมป์, เครื่องวัดเพาเวอร์แฟกเตอร์, เครื่องวัดค่าไฟ, เครื่องวัดอุณหภูมิแบบบันทึกค่า, คาซังน้ำหนักแบบตัวเลขตั้งโปรแกรม ฯลฯ และเมื่อมีระบบมีการขัดข้องจะแจ้งมาที่ control room โดยไฟสัญญาณ หรือ intercom คือมีการสื่อสารต่างๆ ได้รวดเร็ว

ขั้นตอนที่ 5 ออกแบบระบบวงจรให้มีระบบ เช่น ให้ได้คัตสายหรือรหัสต่างๆ จึงจะสะดวกในการติดตั้งเดินสายตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว แม้กระทั่งการซ่อมอุปกรณ์ เช่น แมกเนติกส์, เบรกเกอร์, มอเตอร์ ฯลฯ การเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ใช้อุปกรณ์อย่างดี และมีคุณภาพสูง

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบแบบและวงจรโดยทีมงานวิศวกรไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าของเตาเผาหินปูน

ระบบไฟฟ้าของเตาเผาหินปูน เป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย ระดับแรงดัน 2 ระดับ คือ 380 โวลท์ และ 220 โวลท์ ระบบการจ่ายไฟฟ้าและระบบการควบคุมใช้ตู้จ่ายไฟ และตู้ควบคุมทั้งหมดจำนวน 5 ตู้ ดังนี้

1. ตู้สวิตช์บอร์ดจ่ายไฟฟ้าทั้งระบบ

มีขนาดพิกัด 29 KVA ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับตู้สวิตช์บอร์ดย่อยจำนวน 4 ตู้ ภายในตู้ประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า, อุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ เช่น โวลท์มิเตอร์, แอมป์มิเตอร์, เครื่องวัดจำนวนกิโลวัตต์ (วัดกำลังไฟฟ้า), เครื่องวัดเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบ ฯลฯ มีระบบแก๊สเพาเวอร์แฟกเตอร์เพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบ ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟช้อคไฟเกิน และติดตั้งอุปกรณ์สวิตช์นิรภัยเมื่อเกิดข้อบกพร่องในระบบสามารถหยุดระบบภายในทันทีทันใด อีกทั้งยังมีสัญญาณเตือนภัยเมื่อมีเหตุบกพร่องเกิดขึ้น เพื่อเตือนหรือแจ้งเหตุและสามารถแก้ไขได้ทันเวลา

2. ตู้ควบคุมระบบทั้งหมดของเตา

ประกอบด้วยสวิตช์ตัดต่อวงจร (เบรกเกอร์) และสวิตช์ควบคุมที่จะสามารถควบคุมการสตาร์ทและการหยุดของมอเตอร์ในส่วนต่างๆ ของระบบทั้งหมด นอกจากนั้นยังมีระบบของแผนภูมิของขบวนการผลิต โดยแสดงผลโดยใช้หลอดไฟแสดงผล เพื่อตรวจสอบระบบการทำงานของระบบได้ มีระบบการจัดขนาดปริมาณของน้ำมันเตาต่อวัน, การวัดอุณหภูมิแบบบันทึกค่า, เครื่องวัดคาซังน้ำหนักแบบตัวเลข และตั้ง

โปรแกรมได้ เครื่องวัดการนับชนหินปูนขึ้นยอดเตา ฯลฯ ซึ่งสามารถที่จะควบคุมการทำงานของระบบได้ สะดวกรวดเร็ว และสามารถตรวจสอบขบวนการผลิตได้ทุกขั้นตอนอีกทั้งยังคิดระบบสื่อสารภายใน (intercom) ติดต่อไปยังผู้ควบคุมย่อยทุกตู้ เพื่อสะดวกในการควบคุมและประโยชน์ทางด้านสื่อสารของขบวนการผลิต ชุดผู้ควบคุมนี้จะติดตั้งอยู่ในห้องปรับอากาศ เพื่อลดสภาวะด้านความร้อน และ ผู้ดูแลเองที่มีผลต่อเครื่องวัดและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และผู้ปฏิบัติงานก็สามารถปฏิบัติงานได้ดี และควบคุมระบบการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระบบความปลอดภัย

3. ตู้สวิตช์บอร์ดย่อยหน่วยที่ 3

ควบคุมระบบตะแกรงร่อนหิน และลำเลียงหินปูนเก็บในถัง สามารถจะควบคุมการทำงานจากตู้ในหน่วยที่ 3 นี้ หรืออาจจะควบคุมการทำงานจากตู้ควบคุมระบบทั้งหมด (หน่วยที่ 2) โดยมีสวิตช์เลือกการควบคุมได้ว่า จะควบคุมที่ไหน โดยควบคุมที่ตัวเอง หรือผู้ควบคุมระบบทั้งหมดเพื่อความสะดวก เช่น ในบางครั้งจะต้องมีการคัดหินปูน จึงจำเป็นต้องควบคุมใกล้ชิด และเช่นกันก็จะติดตั้งสวิตช์นิรภัย ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เบรกเกอร์โอเวอร์โหลด ป้องกันกระแสของมอเตอร์ต่างๆ โหลดเกินหรือไฟช๊อต ไฟรั่ว เพราะในบริเวณของขบวนการนี้จะมีน้ำมาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้น อุปกรณ์ป้องกันต่างๆ มีความสำคัญการออกแบบตู้นี้ได้ออกแบบให้ป้องกันผู้ดูแลเองน้ำ ฯลฯ เพราะตั้งกลางแจ้ง โดยมีห้องเล็กๆ ป้องกันผู้ดูแลเอง นอกจากนี้ติดตั้งระบบสื่อสาร intercom ด้วย โดยสามารถติดต่อสื่อสารกับห้องควบคุมได้

4. ตู้สวิตช์บอร์ดหน่วยที่ 4

ตู้นี้จะควบคุมระบบน้ำมันเตา ระบบลำเลียงหินปูนออกจากเตาแล้ว จากได้เตาเผา ตู้นี้จะติดตั้งอยู่ทางด้านล่างของเตา เพราะในส่วนนี้จะต้องควบคุมการปล่อยหินหลังจากการเผาในบริเวณกันเตา ทำให้ต้องตั้งอยู่ข้างล่าง ดังนั้น ตู้จะต้องอยู่ในที่โล่งแจ้ง แต่มีหลังคาคลุมกันฝน ตู้นี้ได้ออกแบบให้ป้องกันผู้ดูแลเองและน้ำ อุปกรณ์ภายในตู้ประกอบด้วยสวิตช์ตัด-ต่อวงจร (เบรกเกอร์) สวิตช์เลือกการทำการควบคุม เช่น ควบคุมจากตัวเองหรือจากห้องควบคุม สวิตช์ต่างๆ เป็นสวิตช์อย่างดี ป้องกันน้ำและผู้ดูแลเองได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์จัดเฟส เช่น หลอดไฟสัญญาณ อุปกรณ์ป้องกันไฟเกิน, ไฟรั่ว, ไฟช๊อต อีกทั้งยังมีระบบจ่ายไฟสำรองจากปลั๊ก เมื่อต้องการใช้ไฟ มีสวิตช์นิรภัยตัดวงจรทันทีเมื่อต้องการหยุดในขณะเกิดข้อบกพร่องขึ้น

5. ตู้สวิตช์บอร์ดย่อยหน่วยที่ 5

ควบคุมระบบการขนหินจากถังเก็บ โดยใช้ลิฟท์ขนหินปูนดิบขึ้นไปปล่อยที่ถังบนยอดเตา และทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดปล่องเตาเผา เพื่อปล่อยหินปูนลงเผาในเตาเผา ประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดต่อวงจร และสวิตช์เลือกการควบคุมที่ตู้ หรือควบคุมจากห้องควบคุม มีหลอดไฟแสดงการทำงานของระบบอย่างชัดเจน ติดตั้งชุดสวิตช์นิรภัยอุปกรณ์วัดกระแสไฟของมอเตอร์ลิฟท์ ติดตั้งระบบป้องกันภัยต่างๆ ในระบบวงจรลิฟท์ เช่น ติดตั้งชุดลิมิต (limit switch) ตรวจสอบระบบทุก ๆ ขั้นตอนในการขนขึ้นและลง

อุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ เช่น การขาดของสลิงคิงลิฟท์ขนของ อุปกรณ์ตรวจสอบมอเตอร์ คือถ้ามีอะไรบกพร่องต่างๆ วงจรมอเตอร์จะหยุดทันที หรือผู้ควบคุมอาจจะหยุดการทำงานได้ทันที เมื่อมีความผิดปกติในระบบ และระบบปิด-เปิดฝาเพื่อปล่อยหินปูนลงเขาก็จะติดตั้งชุดตรวจสอบการทำงานต่าง ๆ โดยมีการออกแบบระบบความปลอดภัย เช่น ฝาเลื่อนเปิดไม่สุดระบบก็จะไม่ทำงานต่อ โดยจะมีไฟสัญญาณหรือเสียง และจะทำงานได้โดยจะต้องแก้ไขระบบการทำงานให้ถูกต้องเสียก่อนจึงจะทำงานได้

9. ความต้องการการใช้ปูนขาว

(จำนวนตัน)

อุตสาหกรรม	2532	2533	2534	2535	2536	เติบโต (%)
เหล็ก	34800	44544	55680	69600	87000	25
กระดาษ	27000	31050	35707.5	41063	47222	15
น้ำตาล 46 โรง	27600	34500	43125	53906	67382	25
การประปา	3600	5600	7560	10206	13788	35
โลหะต่างๆ	1600	29160	39366	53144	71744	35
การเกษตร	36000	41400	47610	54751	62964	15
เคมีทั่วไป	36000	41400	47610	54751	62964	15
กำจัดน้ำเสีย	20000	24000	28800	34560	41472	20
รวม	206600	251654	305458	371981	454526	20

10. ประวัติของบริษัท

บริษัทฯ เป็นบริษัทเอกชนที่ได้ก่อตั้งขึ้นมาประมาณ 30 ปี โดยเริ่มเป็นโรงงานโมหินเกล็ด โดยนำเอาเศษหินอ่อนที่ใช้ไม่ได้มาทำการ โม่ และย่อยให้มีขนาดเล็ก เพื่อขยายให้กับวงการทำหินขัด ต่อมาบริษัทฯ ได้มีการพัฒนาจากการย่อยหินเกล็ดมาบดให้ละเอียดเป็นผง โดยขยายให้กับวงการอาหารสัตว์, สี, ยาง และพัฒนาเรื่อยมาจนสามารถบดให้ละเอียดมากขึ้นเรื่อยๆ บริษัทฯ ยังเป็นผู้ผลิตปูนขาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมเหล็ก, อุตสาหกรรมน้ำตาล, การประปา เป็นต้น การผลิตปูนขาวของบริษัทฯ ดังได้กล่าวมาข้างต้น และกำลังจะพัฒนาการผลิตไปสู่ระบบที่สามารถประหยัดลิแกไนท์ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงได้มากกว่า เพื่อให้ชนรุ่นหลังได้มีลิแกไนท์ไว้ใช้บ้าง

ผู้บริหารของบริษัท ประกอบด้วย

1. นายเกียรติกุล อายุ 36 ปี
ปริญญาโท ทางด้านการตลาด
2. นายเชิดเกียรติ อายุ 35 ปี
ปริญญาโท ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม
3. นายเกียรติชัย อายุ 38 ปี
ปริญญาโท ทางด้านการเงิน
4. นายขยศ อายุ 43 ปี
ปริญญาเอก ทางด้านเกษตรกรรม
5. นายชัยศ อายุ 41 ปี
ปริญญาโท ทางด้านการบริหาร
6. นายไพฑูรย์ อายุ 34 ปี
ปริญญาตรี ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม
7. นายอุกฤษณ์ อายุ 42 ปี
ปริญญาโท ทางด้านวิศวกรรมโยธา
8. นายชัยยันต์ อายุ 33 ปี
ปริญญาโท ทางด้านวิศวกรรมเคมี

ปัจจุบัน นายเกียรติกุล เป็นกรรมการผู้จัดการ ผู้มีอำนาจในการนาม

บริษัทฯ ยังเป็นตัวแทนจำหน่ายเคมีของ บริษัท ดูปองท์ (ประเทศไทย) จำกัด อาทิเช่น Teflon, Titanium, DMF, DBE, BDO เป็นต้น ซึ่งใช้ในวงการอุตสาหกรรมสี, ยาง, พลาสติก และเท็กซ์ไทล์ โดยมี ยอดขายปีละ 200 ล้านบาทขึ้นไป

ทางบริษัทฯ ยังมีนโยบายการส่งเสริมการศึกษา ให้กับพนักงานของบริษัทฯ อยู่เป็นประจำ อาทิ เช่น ส่งไปอบรมสัมมนา หรือแม่กระทั่ง Training ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทางบริษัทฯ ยังมีการร่วม งานการวิจัยกับทางสถาบันการศึกษาอยู่ทุกปี โดยให้เป็นทุนการวิจัยแก่นักศึกษาปริญญาตรีและโท เช่น

- ทุนการศึกษาให้นักศึกษาปริญญาโทมหิดล วิจัยเกี่ยวกับเคมีที่ใช้ในพลาสติก
- ทุนการวิจัยให้นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี วิจัยเกี่ยวกับการสารเติมในยาง
- และยังมีการจัดสัมมนาด้านวิชาการกับทางอาจารย์มหาวิทยาลัย

ทางบริษัทฯ ยังมีโครงการที่จะขยายงานทางด้าน Quality Control และ Research and Development ออกไปอีกในปีหน้า โดยตั้งใจว่าจะขอการสนับสนุนจาก STDB ในการจัดตั้งห้อง LAB.

ที่ทันสมัย ที่จะสามารถวิเคราะห์หาคุณสมบัติของ Fillers ต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น CaCO_3 , Clay, Barite, Feldspar เป็นต้น ห้อง LAB นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม และตรวจสอบคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ และวิจัยต่อเนื่องถึงแนวโน้มของการใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ต่อสารเติมที่จะสามารถผลิตได้เองในประเทศ โดยมุ่งเน้นทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

จะเห็นได้ว่าบริษัทฯ เป็นบริษัทที่พร้อมทั้งทางด้านชื่อเสียงของบริษัทฯ และทีมงานผู้บริหารที่เป็นคนรุ่นใหม่ ที่มีเจตนาแน่วแน่ในการสร้างและพัฒนาสิ่งอันจะเป็นประโยชน์ทั้งต่อส่วนรวมและบริษัท การสนับสนุนจากภาครัฐบาล เช่น STDB เป็นสิ่งที่จะเสริมสร้างกำลังใจให้เป็นอันมาก ต่อทีมงานผู้บริหารหนุ่มเหล่านี้ ในการที่จะสามารถบรรลุถึงนโยบายของบริษัทฯ ได้

11. รายละเอียดบริษัททางด้านธนาคารและการเงิน

ปัจจุบันมีการติดต่อกับสถาบันการเงินอยู่ ดังนี้

1. บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
2. ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด สาขาสยามสแควร์
3. ธนาคารกสิกรไทย จำกัด สาขากิ่งเพชร
4. ธนาคารกรุงไทย จำกัด สาขาประดิพัทธ์
5. ธนาคารกรุงเทพ จำกัด สาขาสำนักงานใหญ่

12. แผนงานการลงทุน

การลงทุนจะแบ่งออกเป็น ดังนี้

- | | | | |
|------------------------------|--------|---|---------|
| 1. โครงสร้างเตาเผาปูนขาว | ประมาณ | 3 | ล้านบาท |
| 2. อีฐที่ใช้เป็นฉนวนทนไฟ | ประมาณ | 3 | ล้านบาท |
| 3. ระบบควบคุมไฟฟ้าและอุปกรณ์ | ประมาณ | 2 | ล้านบาท |
| 4. ระบบลำเลียง | ประมาณ | 1 | ล้านบาท |
| 5. ระบบ LAB และ Q.C. | ประมาณ | 1 | ล้านบาท |

13. การศึกษาความเป็นไปได้โครงการปูนขาว

- | | | |
|-----------------|-------|-----------|
| - เงินลงทุน | 10 | ล้านบาท |
| - ราคาขาย ต้นละ | 1,500 | ล้านบาท |
| - ปริมาณการผลิต | 1,500 | ตัน/เดือน |

- ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	5 ล้านบาท
- ดอกเบี้ยเงินกู้ 15%	5 ล้านบาท
- ดอกเบี้ยเงินกู้ 11%	10 ล้านบาท (ทั้งโครงการ)

ดอกเบี้ยเงินกู้ (Fixed Cost)

- เงินต้น	= 10 ล้านบาท * 11% / ปี
	= 1,100,000 บาท / บาท
	= 62 บาท/ตัน

ค่าเสื่อมเครื่องจักร (Fixed Cost)

เงินลงทุน	= 10 ล้านบาท / 5 ปี / 18,000 ตัน
	= 112 บาท/ตัน

ค่าแรงงาน (Variable Cost)

ใช้คนงานกะละ	12 คน มี 3 กะ
	= 12 คน * 3 กะ * 100 บาท/วัน
	= 3,600 บาท / 50 ตัน
	= 72 บาท/ตัน

ค่าเชื้อเพลิง (Variable Cost)

	= น้ำมันเตา 120 ลิตร @3.50 บาท
	= 420 บาท / 1 ตันปุ๋ยขาว

ค่าวัสดุคิบหินปูน (Variable Cost)

	= หินปูน 2 ตัน @ 100 บาท
	= 200 บาท/ตันปุ๋ยขาว 1 ตัน

ค่าไฟฟ้า (Variable Cost)

	ใช้มอเตอร์รวม 85.5 แรงม้า
	= 64.125 KW.
	= 100 AMP./ชม.
	= 100 บาท/1ตัน ปุ๋ยขาว
ต้นทุนรวม	= 1,300 บาท/1ตัน ปุ๋ยขาว
กำไรก่อนหักภาษี	= 200 บาท/1ตัน ปุ๋ยขาว
กำไรหลังภาษี 35%	= 130 บาท/1ตัน ปุ๋ยขาว
กำไรต่อเดือนก่อนหักภาษี	= 300,000 บาท
กำไรต่อปีก่อนหักภาษี	= 3,600,000 บาท

กำไรต่อเดือนหลังหักภาษี = 195,000 บาท

กำไรต่อปีหลังหักภาษี = 2,340,000 บาท

14. FINANCIAL RATIO

1. Leverage Ratio ของ Time Interest Earne

$$= (\text{Profit before tax/MO} + \text{INT/MO}) / (\text{INT/MO})$$

$$= (300,000 + 93,000) / 93,000$$

$$= 4.23 \text{ เท่า}$$

2. Profit Margin

$$= (\text{net profit/MO} / (\text{sale/MO}))$$

$$= 195,000 / 2,250,000$$

$$= 9\%$$

3. Return of Investment

$$= (\text{INT Profit/YR}) / \text{Investment}$$

$$= 2,340,000 / 10,000,000$$

$$= 23\%$$

ค่าขนส่ง (Variable Cost)

$$= \text{ตันละ } 120 \text{ บาท}$$

ค่าถุงบรรจุ (Variable Cost)

$$= 40 \text{ ใบ @ } 3 \text{ บาท}$$

$$= 120 \text{ บาท/ตัน}$$

$$= \text{บรรจุ } 25 \text{ ก.ก./ถุง}$$

ภาษีการค้า (Variable Cost)

$$= 10\% \text{ ของราคาขาย}$$

$$= 150 \text{ บาท/ตัน}$$

ต้นทุนคงที่

ดอกเบี้ยเงินกู้ = 62 บาท/ตัน

ค่าเสื่อม = 112 บาท

รวม = 174 บาท

ต้นทุนแปรผัน

ค่าแรงงาน	= 72 บาท/ตัน
ค่าเชื้อเพลิง	= 420 บาท/ตัน
ค่าวัตถุดิบ	= 200 บาท/ตัน
ค่าไฟฟ้า	= 100 บาท/ตัน
ค่าขนส่ง	= 120 บาท/ตัน
ภาษีการค้า	= 150 บาท/ตัน
รวม	= 1,062 บาท/ตัน

ค่าสูญเสีย 7% = 64 บาท (คิดจาก VARIABLE COST การผลิต)

4. จุดคุ้มทุน (Breakeven Point)

$$\begin{aligned}
 \text{Quality} &= (\text{Fix cost/MO} / (\text{P-V.C.})) \\
 &= 261,000 / (1,500 - 1,062) \\
 &= 261,000 / 438 \\
 &= 595.89 \text{ ตัน} \\
 &= 40\% \text{ ของยอดผลิต}
 \end{aligned}$$

15. แหล่งที่มาของเงินทุน**เงินลงทุน 10 ล้านบาท**

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| 1. เงินกู้จาก (หน่วยงานที่ศึกษา) | 5 ล้านบาท |
| 2. เงินกู้จาก ธนาคารกรุงไทย | 5 ล้านบาท |

หลักทรัพย์ค้ำประกัน

- ทางบริษัทฯ จะทำการตกลงกับ บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (IFCT) อีกครั้ง
- ที่ดินของบริษัทฯ เดิมเพิ่มมูลค่าหลักทรัพย์ที่ดินเปล่า ถ.คิวานนท์ เพื่อขอเงินกู้เพิ่ม 5 ล้านบาท

ระยะเวลาการชำระหนี้คืน

- ปลอดหนี้ 2 ปี
- ผ่อนชำระเป็นราย 6 เดือน 10 งวด 5 ปี

เก็บน้ำมันเตาใช้เป็น Stock ในการผลิต จะใช้เงินประมาณ 1,900,000.-บาท ใช้เงิน ทุนของบริษัทเอง

ช่วงที่ 6 เดือนมีนาคม

ติดตั้งระบบย่อยหินด้วย Jaw Crusher เพื่อให้หินได้ขนาด 4" - 5" เพื่อใช้ป้อนเข้าเตา และจัดทำห้อง LAB พร้อมเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพเช่น

- การหาค่า Ignition Loss
- การหาค่าความชื้น
- การหาค่าความละเอียด เมื่อปูนแตกตัวแล้ว
- การหาค่าความถ่วงจำเพาะ และ Bulk Density
- การหาค่าความสุกของปูน
- อื่น ๆ

ใช้เงินงบประมาณ 1.5 ล้านบาท เป็นเงินกู้

ช่วงที่ 7 เดือนเมษายน

เริ่มทดสอบการเดินเตาเผาปูนขาว และแก๊ส ใช้เงินในการ Test Run ประมาณ 300,000. บาท

ช่วงที่ 8

หลังจาก Test Run ศึกษาการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และผลผลิตปูนขาวที่ได้ และเปรียบเทียบกับคุณภาพปูนขาวที่ได้ หาผลสรุปความแตกต่างระหว่างวิธีการผลิตระบบเปิดกับระบบปิด ว่ามีผลในเชิงต้นทุนการผลิตแตกต่างกันเท่าไร ใช้เงินประมาณ 500,000.-บาท เป็นงานวิจัยผลปฏิบัติ ซึ่งจะใช้งบของ (หน่วยงานที่ศึกษา)

16. ช่วงระยะเวลาการก่อสร้างและการใช้เงิน

ช่วงที่ 1 เดือนตุลาคม

จะเริ่มสร้างฐานรากคอนกรีตขนาด 8 ม. x 8 ม. Bearing Capacity มากกว่า 20 ตัน/ตร.ม.จะใช้เงินประมาณ 600,000.-บาท ใช้เงินทุนของบริษัทเอง

ช่วงที่ 2 เดือนพฤศจิกายน

จะเริ่มสร้างโครงสร้างส่วนที่เป็นคอนกรีต ส่วนที่เป็นเปลือกเหล็ก จะใช้เงินประมาณ 1,600,000.-บาท ใช้เงินทุนของบริษัทเอง

ช่วงที่ 3 เดือนธันวาคม

จะเริ่มงานระบบการลำเลียงหินวัตถุดิบเข้าเตา และเริ่มงานระบบก่อก๊าซภายในเตา ซึ่งจะใช้งบประมาณ 3,000,000.-บาท ใช้เงินกู้

ช่วงที่ 4 เดือนมกราคม

เริ่มงานห้องควบคุมการทำงานของระบบเผาไหม้ และติดตั้งระบบการลำเลียงปูนออก

โดยประกอบด้วยตราซั้งหนักต่างๆ ที่ตอนส่วนล่างของเตา และระบบท่อระบายอากาศเข้าออกภายในเตา ใช้เงินประมาณ 1,050,000.-บาท ใช้เงินทุนของบริษัท

ช่วงที่ 5 เดือนกุมภาพันธ์

เริ่มงานติดตั้งอุปกรณ์เผาไหม้ และระบบควบคุมของการทำงานของไฟฟ้า, ทำตู้คอนโทรล และแผนผังคอนโทรล Flow Chart ของการผลิตและเริ่มทำการติดตั้งน้ำมันเตาเชื้อเพลิง

17. ตารางเวลาการดำเนินงานการก่อสร้างเตาเผาปูนขาว

รายการ	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6	เดือน 7
1.ฐานรากคอนกรีต	————						
2.โครงเตาคอนกรีต		————					
3. โครงเตาเหล็ก		————					
4.ระบบลำเลียงหิน			————				
5.Housing Chamber				————			
6.ระบบอิฐ			————	————			
7.ระบบหัวฉีด				————			
8.ระบบลำเลียงปูนออก				————			
9.ระบบไฟฟ้า					————		
10.ถังน้ำมันเตา				————			
11.ระบบขี้อยหิน				————	————		
12. ระบบ Lab.						————	
13. ทดสอบเตา							————

18. การติดต่อร่วมมือกับทางภาครัฐบาลหน่วยงานอื่น

ทางบริษัทฯ ได้มีการติดต่อกับทางอาจารย์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในด้านของความร่วมมือในการทดสอบคุณภาพปูนขาว ที่ผลิตได้จากเตาระบบปิดนี้เปรียบเทียบกับคุณภาพของระบบเปิด และยังขอ

ความร่วมมือวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน ที่อาจจะเกิดการสูญเสียไป (heat loss) ในระหว่างการผลิต รวมถึงความร่วมมือในแง่ความคิดต่างๆ (brain storming) ที่อาจจะพัฒนาให้เตาเผาขยะบดนี้ สามารถทำงานได้ โดยไม่ต้องมีความสูงของเตาถึง 18 เมตร ซึ่งทั้งนี้จะต้องเสียเวลา และความร่วมมือซึ่งกันและกัน ในการช่วยกันศึกษาและพัฒนาต่อไป

19. บทสรุป

จะเห็นได้ว่าปูนขาวเป็นเคมีพื้นฐาน ที่ภาครัฐบาลจะมองข้ามเสียมิได้ เพราะปูนขาวเองมีแนวโน้ม ปริมาณการใช้ที่เพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา หากปล่อยให้การผลิตปูนขาวเป็นดังปัจจุบัน ส่วนที่จะสูญเสียไปทุกวัน ก็คือ การใช้ลิฟท์ที่มีอยู่จำกัดเป็นไปอย่างสิ้นเปลืองมากขึ้น ซึ่งเป็นการสวนกับนโยบายของรัฐบาลในการ ที่จะประหยัดพลังงาน อีกทั้งการที่มี SO_2 ในบรรยากาศจะก่อให้เกิดฝนกรดมากขึ้น ซึ่งเป็นผลกระทบต่อ การเกษตรและสถานที่โบราณต่างๆ ซึ่งจะเสียหายได้เพราะฝนกรด

การสนับสนุนจากภาครัฐบาล ในการที่จะสนับสนุนให้ภาคเอกชนลงมือวิจัยและปฏิบัติ ในการหา แนวทางแก้ไขขบวนการผลิตให้ทันสมัย ได้มีประสิทธิภาพและ ประหยัดพลังงานเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง การ จะซื้อเทคโนโลยีย่อมทำได้ง่าย แต่การจะพัฒนาด้วยตนเองเป็นเรื่องที่ควรจะได้รับ การสนับสนุนจากท่านซึ่ง ย่อมดีกว่า เพราะนั่นย่อมหมายถึงเราจะพยายามขึ้นบนขาเราเองมากที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 5

ข้อเสนอโครงการตัวอย่างที่ 2

โครงการขอเงินกู้สนับสนุน การผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย

ก. รายงานการศึกษาความเป็นไปได้

1. บทนำ

หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน *Helicoverpa amigere* เป็นหนอนแมลงศัตรูพืชที่สำคัญอันดับหนึ่งในประเทศไทย เนื่องจากหนอนแมลงชนิดนี้ทำลายพืชเศรษฐกิจหลายชนิดที่สำคัญได้แก่ ฝ้าย โดยที่ฝ้ายนั้นจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมากพื้นที่ปลูกฝ้ายทั่วประเทศมีถึง 399,000 ไร่ และผลิตฝ้ายได้สูงถึง 86,000 เมตริกตัน มีมูลค่าของผลผลิต 1,227 ล้านบาท (สถิติการเกษตรของประเทศไทย 2533) ปริมาณ การส่งออกของฝ้ายในปี 2532 มีถึง 7,874 เมตริกตัน นำรายได้เข้าสู่ประเทศ 177 ล้านบาท (ภาวะสินค้าเกษตรที่สำคัญ 2533) แต่ฝ้ายที่ผลิตได้นี้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรมเส้นใยภายในประเทศ โดยในปี 2532 ประเทศไทยนำเข้าฝ้ายดิบจากต่างประเทศจำนวน 259,408 เมตริกตัน มีมูลค่าถึง 9,661 ล้านบาท (ภาวะสินค้าเกษตรที่สำคัญ 2533) และมีแนวโน้มว่าจะนำเข้ามากขึ้นทุกปี ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่งเพราะประเทศไทยมีสภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมกับการปลูกฝ้ายมาก และมีฝนตกเฉลี่ยปีละกว่า 1,000 มม. ปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้เราไม่สามารถผลิตฝ้ายได้เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศก็คือมีแมลงศัตรูรบกวนและแมลงศัตรู ที่สำคัญคือหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน *Helicoverpa amigera*

สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ส่งเข้ามาจากต่างประเทศนั้นพบว่าถูกนำเข้าเพื่อใช้ในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันเป็นจำนวนมากที่สุด นอกจากนั้นในปัจจุบันนี้ยังพบว่าหนอนชนิดนี้ได้สร้างความต้านทานต่อสารเคมีหลายชนิดรวมทั้งสารเคมีชนิดใหม่จำพวกไพรีทรอยด์สังเคราะห์ด้วย ซึ่งจากเหตุการณ์ที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าหนอนชนิดนี้ จะสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดใหม่ไปได้เรื่อยๆ ดังนั้นการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงชนิดนี้ จึงไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้องและพบว่าการใช้เชื้อไวรัสเป็นหนทางที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ แต่สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือจำเป็นต้องมีไวรัสที่ตรงตามสายพันธุ์ของชนิดแมลงที่พบในประเทศ และต้องมีการพัฒนากระบวนการผลิตเชื้อไวรัสให้ถึงระดับอุตสาหกรรมเพื่อให้มีไวรัสจำหน่ายให้กับเกษตรกรทดแทนสารเคมีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

งานวิจัยของคณะฯได้ทำการศึกษาค้นคว้าพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตเชื้อไวรัสกำจัดแมลงศัตรูพืชในเชิงการค้า โดยนำไวรัสของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันเป็นต้นแบบในการศึกษา โดยมีจุดประสงค์ที่จะทำการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย เพื่อเกษตรกรจะได้มีโอกาสใช้ไวรัสกำจัดแมลงศัตรูพืชแทนสารเคมี

และนำเทคโนโลยีการผลิตนี้เป็นต้นแบบสำหรับผลิตเชื้อไวรัสหรือจุลินทรีย์ชนิดอื่นต่อไปในอนาคต

จากข้อมูลของงานวิจัยของคณะฯซึ่งได้ทำการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในระดับห้องปฏิบัติการ ทางศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติเชื่อว่าด้วยศักยภาพในการผลิตและความต้องการของตลาด สามารถจะผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย ในระดับอุตสาหกรรมได้ จึงสมควรให้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของกระบวนการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในระดับอุตสาหกรรม

ในการรายงานศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของกระบวนการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในระดับอุตสาหกรรมโดยเนื้อหาจะประกอบด้วย การสรุปสาระสำคัญ, บทนำ, ข้อมูลผลิตภัณฑ์และเป้าหมายการผลิต, กระบวนการผลิตไวรัสใน Pilot Plant, Process การทำงานในกระบวนการผลิต, การลงทุนในการผลิต (investment cost), ต้นทุนในการดำเนินการผลิต (production cost), ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร, ประมาณการต้นทุนการผลิต, อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ IRR, NPV, Payback Period, สรุปและความคิดเห็นของสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ

2. ข้อมูลของผลิตภัณฑ์และเป้าหมายของการผลิต

- 2.1 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกไร้ฝ้ายทั้งหมด 399,000 ไร่
- 2.2 มูลค่าการผลิตฝ้ายทั้งประเทศ 1,227 ล้านบาท/ปี
- 2.3 หนอนมีผลผลิตของเชื้อไวรัส/หนอน 1 ตัว = 5.0×10^5 PIBs/ตัว
- 2.4 ความเข้มข้นของสารละลายไวรัสเป็น 2.5×10^8 PIBs/ตัว
 - คัดนั้นผลิตภัณฑ์ 1 ขวด จะใช้หนอน 500 ตัว, ขนาดบรรจุ 500 มล.ต่อขวด
 - โดยที่ผลิตภัณฑ์ 1 ขวด จะนำมาเจือจางให้ได้สารละลายสำหรับฉีดพ่นในไร่ได้ 500 ลิตร
- 2.5 ใน 1 ฤดูกาลต้องใช้สารละลายไวรัสเพื่อฉีดพ่นไร้ฝ้ายทั้งหมด = 810 ลิตร/ไร่ ซึ่งคิดเป็น ปริมาณไวรัส = 4.05×10^8 PIBs/ไร่/ฤดูกาล
- 2.6 ราคาของผลิตภัณฑ์ Factory Price เป็น 280 บาท ต่อขวด โดยคิดเป็น 50% ของราคา ที่จำหน่ายในท้องตลาดซึ่งเท่ากับ 560 บาท ต่อขวด (ราคาที่จำหน่ายในท้องตลาดเป็นราคาเฉลี่ยของสารเคมีฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ ที่เกษตรกรใช้สลับกลุ่มกันในการกำจัดแมลงศัตรูพืช)
- 2.7 หากต้องการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายเพื่อใช้ครอบคลุมพื้นที่ไร้ฝ้ายทั่วประเทศต่อ หนึ่งปีต้องผลิตสารละลายไวรัสออกสู่ท้องตลาดทั้งหมด 640,380 ขวด/ปี ซึ่งเมื่อคิดราคาของ ผลิตภัณฑ์เป็น 280 บาท ต่อขวด มูลค่าการผลิตต่อปีจะเป็น 181 ล้านบาท

- 2.8 เป้าหมายของการผลิต : ปีแรกยอดขาย 10 ล้าน
 ปีที่สองยอดขาย 20 ล้าน
 ปีที่สามยอดขาย 30 ล้าน
 ปีที่สี่-สิบยอดขาย 30 ล้าน
- 2.9 จากปีแรกยอดขาย 10 ล้าน ต้องให้ได้ผลผลิต 35,715 ขวด/ปี ซึ่งคาดว่าจะทำการผลิต 36,000 ขวด/ปี
 ปีที่สองยอดขาย 20 ล้าน ต้องให้ได้ผลผลิต 71,430 ขวด/ปีซึ่งคาดว่าจะทำการผลิต 72,000 ขวด/ปี
 ปีที่สาม-สิบยอดขาย 30 ล้าน ต้องให้ได้ผลผลิต 107,145 ขวด/ปี ซึ่งคาดว่าจะทำการผลิต 108,000 ขวด/ปี
- 2.10 หากคิด 1 ปี เป็น 300 วัน ทำการ
 ปีแรกต้องเลี้ยงหมอนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด 20,400,000 ตัว
 ปีที่สองต้องเลี้ยงหมอนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด 40,800,000 ตัว
 ปีที่สาม-สิบต้องเลี้ยงหมอนใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด 61,200,000 ตัว

3. กระบวนการผลิตไวรัสใน Pilot Plant ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1

4. กระบวนการทำงานในกระบวนการผลิตไวรัส

ได้แสดงกระบวนการทำงานในกระบวนการผลิตไวรัสในปีที่หนึ่ง, ปีที่สองและปีที่สาม-สิบ ซึ่งได้ผลิตกัมม์ 120 ขวดต่อวันในปีที่หนึ่ง, 240 ขวดต่อวันในปีที่สองและ 360 ขวดต่อวันในปีที่ 30 ดังรูปที่ 1, 2 และ 3

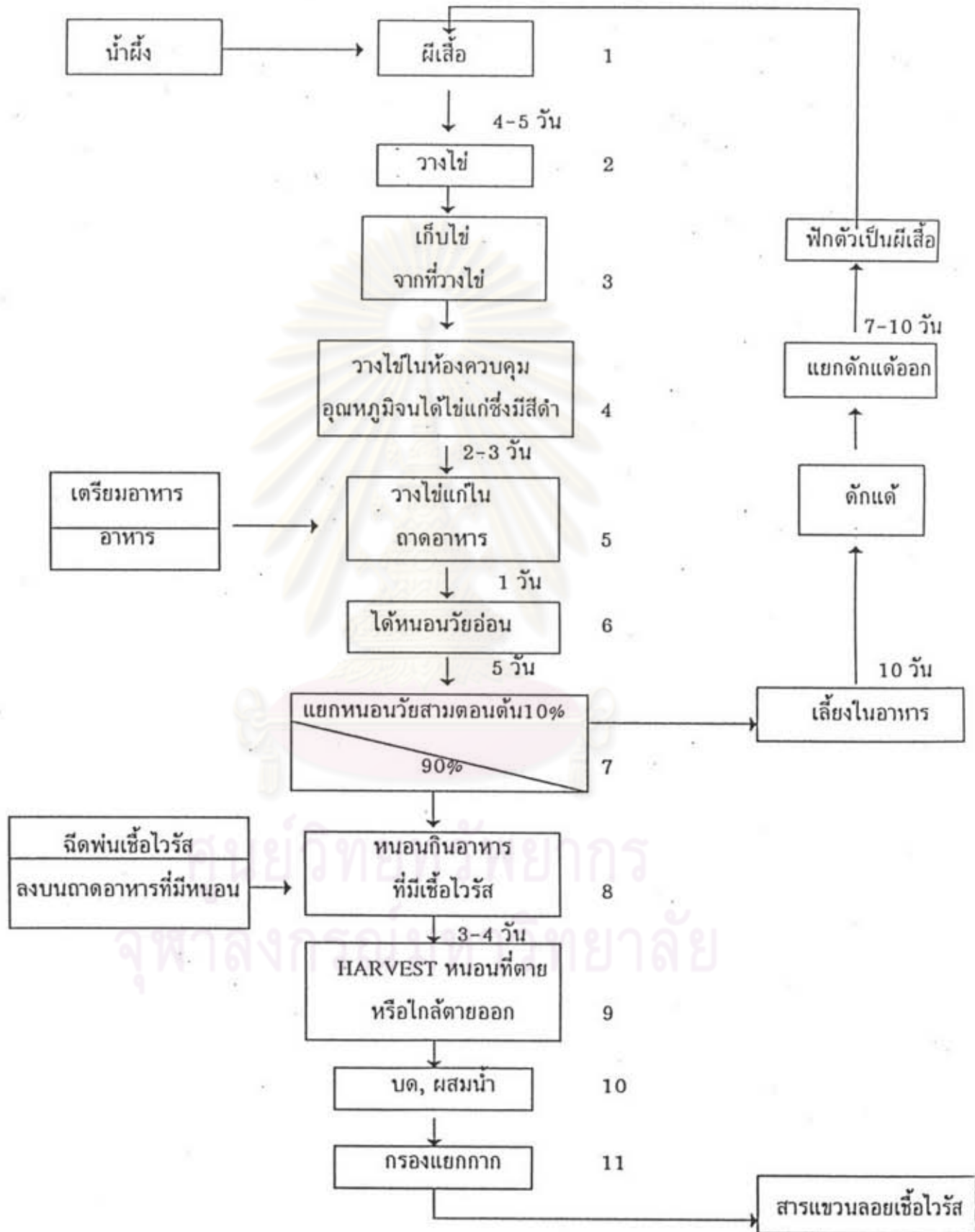
5. การลงทุนในการผลิต (Investment Cost)

การลงทุนในการผลิตประกอบด้วยที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตและระบบ Utilities ซึ่งได้แยกรายละเอียดไว้ดังนี้

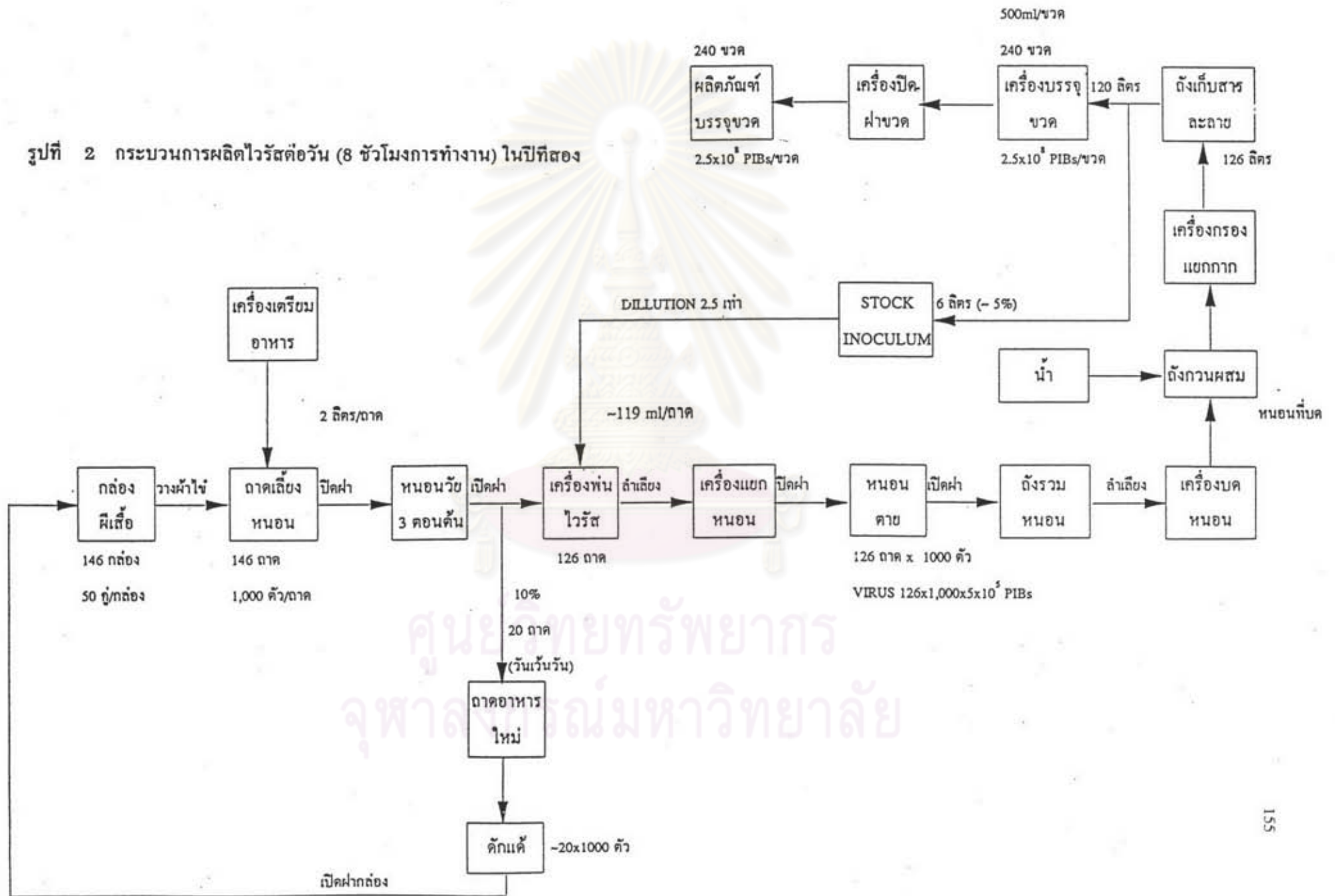
5.1 ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง

ประมาณการจากข้อมูลโครงการนี้ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างทั้งหมด 1,500 ตรม.ซึ่งเป็นส่วนของการเพาะเลี้ยงหมอนและผีเสื้อ 900 ตรม., ส่วนของการผลิต 400 ตรม., บ่อบำบัดน้ำเสีย 100 ตรม. ซึ่งรายละเอียดของการประมาณราคาได้แสดงไว้ตามตารางที่ 1

รูปที่ 1
กระบวนการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตไวรัสต่อวัน (8 ชั่วโมงการทำงาน) ในปีที่สอง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1
การประมาณราคาที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง

รายการ	ราคา ต่อหน่วย	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3		ปีที่ 4-10		บาท
		จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	
- ที่ดินและค่าปรับปรุงที่ดิน (ไร่)	1,000,000	1	1,000,000	-	-	-	-	-	-	
- อาคารโรงงาน (ตรม.)	4,000	250	1,000,000	-	-	150	600,000	-	-	
- อาคารผลิต		600	2,400,000	-	-	300	1,200,000	-	-	
- อาคารเพาะเลี้ยง	500,000	1	500,000	-	-	-	-	-	-	
- อาคารสำนักงาน	100,000	1	100,000	-	-	-	-	-	-	
- รั้ว										
รวม			5,000,000		-		1,800,000		-	6,800,000

5.2 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตได้ออกแบบ เพื่อใช้แรงงานคนในส่วนที่จำเป็น โดยให้มีกำลังผลิตสูงสุดในปีแรกสามหมื่นหกพันขวด ปีที่สองเจ็ดหมื่นสองพันขวด และในปีที่สามถึงสิบหนึ่งแสนสองหมื่นขวดต่อปีมีรายละเอียดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2
รายละเอียดเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

รายการ	ราคา ต้นทุน	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3		ปีที่ 4-10		บาท
		จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	
1. เครื่องผสมเตรียมอาหาร	200,000	1	200,000	1	-	1	200,000	-	-	400,000
2. เครื่องหยอดอาหาร	450,000	1	450,000	-	-	-	-	-	-	450,000
3. อุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นไวรัสบน ภาคอาหาร	50,000	1	50,000	-	-	-	-	-	-	50,000
4. เครื่องบดหนอน	200,000	1	200,000	-	-	1	200,000	-	-	400,000
5. เครื่องกรองหรือแยกกากหั่นแฉะ	250,000	1	250,000	-	-	-	-	-	-	250,000
6. เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ลงขวด	150,000	1	150,000	-	-	-	-	-	-	150,000
7. เครื่องปิดฝาขวด	100,000	1	100,000	-	-	-	-	-	-	100,000
8. สายพานลำเลียง	300,000	-	300,000	-	300,000	-	300,000	-	-	900,000
9. ชั้นวางกล่องสี่เหลี่ยม	300,000	-	300,000	-	300,000	-	300,000	-	-	900,000
10. ถังพัก (BUFFER TANK)	150,000	-	150,000	-	-	-	150,000	-	-	300,000
รวม			2,150,000		600,000		1,150,000		-	3,900,000

5.3 ระบบ UTILITIES

อุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานจะประกอบด้วยระบบกรองน้ำ, เครื่องปรับอากาศ, ระบบบำบัดน้ำเสีย, หม้อไอน้ำ และหม้อฆ่าเชื้อ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3
ระบบ UTILITIES

รายการ	ราคา ต่อหน่วย	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3		ปีที่ 4-10		บาท
		จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	จำนวน	บาท	
1. ระบบกรองน้ำ	450,000	1	450,000	-	-	-	-	-	-	450,000
2. เครื่องปรับอากาศ	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	-	-	1,500,000
3. ระบบบำบัดน้ำเสีย	500,000	1	500,000	-	-	-	-	-	-	500,000
4. หม้อไอน้ำ	400,000	1	400,000	-	-	-	-	-	-	400,000
5. หม้อฆ่าเชื้อ	200,000	1	200,000	-	-	-	-	-	-	200,000
รวม			2,050,000		500,000		500,000		-	3,050,000

5.4 ประมาณการค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

ในส่วนนี้เป็นการประมาณค่าติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงระบบ UTILITIES ที่ใช้ในโรงงานซึ่งคิดเป็น 10% ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประมาณการค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

(บาท)

รายการค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4-10
1.เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	215,000	60,000	115,000	-
2.ระบบ Utility	205,000	50,000	50,000	-
รวม	420,000	110,000	165,000	-

5.5 ประมาณการเงินลงทุนสินทรัพย์ในโรงงาน

จากรายละเอียดของที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง, เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต และระบบ Utilities จะสามารถนำมาประมาณการเงินลงทุนสินทรัพย์ในโรงงานได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประมาณการเงินลงทุนสินทรัพย์โรงงาน

(บาท)

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4-10	รวม
1. ที่ดิน	1,000,000	-	-	-	1,000,000
2. ค่าปรับปรุงที่ดินและสร้างอาคาร					
2.1 อาคารโรงงาน	3,400,000	-	1,800,000	-	5,200,000
2.2 อาคารสำนักงาน	500,000	-	-	-	500,000
3. รั้ว	100,000	-	-	-	100,000
4. เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	2,150,000	600,000	1,150,000	-	3,900,000
5. ระบบ Utilities	2,050,000	500,000	500,000	-	-
6. ค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์	420,000	110,000	165,000	-	695,000
รวม	9,620,000	1,210,000	3,615,000	-	14,445,000

6. ต้นทุนในการดำเนินการผลิต (Production Cost)

ต้นทุนในการดำเนินการผลิตประกอบด้วยต้นทุนวัตถุดิบและวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต,แรงงาน, ค่าใช้จ่ายโรงงานและค่าเสื่อมราคา มีรายละเอียดแต่ละรายการดังนี้

6.1 ประมาณการต้นทุนวัตถุดิบและเป้าหมายของการผลิต

จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์และเป้าหมายของการผลิต รวมทั้งข้อมูลในกระบวนการผลิตไวรัสใน Pilot Plant สามารถนำมาประมาณการต้นทุนสารอาหารและวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ประมาณการต้นทุนสารอาหารและวัสดุอุปกรณ์

(บาท)

รายการ ปีที่	1. สารอาหาร	2. กล่องเลี้ยง ผีเสื้อ	3. กล่องเลี้ยง หนอน	4.ผ้าวางไข่	5.ขวดบรรจุ ผลิตภัณฑ์	รวม
1	2310800	171320	179720	45990	126000	2833830
2	4621600	61320	69720	91980	252000	5096620
3	6932400	61320	69720	137970	378000	7579410
4	6932400	-	-	137970	378000	7448370
5	6932400	-	-	137970	378000	7448370
6	6932400	293960	319160	137970	378000	8061490
7	6932400	-	-	137970	375007	7448377
8	6932400	-	-	137970	378000	7445370
9	6932400	-	-	137970	378000	7448370
10	6932400	-	-	137970	378000	7448370

6.2 ประมาณการแรงงาน บุคคลที่ใช้ในโรงงานแบ่งเป็นแรงงานทางตรงและแรงงานทางอ้อม โดยแรงงานทางอ้อมทั้งในส่วนของการผลิตและในส่วนของการขาย-การบริหาร ซึ่งได้แยกรายละเอียดดังนี้

6.2.1 แรงงานทางตรง เป็นบุคคลที่ใช้ในกระบวนการผลิต แบ่งเป็นแรงงานประเภทต่างๆ ดังนี้

1. หัวหน้าคนงาน
2. คนงานกึ่งฝีมือ
3. คนงานทั่วไป
4. พนักงานวิทยาศาสตร์
5. ช่างเทคนิค

ซึ่งรายละเอียดของการประมาณบุคลากรที่เป็นแรงงานทางตรงที่ใช้ในแต่ละปีจะแสดงไว้ในตารางที่ 7

6.2.2 แรงงานทางอ้อม คือ บุคลากรที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตโดยตรง โดยการคิดค่าแรงงานทางอ้อมจะถือว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลิตประมาณ 15% ของค่าแรงงานทางอ้อมทั้งหมด ดังได้แยกให้เห็นถึงค่าแรงงานด้านการผลิตในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ประมาณบุคลากรที่ใช้ในปีที่ 1-10

รายการ	เงินเดือน	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
		จำนวน	บาท/ปี	จำนวน	บาท/ปี	จำนวน	บาท/ปี
1. หัวหน้าคนงาน	12,000	1	144,000	1	144,000	1	144,000
2.แรงงานกึ่งฝีมือ	8,000	10	960,000	14	1,344,000	18	1,728,000
3.แรงงานทั่วไป	4,500	8	432,000	12	648,000	18	864,000
4. ช่างวิทย์ฯ	7,000	1	84,000	1	84,000	1	84,000
5.ช่างเทคนิค	9,000	2	216,000	2	216,000	2	216,000
รวม			1,836,000		2,436,000		3,036,000

ตารางที่ 8 ประมาณการแรงงานทางอ้อมต่อปี

รายการ	เงินเดือน	จำนวน	เป็นเงินด้านการผลิต 15%	เป็นเงินด้านการบริหาร
1. ผู้จัดการ	25,000	1	45,000	255,000
2. พนักงานบัญชี-การเงิน	7,000	1	12,600	71,400
3.แม่บ้าน	3,500	1	6,300	35,700
4.ยามรักษาการณ์	3,800	4	27,360	155,040
รวม			91,260	517,140

6.3 ประมาณการค่าใช้จ่ายโรงงาน

ค่าใช้จ่ายในโรงงานจะประกอบด้วยค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ, ค่าน้ำมันที่ใช้กับหม้อไอน้ำค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักรและสิ่งปลูกสร้างรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

6.4 ค่าเสื่อมราคา

การคิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรและอุปกรณ์คิดตามอายุการใช้งานเป็นสิบปีส่วนอาคารสิ่งปลูกสร้างคิดตามอายุการใช้งานทั้งหมดกับยี่สิบปีดังได้แสดงไว้ตามตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ประมาณการค่าใช้จ่ายโรงงาน

ค่าใช้จ่ายโรงงานประกอบด้วย	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
6.3.1 ค่าไฟฟ้า ราคาค่าไฟฟ้า 1.90 บาท/KW-Hr.	1,303,266	2,606,532	3,909,798
6.3.2 ค่าน้ำ ราคาค่าน้ำ 10.70 บาท/ลบ.เมตร	60,000	75,000	90,000
6.3.3 ค่าน้ำมัน	200,000	200,000	200,000
6.3.4 ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาสิ่งปลูกสร้าง (2% ของมูลค่าสิ่งปลูกสร้าง)	80,000	80,000	116,000
6.3.5 ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร (3% ของมูลค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์)	126,000	159,000	208,500
6.3.6 ค่าแรงงานทางอ้อม	91,260	91,260	91,260
6.3.7 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	100,000	150,000	200,000
รวม	1,960,526	3,361,792	4,815,558

7. ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารในช่วงปีที่ 1-10 มีรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 11

8. ประมาณการต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิตประกอบด้วยต้นทุนวัตถุดิบและวัสดุที่ใช้ในการผลิต, ค่าแรงงาน, ค่าใช้จ่ายโรงงาน และค่าเสื่อมราคาดังได้แสดงรายละเอียดของการผลิตตั้งแต่ปีที่ 1-10 ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 9 ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรอุปกรณ์และสิ่งปลูกสร้าง

รายการ ปีที่	1. อาคารโรง งาน	2. อาคารโรง งานเพิ่มเติม	3. อาคาร สำนักงาน	4. ระบบ Utility	5. เครื่องจักร และอุปกรณ์	รวม
1	170,000	-	25,000	205,000	215,000	615,000
2	170,000	-	25,000	255,000	275,000	725,000
3	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000
4	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000
5	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000
6	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000
7	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000
8	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000
9	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000
10	170,000	90,000	25,000	305,000	390,000	980,000

หมายเหตุ มูลค่าซากของเครื่องจักรอุปกรณ์และสิ่งปลูกสร้างในปีที่ 10เมื่อปิดโครงการเป็น 3,470,000 บาท

ตารางที่ 10 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารต่อปี

รายการ	บาท
1. เงินเดือนและค่าจ้าง	517,140
2. ค่ารักษาพยาบาลและสวัสดิการ	77,571
3. ค่ารับรอง	200,000
4. ค่าเครื่องเขียนสิ่งพิมพ์	24,000
5. ค่าธรรมเนียมธนาคาร	10,000
6. ค่าขนส่ง	100,000
7. ค่าฝึกอบรมบุคลากร	70,000
8. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	140,000
รวม	1,139,711

ตารางที่ 12 ประมาณการต้นทุนการผลิต

รายการ ปีที่	1. ต้นทุนวัตถุดิบและ วัสดุที่ใช้ในการผลิต	2. ค่าแรงงาน	3. ค่าใช้จ่าย โรงงาน	4. ค่าเสื่อม ราคา	รวม
1	2,833,830	1,836,000	2,041,526	615,000	7,245,356
2	5,096,620	2,436,000	3,361,792	725,000	11,619,412
3	7,579,410	3,036,000	4,851,558	980,000	16,410,968
4	7,448,370	3,036,000	4,851,558	980,000	16,279,928
5	7,448,370	3,036,000	4,851,558	980,000	16,279,928
6	8,061,490	3,036,000	4,851,558	980,000	16,893,048
7	7,448,370	3,036,000	4,851,558	980,000	16,279,928
8	7,448,370	3,036,000	4,851,558	980,000	16,279,928
9	7,448,370	3,036,000	4,851,558	980,000	16,279,928
10	7,448,370	3,036,000	4,851,558	980,000	16,279,928

9. อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ

IRR, NPV, Payback Period

จากข้อมูลของประมาณการรายรับและรายจ่ายทั้งหมด ได้นำมาหาค่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ (IRF), มูลค่าปัจจุบัน (NPV) ซึ่ง Required Rate of Return 15.00% ต่อปี และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

9.1 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR, NPV, Payback Period)

ค่าของ IRR, NPV และ Payback Period ของโครงการได้แสดงไว้ในตารางที่ 13 ซึ่งได้ค่า

IRR = 50.20% ต่อปี

NPV = 22,808,165 บาท

Payback Period = 2.71 ปี

9.2 แสดงค่าของอัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ (IRR, NPV, Payback Period)

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าของ Ex-Factory Price

โดยความต้องการที่จะแสดงให้เห็นถึงความน่าลงทุนของโครงการ จึงได้แสดงอัตราผลตอบแทนการลงทุนในโครงการเมื่อ Ex-Factory Price เปลี่ยนไปเป็น 200, 220 และ 240 บาท ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 13, 14, และ 15 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อ Ex-Factory Price เป็น 200 บาท จะได้ค่า IRR เป็น 16.23%, NPV 681,332 บาท และ Payback Period เป็น 5.60 ปี

เมื่อ Ex-Factory Price เป็น 220 บาท จะได้ค่า IRR เป็น 25.83%, NPV 6,304,681 บาท และ Payback Period เป็น 4.2 ปี

เมื่อ Ex-Factory Price เป็น 240 บาท จะได้ค่า IRR เป็น 34.62%, NPV 11,885,529 บาท และ Payback Period เป็น 3.47 ปี

นอกจากนี้ยังได้นำกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRR กับ Ex-Factory Price ของผลิตภัณฑ์ ดังที่แสดงไว้ในรูป 4

10. สรุปและข้อเสนอแนะ

10.1 สรุปโครงการ

ศูนย์ฯมอบหมายให้สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของกระบวนการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในระดับอุตสาหกรรมซึ่งได้พัฒนามาจากงานวิจัยของ (ปกปัด) และคณะ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร ทางสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบเป็นผู้ออกแบบกระบวนการ, เครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่อปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมกับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม โดยมีเป้าหมายการผลิตที่ 36,000 ขวดในปีแรก 72,000 ขวดในปีที่สองและ 108,000 ขวด ตั้งแต่ปีที่สามเป็นต้นไป ทำการผลิตไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในรูปแบบของสารละลายที่มีความเข้มข้น 2.5×10^8 PIBs/ขวด ขนาดบรรจุ 500 มล. ต่อขวด จะนำมาเจือจางให้ได้สารละลายสำหรับฉีดพ่นในไร่ 500 ลิตร ในหนึ่งฤดูกาลต้องใช้สารละลายไวรัสฉีดพ่นไร่ฝ้าย 810 ลิตรต่อไร่ โดยตั้งราคาจำหน่ายในท้องตลาดเป็น 560 บาท ต่อขวด ซึ่งเป็นราคาเฉลี่ยของสารเคมีฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ ที่เกษตรกรใช้สลับกลุ่มกันในการกำจัดแมลงศัตรูพืช ราคาของผลิตภัณฑ์ Ex-Factory Price คิดเป็น 50% ของราคาจำหน่ายในท้องตลาดจะเป็น 280 บาท ต่อขวด

โดยที่ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกฝ้ายทั่วประเทศเป็น 399,000 ไร่ เป้าหมายของไวรัสกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายที่ผลิตได้จะครอบคลุมพื้นที่ไร่ฝ้ายทั้งหมด 66,000 ไร่ ซึ่งคิดเป็น 11.7 % ของพื้นที่ไร่ฝ้ายทั่วประเทศ โดยมีเป้าหมายของการผลิตอยู่ที่ยอดขาย 30 ล้านบาทต่อปี

การบริหารโครงการจะอยู่ภายใต้การบริหารของผู้จัดการ โดยมีบุคลากรรวมทั้งสิ้น 59 คน ทำงานวันละ 1 กะ ๆ ละ 8 ชม. โครงการมีประมาณการลงทุนสินทรัพย์ในโรงงานทั้งสิ้น 14,445,000 บาท

ตารางที่ 13

อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ เมื่อ EX-FACTORY PRICE = 280 บาท

รายการ	เริ่มโครงการ	ปีที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
รายรับ												
1 รายได้จากการขาย		10,000,000	20,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000
2 มูลค่าซาก		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,470,000
รวมรายรับ		10,000,000	20,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	34,470,000
รายจ่าย												
1 เงินลงทุนในโครงการ												
- ที่ดิน, เครื่องจักร และ Utilities	9,200,000	1,100,000	3,450,000									
- ค่าติดตั้งเครื่องจักร	420,000	110,000	165,000									
2 ต้นทุนการผลิต		7,245,356	11,619,412	16,410,968	16,279,928	16,279,928	16,893,048	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928
3 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร		1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711
4 ภาษีเงินได้นิติบุคคล		484,780	2,172,563	3,735,096	3,774,408	3,774,408	3,590,472	3,774,408	3,774,408	3,774,408	3,774,408	5,115,408
5 หัก : ค่าเสื่อมราคา		(615,000)	(725,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)
ถ้าไรก่อนหักภาษี		1,615,933	7,241,877	12,450,321	12,581,361	12,581,361	11,968,241	12,581,361	12,581,361	12,581,361	12,581,361	17,051,361
ถ้าไรสุทธิหลังหักภาษี (Net Profit)		1,131,153	5,069,314	8,715,225	8,806,953	8,806,953	8,377,769	8,806,953	8,806,953	8,806,953	8,806,953	11,935,953
รวมกระแสเงินสดเข้า-ออกสุทธิ (Net Cash Flow)	(9,620,000)	536,153	2,179,314	9,695,225	9,786,953	9,786,953	9,357,769	9,786,953	9,786,953	9,786,953	9,786,953	12,915,953

Payback Period	2.71 yr.
Internal Rate of Return	50.20%
Net Present Value	22,808,165 at Required Rate of Return 15%

ตารางที่ 14

อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ เมื่อ EX-FACTORY PRICE = 200 บาท

รายการ	เริ่มโครงการ	ปีที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
รวมรับ												
1 รายได้จากการขาย		7,142,857	14,285,714	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571
2 มูลค่าซาก												4,470,000
รวมรวมรับ		7,142,857	14,285,714	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	21,428,571	25,898,571
รวมจ่าย												
1 เงินลงทุนในโครงการ												
- ที่ดิน,เครื่องจักร และ Utilities	9,200,000	1,100,000	3,450,000									
- ค่าติดตั้งเครื่องจักร	420,000	110,000	165,000									
2 ต้นทุนการผลิต		7,245,356	11,619,412	16,410,968	16,279,928	16,279,928	16,893,048	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928
3 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร		1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711
4 ภาษีเงินได้นิติบุคคล			458,277	1,163,668	1,202,980	1,202,980	1,019,044	1,202,980	1,202,980	1,202,980	1,202,980	2,543,980
5 หัก : ค่าเสื่อมราคา		(615,000)	(725,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)
กำไรก่อนหักภาษี		(1,241,210)	1,527,591	3,878,892	4,009,932	4,009,932	3,396,812	4,009,932	4,009,932	4,009,932	4,009,932	8,479,932
กำไรสุทธิหลังหักภาษี (Net Profit)		(1,241,210)	1,069,314	2,715,225	2,806,953	2,806,953	2,377,769	2,806,953	2,806,953	2,806,953	2,806,953	5,935,953
รวมกระแสเงินสดเข้า-ออกสุทธิ (Net Cash Flow)	(9,620,000)	(1,836,210)	(1,820,686)	3,695,225	3,786,953	3,786,953	3,357,769	3,786,953	3,786,953	3,786,953	3,786,953	6,915,953

Payback Period	5.60 yr.
Internal Rate of Return	16.23%
Net Present Value	681,332 at Required Rate of Return 15%

ตารางที่ 15

อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ เมื่อ EX-FACTORY PRICE = 220 บาท

รายการ	เริ่มโครงการ	ปีที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
รายรับ												
1 รายได้จากการขาย		7,857,143	15,714,286	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429
2 มูลค่าซาก												4,470,000
รวมรายรับ		7,857,143	15,714,286	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	23,571,429	28,041,429
รายจ่าย												
1 เงินลงทุนในโครงการ												
- ที่ดิน, เครื่องจักร และ Utilities	9,200,000	1,100,000	3,450,000									
- ค่าติดตั้งเครื่องจักร	420,000	110,000	165,000									
2 ต้นทุนการผลิต		7,245,356	11,619,412	16,410,968	16,279,928	16,279,928	16,893,048	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928
3 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร		1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711
4 ภาษีเงินได้นิติบุคคล			886,849	1,806,525	1,845,837	1,845,837	1,661,901	1,845,837	1,845,837	1,845,837	1,845,837	3,186,837
5 หัก : ค่าเสื่อมราคา		(615,000)	(725,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)
กำไรก่อนหักภาษี		(526,924)	2,956,163	6,021,750	6,152,790	6,152,790	5,539,670	6,152,790	6,152,790	6,152,790	6,152,790	10,622,790
กำไรสุทธิหลังหักภาษี (Net Profit)		(526,924)	2,069,314	4,215,225	4,306,953	4,306,953	3,877,769	4,306,953	4,306,953	4,306,953	4,306,953	7,435,953
รวมกระแสเงินสดเข้า-ออกสุทธิ (Net Cash Flow)	(9,620,000)	(1,121,924)	(820,686)	5,195,225	5,286,953	5,286,953	4,857,769	5,286,953	5,286,953	5,286,953	5,286,953	8,415,953

Payback Period	4.20 yr.
Internal Rate of Return	25.83%
Net Present Value	6,304,681 at Required Rate of Return 15%

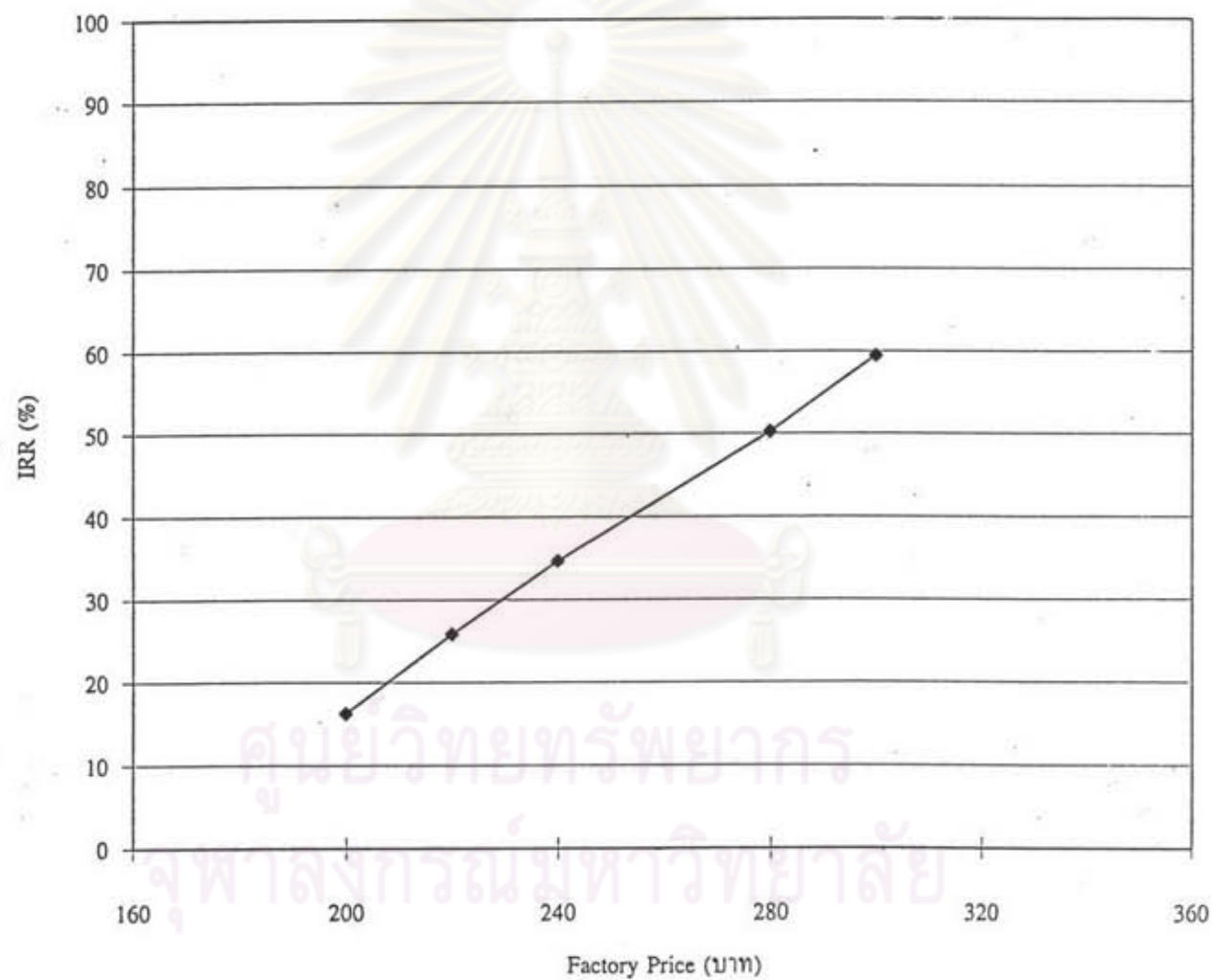
ตารางที่ 16

อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายในโครงการ เมื่อ EX-FACTORY PRICE = 240 บาท

รายการ	เริ่มโครงการ	ปีที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
รายรับ												
1 รายได้จากการขาย		8,571,429	17,142,857	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286
2 มูลค่าซาก												4,470,000
รวมรายรับ		8,571,429	17,142,857	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	25,714,286	30,184,286
รายจ่าย												
1 เงินลงทุนในโครงการ												
- ที่ดิน, เครื่องจักร และ Utilities	9,200,000	1,100,000	3,450,000									
- ค่าติดตั้งเครื่องจักร	420,000	110,000	165,000									
2 ต้นทุนการผลิต		7,245,356	11,619,412	16,410,968	16,279,928	16,279,928	16,893,048	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928	16,279,928
3 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร		1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711	1,138,711
4 ภาษีเงินได้นิติบุคคล		56,208	1,315,420	2,449,382	2,488,694	2,488,694	2,304,758	2,488,694	2,488,694	2,488,694	2,488,694	3,829,694
5 หัก : ค่าเสื่อมราคา		(615,000)	(725,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)	(980,000)
กำไรก่อนหักภาษี		187,361	4,384,734	8,164,607	8,295,647	8,295,647	7,682,527	8,295,647	8,295,647	8,295,647	8,295,647	12,765,647
กำไรสุทธิหลังหักภาษี (Net Profit)		131,153	3,069,314	5,715,225	5,806,953	5,806,953	5,377,769	5,806,953	5,806,953	5,806,953	5,806,953	8,935,953
รวมกระแสเงินสดเข้า-ออกสุทธิ (Net Cash Flow)	(9,620,000)	(463,847)	179,314	6,695,225	6,786,953	6,786,953	6,357,769	6,786,953	6,786,953	6,786,953	6,786,953	9,915,953

Payback Period	3.47 yr.
Internal Rate of Return	34.62%
Net Present Value	11,885,529 at Required Rate of Return 15%

รูป 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRR กับ Factory Price ของผลิตภัณฑ์



ประมาณค่าใช้จ่ายโรงงานต่อปีเป็น 4,815,558 บาท ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารต่อปีเป็น 1,138,711 บาท

ผลการดำเนินงานของโครงการจะมีกำไรเกิดขึ้นจากการดำเนินงานทุกปี โดยมีผลตอบแทนการลงทุนของโครงการ (IRR) เท่ากับ 50.20% ต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2.71 ปี มูลค่าปัจจุบันของโครงการ (NPV) เป็น 22,808,165 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 15% ต่อปี ซึ่งเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของ Ex-Factory Price ของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำลงเป็น 240 บาทต่อขวด แล้วพบว่า IRR มีค่าเท่ากับ 34.62% ในระยะเวลาคืนทุน 3.47 ปี และมูลค่าปัจจุบันของโครงการจะเป็น 11,885,529 บาทที่อัตราดอกเบี้ย 15% ต่อปี

10.2 จุดเด่นของโครงการ

ผลการศึกษาของโครงการพบว่า จุดเด่นของโครงการมีดังนี้

1) ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่มีคู่แข่ง และมีการประชาสัมพันธ์อย่างมากจากหน่วยงานของรัฐเพื่อต้องการให้เกษตรกรนำมาใช้ทดแทนสารเคมี อันจะช่วยจัดปัญหาเกี่ยวกับการซื้อต่อสารเคมีของแมลงศัตรูพืช และแก้ปัญหาในระดับชาติอันเกี่ยวกับพิษและอันตรายของสารเคมีที่มีต่อเกษตรกรผู้ใช้ และปัญหาสภาพแวดล้อมเป็นพิษได้

2) โครงการนี้เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลาง การระดมเงินทุนทำได้ไม่ยากนักประกอบกับเทคโนโลยีกระบวนการผลิตและเครื่องจักรได้ออกแบบโดยคนไทย ซึ่งหลายองค์กรพร้อมที่จะให้การสนับสนุน

3) โครงการนี้มีกำไรและอัตราผลตอบแทนเป็นที่น่าพอใจ

4) โครงการนี้เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการใช้สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืช เพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชากรโดยรวม อันเป็นผลดีต่อโครงการต่อไปในอนาคต

10.3 ข้อเสนอแนะ

จากความต้องการของตลาดที่มากเพียงพอและอัตราผลตอบแทนการลงทุนที่น่าพอใจ จะเห็นว่ากระบวนการผลิตไวรัสกำจัดหอนเจาะสมอฝ้ายในระดับอุตสาหกรรม เป็นโครงการที่น่าสนใจลงทุน และจากโครงการที่เสนอนี้ ซึ่งเป็นโครงการที่ลงทุนในด้านเครื่องจักรไม่สูงนัก หากผู้ประกอบการเห็นศักยภาพและมีความต้องการมีจะเพิ่มปริมาณผลผลิต และขยายกำลังการผลิตให้สูงขึ้น ก็สามารถที่ปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ชนิดกึ่งอัตโนมัติเข้าช่วยในระบบเพื่อให้การดำเนินการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดการทำงาน และลดจำนวนแรงงานคนได้ในบางส่วน

ข.ข้อมูลทางการเงินของผู้เสนอโครงการ

บริษัท (ปกปิด) จำกัด
งบกำไรขาดทุนและกำไรสะสม
สำหรับปีสิ้นสุด 31 ธันวาคม 2538

รายได้ :-

ขายสินค้า	187,328,113.01 บาท
รายได้อื่น ๆ	2,465,914.79
รวมรายได้สุทธิ	189,794,027.80

ต้นทุนและค่าใช้จ่าย

ต้นทุนขาย	135,861,551.08
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	32,393,275.08
ดอกเบี้ยจ่าย	10,359,474.83
ภาษีเงินได้นิติส่วนบุคคล	632,181.75
รวมต้นทุนขายและค่าใช้จ่าย	179,246,483.29

กำไรสุทธิ

10,547,544.51

กำไรสะสมต้นปี

18,402,325.68

กำไรสะสมสิ้นปี

28,949,870.19 บาท

กำไรสุทธิต่อหุ้น

527.38 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท (ปกปิด) จำกัด
 งบดุล
 ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2538

สินทรัพย์	
สินทรัพย์หมุนเวียน	50,502.38 บาท
เงินสดและเงินฝากธนาคาร	46,662,500.65
ลูกหนี้การค้า	60,115,662.09
สินค้าคงเหลือ	1,663,032.34
รวมสินทรัพย์หมุนเวียน	108,491,697.46
ที่ดิน อาคาร และอุปกรณ์	
ที่ดิน และส่วนปรับปรุงที่ดิน	7,023,493.23
งานระหว่างก่อสร้าง	4,313,932.60
อาคารสำนักงาน	35,021,225.41
หัก ค่าเสื่อมราคาสะสม-อาคารสำนักงาน	7,225,997.66
อาคารโรงงาน	9,271,429.12
หัก ค่าเสื่อมราคาสะสม-อาคารโรงงาน	3,883,408.07
เครื่องใช้สำนักงาน	5,213,712.68
หัก ค่าเสื่อมราคาสะสม-เครื่องใช้สำนักงาน	3,948,988.35
เครื่องมือ-อุปกรณ์	14,006,668.09
หัก ค่าเสื่อมราคาสะสม-เครื่องมือ-อุปกรณ์	7,037,159.36
ยานพาหนะ	13,273,056.00
หัก ค่าเสื่อมราคาสะสม -ยานพาหนะ	9,653,563.82
หม้อแปลงไฟฟ้า	571,380.00
หัก ค่าเสื่อมราคาสะสม-หม้อแปลงไฟฟ้า	23,168.28
รวมที่ดินอาคารและอุปกรณ์สุทธิ	56,916,620.59
สินทรัพย์อื่น	126,000.00
รวมสินทรัพย์	165,534,318.05 บาท

บริษัท (ปกปิด) จำกัด
 งบดุล
 ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2538

หนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น

หนี้สินหมุนเวียน	
เงินเบิกเกินบัญชีและเงินกู้ยืมจากธนาคาร	93,590,940.63 บาท
เป็นหนี้การค้า	11,535,290.33
เงินทรองจากบริษัทในเครือ-ไม่มีคอกเบี้ย	8,900,478.27
หนี้สินจากการทำสัญญาเช่าซื้อ	431,576.60
หนี้สินหมุนเวียนอื่น	1,145,910.03
รวมหนี้สินหมุนเวียน	115,604,195.86
เงินสะสมพนักงาน	980,252.00
รวมหนี้สิน	116,584,447.86
ส่วนของผู้ถือหุ้น	
ทุนเรือนหุ้น-หุ้นสำคัญ มูลค่าหุ้นละ 1,000 บาท	
ทุนจดทะเบียนเรียกชำระเต็มมูลค่าแล้ว 20,000 หุ้น	20,000,000.00
กำไรสะสม	28,949,870.19
รวมส่วนของผู้ถือหุ้น	48,949,870.19
รวมหนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น	165,534,318.05 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท (ปกปิด) จำกัด
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร
ปี 2538

1. ค่าน้ำมัน	940,253.80
2. ค่าใช้จ่ายเดินทาง	2,185,716.68
3. ค่ารับรอง	349,904.46
4. ค่าใช้จ่ายภายนอก	1,399,620.37
5. ค่าธรรมเนียมและอื่นๆ	1,679,444.15
6. ค่าไปรษณีย์-โทรเลข-โทรศัพท์	721,954.59
7. ค่าพาหนะ-ขนส่ง	530,564.75
8. ค่าไฟฟ้า-น้ำประปา	268,081.79
9. ค่าใช้จ่ายส่งเสริมการขาย	2,246,113.86
10. ค่าเครื่องเขียนแบบพิมพ์	591,800.83
11. ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	1,080,056.42
12. ค่าเบี้ยประกัน	556,208.61
13. เงินเดือน	11,351,689.30
14. ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	95,295.13
15. เงินสมทบกองทุนทดแทน	45,440.00
16. เงินประกันสังคม	138,471.50
17. ค่ารักษาพยาบาล	53,890.50
18. ค่าภาษีอื่น ๆ	402,696.36
19. ค่าเบี้ยประกัน	583.29
20. ค่าสวัสดิการพนักงาน	89,513.50
21. ค่าอุปกรณ์ซ่อมแซม	1,083.00
22. ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	69,086.89
23. ค่านายหน้า	1,015,758.08
24. ค่าฝึกอบรม-สัมมนา	65,791.25
25. ค่าสอบบัญชี	101,000.00
26. ค่าเสื่อมราคา-ยานพาหนะ	1,844,273.61

บริษัท (ปกปิด) จำกัด
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร
ปี 2538

27. ค่าเสื่อมราคา-เครื่องใช้สำนักงาน	548,728.85
28. ค่าโฆษณา	879,870.80
29. ค่าเสื่อมราคา-อาคาร	1,751,061.27
30. ค่าเสื่อมราคา-เครื่องมืออุปกรณ์	419,512.22
31. ค่าเช่า	9,693.05
32. ค่าใช้จ่ายทดลองยา	565,417.82
33. ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์สินค้า	27,760.00
34. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินคดีที่ปรึกษา	39,710.00
35. ค่าใช้จ่ายส่วนกลาง	260,933.90
36. ค่าใช้จ่ายส่งออก	65,525.00
37. ค่าการกุศล	500.00
รวม	32,393,275.63 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายพอล ห่อธวัช เกิดวันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ.2508 ที่จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาปริญญา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใน
ปีการศึกษา 2529 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2537



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย